



รายงานผลการวิจัย

เรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดกระเทียมเสริมอาหารในการเลี้ยงปลานิลเพื่อ
การผลิตอาหารปลอดภัย

Study of Efficacy of Garlic Extract Adding Feed in Nile Tilapia Culture for
Production of Food Safety

โครงการย่อยภายใต้ชุดโครงการ: การผลิตสัตว์เศรษฐกิจเพื่อความมั่นคงและปลอดภัยทางอาหาร

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2562

จำนวน 677,000 บาท

หัวหน้าโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิราพร โรจน์ทินกร

ผู้ร่วมโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุดาพร ตงศิริ

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

31/3/2563

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดกระเทียมเสริมอาหารในการเลี้ยงปลานิลเพื่อการผลิตอาหารปลอดภัย (Study of Efficacy of Garlic Extract Adding Feed in Nile Tilapia Culture for Production of Food Safety) ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ปีงบประมาณ 2562

ขอขอบคุณ คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้การสนับสนุนสถานที่ อุปกรณ์การวิจัย และสาธารณูปโภคในการทำวิจัย

ขอขอบคุณ นักศึกษาช่วยงาน และบุคลากรในคณะฯ ทุกท่านที่มีส่วนร่วมในงานวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
สารบัญ	๗
สารบัญตาราง	ค
สารบัญภาพ	ง
บทคัดย่อ	1
Abstract	4
คำนำ	6
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	7
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
การตรวจเอกสาร	8
อุปกรณ์และวิธีการ	12
ผลการวิจัยและวิจารณ์	13
สรุปผลการวิจัย	32
เอกสารอ้างอิง	35

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1	น้ำหนักตัวของปลานิลที่สัปดาห์ต่างๆ
ตารางที่ 2	ค่าการเจริญเติบโตต่างๆ ของปลาแต่ละกลุ่มเมื่อสิ้นสุดการทดลอง
ตารางที่ 3	ค่าเม็ดเลือดค็อคแน่น (haematocrit) ของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ
ตารางที่ 4	ค่ากิจกรรมเอนไซม์ไลโซซาม (lysozyme activity) ของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ
ตารางที่ 5	ค่าเอนไซม์ SOD ในเลือดของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ
ตารางที่ 6	ค่ากิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ
ตารางที่ 7	ค่ากิจกรรมเอนไซม์ไลเปสของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ
ตารางที่ 8	ค่ากิจกรรมเอนไซม์ทริปซินของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ
ตารางที่ 9	ค่ากิจกรรมเอนไซม์โคโมทริปซินของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ
ตารางที่ 10	ค่า T/C ratio ของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ
ตารางที่ 11	ความยาวของ villi บริเวณลำไส้ส่วนกลาง ในลูกปลานิลที่ได้รับอาหารต่างๆ เป็นเวลา 4, 8 และ 12 สัปดาห์

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 โครงสร้างทางเคมีของสารสำคัญที่พบในกระเทียม	10
ภาพที่ 2 น้ำหนักตัวของปลานิลที่สัปดาห์ต่างๆ	14
ภาพที่ 3 สัดส่วนน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลองของปลาแต่ละกลุ่ม	15
ภาพที่ 4 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ	16
ภาพที่ 5 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเมื่อสิ้นสุดการทดลองของปลานิลแต่ละกลุ่ม	16
ภาพที่ 6 น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ	17
ภาพที่ 7 น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันเมื่อสิ้นสุดการทดลองของปลานิลแต่ละกลุ่ม	17
ภาพที่ 8 ค่าเม็ดเลือดอัดแน่น (haematocrit) ของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ	18
ภาพที่ 9 ค่าเม็ดเลือดอัดแน่น (haematocrit) ของปลานิลแต่ละกลุ่ม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง	19
ภาพที่ 10 ค่ากิจกรรมเอนไซม์ไลโซซาม (lysozyme activity) ของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ	20
ภาพที่ 11 ค่ากิจกรรมเอนไซม์ไลโซซาม (lysozyme activity) ของปลานิลแต่ละกลุ่มเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	20
ภาพที่ 12 ค่าเอนไซม์ SOD ในเลือดของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ	21
ภาพที่ 13 ค่าเอนไซม์ SOD ในเลือดของปลานิลแต่ละกลุ่มเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	21
ภาพที่ 14 ค่ากิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ	23
ภาพที่ 15 ค่ากิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสของปลานิลแต่ละกลุ่มเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	23
ภาพที่ 16 ค่ากิจกรรมเอนไซม์ไลเปสของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ	25
ภาพที่ 17 ค่ากิจกรรมเอนไซม์ไลเปสของปลานิลแต่ละกลุ่มเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	25
ภาพที่ 18 ค่ากิจกรรมเอนไซม์ทริปซินของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ	26
ภาพที่ 19 ค่ากิจกรรมเอนไซม์ทริปซินของปลานิลแต่ละกลุ่มเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	26
ภาพที่ 20 ค่ากิจกรรมเอนไซม์โคโมทริปซินของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ	27

ภาพที่ 21	ค่ากิจกรรมเอนไซม์ไคโมทริปซินของกลุ่มปลานิลแต่ละกลุ่มเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	27
ภาพที่ 22	ค่า T/C ratio ของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ	28
ภาพที่ 23	ค่า T/C ratio ของกลุ่มปลานิลแต่ละกลุ่มเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	28
ภาพที่ 24	จุลกายวิภาคของลำไส้ส่วนกลางกลุ่มปลาขนาดใหญ่ ที่กำลังขยาย 10x, scale bar = 0.25 mm	29
ภาพที่ 25	จุลกายวิภาคของลำไส้ส่วนกลางกลุ่มปลาขนาดเล็ก ที่กำลังขยาย 10x, scale bar = 0.25 mm	30
ภาพที่ 26	ความยาว villi บริเวณลำไส้ส่วนกลางในลูกปลานิลที่ได้รับอาหารต่างๆเป็นเวลา 12 สัปดาห์	31

การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดกระเทียมเสริมอาหารในการเลี้ยงปลานิลเพื่อการผลิต
อาหารปลอดภัย

Study of Efficacy of Garlic Extract Adding Feed in Nile Tilapia Culture for
Production of Food Safety

จิราพร โรจน์ทินกร¹ และ สุดาพร ตงศิริ¹

Jiraporn Rojinnakorn¹ and Sudapron Tongsir²

¹คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยใช้สารสกัดสมุนไพรเสริมอาหารเพื่อเพิ่มผลผลิตของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารอินทรีย์ มี โดยใช้สารสกัดกระเทียม และสูตรสารสกัดกระเทียมผสมสมุนไพรอื่น 0.5%(w/w) เป็นเวลา 16 สัปดาห์ ทำการเก็บตัวอย่างทุก 4 สัปดาห์ จาก 3 กลุ่มทดลอง ได้แก่ กลุ่มควบคุมให้อาหารอินทรีย์ปกติ (C) กลุ่มปลาที่ได้รับสารสกัดกระเทียม (T1) และกลุ่มปลาที่ได้รับสูตรสารสกัดกระเทียมผสมสมุนไพรอื่น (T2) โดยแบ่งปลาเป็น 2 ขนาด ได้แก่ ขนาดใหญ่ (Large) และขนาดเล็ก (Small)

ค่าการเจริญเติบโตเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (16 สัปดาห์) พบว่า น้ำหนักตัวเฉลี่ย (weight, g) ปลาในกลุ่ม T2-Large มีขนาดใหญ่กว่าปลาในกลุ่มอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยค่าสัดส่วนน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (weight gain, %) ของกลุ่มปลา T1-Small และ T2-Small มีสัดส่วนน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นมากกว่าปลาในกลุ่ม C-Small อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (specific growth rate : SGR) กลุ่มปลาที่ได้รับสารสกัดสมุนไพร (T1-Large, T1-Small, T2-Large และ T2-Small) มีค่า SGR สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน (average daily gain : ADG) ของปลาแต่ละกลุ่ม ใน พบว่า ปลาในกลุ่ม T2-Large มีค่าสูงกว่าปลาในกลุ่มอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ประสิทธิภาพของระบบเลือด พบว่า ค่าเฉลี่ยเม็ดเลือดอัดแน่น (haematocrit) ที่สัปดาห์ 16 สัปดาห์การทดลอง พบว่า ปลาขนาดใหญ่ทุกกลุ่ม (C-Large T1-Large และ T2-Large) มีค่าเม็ดเลือดอัดแน่นสูงกว่าปลาขนาดเล็กทุกกลุ่ม (C-Small T1-Small และ T2-Small) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

($p < 0.05$) ค่าเฉลี่ยกิจกรรมเอนไซม์ไลโซซาม (lysozyme activity) ของเลือดปลา เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 16 สัปดาห์ พบว่า ปลาในกลุ่ม T2-Large มีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนค่าเฉลี่ยเอนไซม์ SOD ในเลือดของปลาแต่ละกลุ่ม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 16 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มปลาขนาดใหญ่ที่ได้รับสารสกัดสมุนไพร T1-Large และ T2-Large มีค่า SOD ในเลือด สูงกว่าปลาในกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

สำหรับประสิทธิภาพของระบบย่อยอาหาร ได้ทำการตรวจวัดค่ากิจกรรมเอนไซม์ย่อยอาหารจากระบบย่อยอาหาร (amylase, lipase, trypsin และ chymotrypsin) และจุลกายวิภาคของลำไส้ พบว่าค่าเฉลี่ยกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลส ในแต่ละช่วงสัปดาห์ มีความแตกต่างกัน โดยในสัปดาห์เริ่มต้น กลุ่มปลาขนาดใหญ่ (C-Large, T1-Large และ T2-Large) มีค่าสูงกว่ากลุ่มปลาขนาดเล็ก (C-Small, T1-Small และ T2-Small) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนี้กลุ่มปลาที่ได้รับสารสกัดสมุนไพร (T1-Large T1-Small T2-Large และ T2-Small) มีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่าเฉลี่ยกิจกรรมเอนไซม์ไลเปส ในสัปดาห์เริ่มต้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อทดลองให้สารสกัดสมุนไพรเสริมอาหาร พบว่า กลุ่มปลาที่ได้รับสารสกัดกระเทียมผสมสมุนไพรอื่น (T2-Large และ T-Small) มีค่ากิจกรรมเอนไซม์ไลเปส สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง กลุ่ม T2-Large มีค่าสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่าเฉลี่ยกิจกรรมเอนไซม์ทริปซิน ในสัปดาห์เริ่มต้น กลุ่มปลาขนาดใหญ่ (C-Large, T1-Large และ T2-Large) มีค่าสูงกว่ากลุ่มปลาขนาดเล็ก (C-Small, T1-Small และ T2-Small) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อปลาได้รับสารสกัดสมุนไพร พบว่า กลุ่มปลาขนาดเล็กที่ได้รับสารสกัดสมุนไพร (T1-Small และ T2-Small) มีค่ากิจกรรมเอนไซม์ทริปซิน สูงกว่ากลุ่มอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง สัปดาห์ที่ 16 พบว่า ปลาขนาดใหญ่ของกลุ่มควบคุม (C-Large) มีค่ากิจกรรมเอนไซม์ทริปซินต่ำสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่าเฉลี่ยกิจกรรมเอนไซม์โคโมทริปซิน ในแต่ละช่วงสัปดาห์ มีความแตกต่างกัน โดยในสัปดาห์เริ่มต้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อปลาได้รับสารสกัดสมุนไพร พบว่า กลุ่มควบคุมและกลุ่มปลาขนาดเล็กที่ได้รับสารสกัดกระเทียม (C-Large C-Small และ T1-Large) มีค่ากิจกรรมเอนไซม์โคโมทริปซิน สูงกว่ากลุ่มอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง สัปดาห์ที่ 16 พบว่า ปลาขนาดใหญ่ของกลุ่มควบคุม (C-Large) มีค่ากิจกรรมเอนไซม์โคโมทริปซินสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่าเฉลี่ยสัดส่วนกิจกรรมเอนไซม์ทริปซิน/กิจกรรมเอนไซม์โคโมทริปซิน (T/C ratio) พบว่า กลุ่มปลาที่มีค่าต่ำ จะเป็นกลุ่มปลาขนาดเล็ก (C-Small, T1-Small และ T2-Small) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง สัปดาห์ที่ 16 กลุ่มปลา T2-Small มีค่า T/C ratio สูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยในทุกช่วงสัปดาห์ กลุ่มปลาที่ได้รับสารสกัดสมุนไพร (T1-Large T1-Small T2-Large และ T2-Small) จะมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม (C-Large และ C-Small) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ส่วนจุลกายวิภาคของลำไส้ปลานิล พบว่า กลุ่มปลานิลทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็กที่ได้รับอาหารผสมสารสกัดกระเทียมและสารสกัดอื่นๆ (T2-Large และ T2-Small) มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางจุลกายวิภาคของลำไส้ ให้ความสมบูรณ์ของโครงสร้างเนื้อเยื่อสมบูรณ์มากกว่าปลานิลกลุ่มทดลองอื่นๆ

การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางจุลกายวิภาคในบริเวณลำไส้ ในกลุ่มปลา T2-Large มีความยาววิลโลสูงที่สุด ในสัปดาห์ที่ 12 เท่ากับ 236.03 ± 64.47 มิลลิเมตร โดยไม่แตกต่างกับปลาขนาดใหญ่กลุ่มอื่น ($p > 0.05$) ขณะที่ในกลุ่มปลา C-Small มีความยาววิลโลสูงที่สุดในสัปดาห์ที่ 12 เท่ากับ 203.47 ± 15.99 มิลลิเมตร โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กับปลาขนาดเล็กกลุ่มอื่น

เมื่อเก็บผลผลิต พบว่า กลุ่มควบคุม (C) ได้น้ำหนักปลารวมทั้งหมด เท่ากับ 51.6 kg กลุ่มปลาที่ได้รับสารสกัดกระเทียม (T1) ได้น้ำหนักปลารวมทั้งหมด เท่ากับ 52.1 kg กลุ่มปลาที่ได้รับสูตรสารสกัดกระเทียมผสมสมุนไพรอื่น (T2) ได้น้ำหนักปลารวมทั้งหมด เท่ากับ 62.3 kg ดังนั้นจากการทดลองนี้ กลุ่ม T2 ได้น้ำหนักปลารวมเพิ่มขึ้นจากกลุ่มควบคุม เท่ากับ 20.7 %

สรุปได้ว่า สูตรสารสกัดกระเทียมผสมสมุนไพรอื่นสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารอินทรีย์ได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และสารสกัดสมุนไพรสามารถเร่งการเจริญเติบโตในปลานิลขนาดเล็กในระหว่างเลี้ยงได้

คำสำคัญ: ปลานิล อาหารอินทรีย์ สารสกัดสมุนไพรไทย การเจริญเติบโต

Abstract

The study of using herb extracts supplemented feed to increase yield of Nile tilapia with 0.5% (w/w) of garlic and garlic-mix extract for 16 weeks. There were 3 experimental groups; control that fed with normal organic feed (C), group that fed with garlic extract added organic feed (T1), and group that fed with garlic-mix extract added organic feed (T2). Sampling fishes were separated to be 2 sizes; Large and Small.

For growth parameters at the end of the experiment (16 weeks), it was found that the mean of body weight (weight, g) of the T2-Large group was larger than the others statistically ($p < 0.05$). The weight gain (%) was significantly high in T1-Small and T2-Small ($p < 0.05$). For specific growth rate (SGR), groups that fed with herb extracts (T1-Large, T1-Small, T2-Large and T2-Small) were significantly higher than the control group ($p < 0.05$). For average daily gain (ADG), T2-Large group was significantly higher than the others ($p < 0.05$).

For efficiency of blood system, it was found that the means of haematocrit at 16 weeks of large fish groups (C-Large T1-Large and T2-Large) were significantly higher than all groups of small fish (C-Small T1-Small and T2-Small) ($p < 0.05$). For lysozyme activity at 16 week, it was found that value of T2-Large had higher than other groups. For SOD enzymes at 16 weeks, these values of herb extracts fed fishes (T1-Large and T2-Large) were significantly higher than the other fish groups ($p < 0.05$).

For efficiency of digestive system, digestive enzyme activities (amylase, lipase, trypsin and chymotrypsin) and intestinal histology was measured. For amylase activity, it was found that these values of large fish groups (C-Large, T1-Large and T2-Large) in each week were significantly higher than those of the small fish groups (C-Small, T1-Small and T2-Small) ($p < 0.05$). Moreover in herb extract fed group (T1-Large, T1-Small, T2-Large and T2-Small) was significantly lower than control group ($p < 0.05$).

For lipase activity in the initial week, there was no significant difference ($p > 0.05$). During supplemented herbal extracts, it was found that the garlic-mix fed group (T2-Large and T-Small) had high values. At the end of experiment, these values of T2-Large was significantly highest ($p < 0.05$).

For trypsin activity, at the initial week, the values of large fish groups (C-Large, T1-Large and T2-Large) were significantly higher than those of the small fish groups (C-Small, T1-Small and T2-Small) ($p < 0.05$). When fishes were fed with herb extracts, it was found that groups of T1-Small and T2-Small had higher values than the other groups ($p < 0.05$). At the end of experiment, C-Large had significantly the lowest value ($p < 0.05$).

For Chymotrypsin activity, it was noticed that these values of each week were different. At initial week, there was no significant difference ($p > 0.05$). During supplemented herbal extracts, it was found that C-Large, C-Small and T1-Large had high values than other groups ($p < 0.05$). At the end of experiment, C-Large had significantly highest ($p < 0.05$).

For trypsin activity / chymotrypsin activity (T / C ratio), it was found that the low values were small fish group (C-Small, T1 -Small and T2-Small). At the end of experiment, T2-Small had significantly the highest value ($p < 0.05$). In each period, the herb extract fed group (T1-Large, T1-Small, T2-Large, and T2-Small) was significantly higher than the control group (C-Large and C-Small) ($p < 0.05$).

For histology of intestine, it was found that these of both large and small groups fed with herb extracts (T2-Large and T2-Small) showed obviously change with complete tissue structure than the other groups.

For histological changes in intestinal region, T2-Large group showed the maximum villi length at week-12 of 236.03 ± 64.47 mm, but no significant different from other large groups ($p > 0.05$). In C-Small group, it showed significantly from the other small fish group with the highest villi length at week-12 of 263.47 ± 15.99 mm ($p < 0.05$).

For final harvest, the control group (C) had the final harvest of 51.6 kg. The garlic extract group (T1) had the final harvest of 52.1 kg. Whereas the garlic-mix extract group (T2) had the final harvest of 62.3 kg. It showed that T2 increase the total harvest of 20.7% from the control group.

In conclusion, formula of garlic with other herb extract showed significantly increasing the yield of Nile tilapia that fed with organic food ($P < 0.05$). This extract was able to accelerate growth in small fish during culture.

Keywords: Nile tilapia, organic feed, Thai-herb extracts, growth

คำนำ

ความสำคัญและที่มาของโครงการ

ปลานิลเป็นอาหารหลักของประชากรไทยมาช้านาน การผลิตปลานิลแบบอุตสาหกรรมจำเป็นต้องใช้สารเร่งการเจริญเติบโต ยาปฏิชีวนะ และสารเคมี ส่งผลให้เกิดการตกค้างในเนื้อปลาและแหล่งน้ำ ช่วงทศวรรษที่ผ่านมาจึงพัฒนาระบบเลี้ยงแบบปลอดภัย ปลอดสาร จนถึงระบบอินทรีย์

หลักการใช้วัตถุดิบสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ คือ ต้องมีองค์ประกอบที่เป็นวัตถุดิบธรรมชาติหรือเกษตรอินทรีย์ไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 60 รวมทั้งต้องเป็นวัตถุดิบที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ เป็นกระบวนการผลิตสัตว์น้ำเพื่อให้ได้ผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์ ตามหลักการ และมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ โดยเป็นการรวมกระบวนการทุกขั้นตอนเริ่มจากพ่อแม่พันธุ์ ลูกพันธุ์ การเลี้ยง การจับ การขนส่ง ฯลฯ เพื่อให้ได้ผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์ จากกระบวนการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (มาตรฐาน มกท, 2555 (IFOAM); มาตรฐาน กรมประมง, 2550) แต่ปัญหาที่สำคัญของอาหารเลี้ยงปลานิลอินทรีย์ คือ ปลาโตช้า ตัวพอม สัตว์ส่วนเนื้อดำ และสัตว์ส่วนซากสูง เนื่องจากข้อจำกัดที่ห้ามใช้สารเร่งการเจริญเติบโตต่างๆ

ผศ.ดร.จิราพร และคณะ ได้ศึกษาการใช้สารสกัดสมุนไพรไทยเสริมอาหารในสัตว์น้ำหลายชนิดรวมทั้งปลานิล พบว่าสารสกัดสมุนไพรไทยหลายชนิด มีประสิทธิภาพช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ย่อยอาหาร เพิ่มวิลไลในลำไส้ ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการย่อยและดูดซึมอาหาร โดยสารสกัดกระเทียมและสารสกัดกระเทียมผสมสมุนไพรอื่น ให้ค่ากิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ย่อยอาหาร การทำงานของระบบภูมิคุ้มกันในเลือด และค่าการเจริญเติบโตดีที่สุด

ในงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยจะศึกษาการเสริมสารสกัดกระเทียม และสารสกัดกระเทียมผสมสมุนไพรอื่น เสริมในอาหารสูตรอินทรีย์ ทดลองเลี้ยงปลานิลระยะอนุบาลและระยะขุนในฟาร์มเอกชน (บริษัทคิงฟิชกรุ๊ป จำกัด) แล้วตรวจติดตามค่าการเจริญเติบโต ค่ากิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ย่อยอาหาร พยาธิสภาพชิ้นเนื้อของลำไส้ และค่าเลือดต่างๆ โดยเปรียบเทียบต้นทุน

คาดว่าผลงานวิจัยนี้จะช่วยแก้ปัญหาและส่งเสริมให้เกษตรกรสามารถเพิ่มผลผลิตปลานิลปลอดสารและปลานิลอินทรีย์ได้ เป็นการสนับสนุนการผลิตอาหารปลอดภัยและมีคุณภาพสูง และช่วยให้ประชากรไทยมีสุขภาพดี นอกจากนี้ยังสามารถขยายผลปลานิลปลอดภัยให้เป็นสินค้าส่งออกต่างประเทศซึ่งมีความต้องการบริโภคสูงได้เช่นกัน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

(ระยะเวลา 1 ปี : 2562)

1. ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดกระเทียมเสริมอาหารสูตรอินทรีย์ในการเลี้ยงปลานิลระยะขุน ต่อการเจริญเติบโต ค่ากิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ย่อยอาหาร พยาธิสภาพขึ้นเนื้อของลำไส้ และค่าเลือดต่างๆ
2. ศึกษาต้นทุนการผลิตปลานิลปลอดสารด้วยอาหารอินทรีย์ผสมสารสกัดกระเทียม

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารอินทรีย์ของลูกปลาและปลานิลโต โดยจะเป็นแก้ปัญหาปลาโตช้าและผอมเมื่อใช้อาหารอินทรีย์ได้
2. เป็นข้อมูลวิจัยที่มีประโยชน์เกี่ยวกับการใช้อาหารของปลานิลในการพัฒนาระบบเพาะเลี้ยงปลานิลอินทรีย์
3. ช่วยเพิ่มศักยภาพการผลิตปลานิลปลอดสารและปลานิลอินทรีย์
4. เป็นข้อมูลวิจัยที่สนับสนุนการผลิตอาหารปลอดภัย ซึ่งช่วยส่งเสริมการมีสุขภาพดีของประชากร
5. สามารถพัฒนาเป็นการผลิตเชิงพาณิชย์ของอาหารอินทรีย์สำหรับปลานิล
6. ในอนาคตสามารถขยายผลในการผลิตอาหารอินทรีย์ส่งออก และการผลิตปลานิลปลอดสารและอินทรีย์ส่งออกได้

การตรวจเอกสาร

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ คือกระบวนการผลิตสัตว์น้ำ เพื่อให้ได้ผลิตผลหรือผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปตามหลักการและมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ เพื่อที่จะให้ได้ผลิตผลหรือผลิตภัณฑ์จากกระบวนการ ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ปลอดภัยต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค โดยมีหลักการการผลิตแบบเกษตรผสมผสาน รักษาความหลากหลายทางชีวภาพ หมุนเวียนการใช้ทรัพยากรภายในฟาร์ม ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งหลักการสำคัญของเกษตรอินทรีย์ก็คือ การห้ามใช้สิ่งที่ผ่านการคัดแปรพันธุกรรม ปุ๋ยเคมี สอร์โอมอนสังเคราะห์ ยาปฏิชีวนะ ยาที่มาจากสารเคมีสังเคราะห์ และสารที่นอกเหนือจากรายการที่อนุญาต และกรณีให้อาหาร อาหารต้องผลิตจากส่วนผสมที่ได้รับมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ (มาจากเกษตรทั่วไปไม่เกิน 15% แห่ง) ห้ามใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นสารเคมีและสารสังเคราะห์ เช่น ยาปฏิชีวนะ สารเร่งการเจริญเติบโต สารกระตุ้นการกินอาหาร สอร์โอมอน กรดอะมิโน สารให้สี (pigment) สารเหนียว (binder) สารกันบูด แอนติออกซิแดนท์ และกระบวนการสกัดด้วยตัวทำละลาย (เช่น เฮกเซน) ให้ใช้วิตามิน ธาตุอาหารรอง และสารเสริม ที่มาจากแหล่งธรรมชาติ (สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์, 2555) ต่างจาก GAP ที่ไม่ห้ามการใช้ สอร์โอมอน ยา สารเคมี

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ คือกระบวนการผลิตสัตว์น้ำ เพื่อให้ได้ผลิตผลหรือผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปตามหลักการและมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ เพื่อที่จะให้ได้ผลิตผลหรือผลิตภัณฑ์จากกระบวนการ ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ปลอดภัยต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค โดยมีหลักการการผลิตแบบเกษตรผสมผสาน รักษาความหลากหลายทางชีวภาพ หมุนเวียนการใช้ทรัพยากรภายในฟาร์ม ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งหลักการสำคัญของเกษตรอินทรีย์ก็คือ การห้ามใช้สิ่งที่ผ่านการคัดแปรพันธุกรรม ปุ๋ยเคมี สอร์โอมอนสังเคราะห์ ยาปฏิชีวนะ ยาที่มาจากสารเคมีสังเคราะห์ และสารที่นอกเหนือจากรายการที่อนุญาต และกรณีให้อาหาร อาหารต้องผลิตจากส่วนผสมที่ได้รับมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ (มาจากเกษตรทั่วไปไม่เกิน 15% แห่ง) ห้ามใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นสารเคมีและสารสังเคราะห์ เช่น ยาปฏิชีวนะ สารเร่งการเจริญเติบโต สารกระตุ้นการกินอาหาร สอร์โอมอน กรดอะมิโน สารให้สี (pigment) สารเหนียว (binder) สารกันบูด แอนติออกซิแดนท์ และกระบวนการสกัดด้วยตัวทำละลาย (เช่น เฮกเซน) ให้ใช้วิตามิน ธาตุอาหารรอง และสารเสริม ที่มาจากแหล่งธรรมชาติ (สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์, 2555) ต่างจาก GAP ที่ไม่ห้ามการใช้ สอร์โอมอน ยา สารเคมี ที่อนุญาต

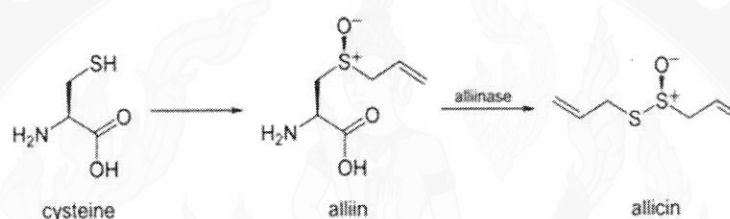
อาหารอินทรีย์สำหรับสัตว์น้ำ

การผลิตอาหารอินทรีย์สำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ตามข้อกำหนดของเกษตรอินทรีย์ (สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์, 2555) มีดังนี้ คือ องค์ประกอบของอาหารได้จากวัตถุดิบธรรมชาติหรือเกษตรอินทรีย์หรือได้รับการยินยอมจากกรมประมง ให้มีส่วนประกอบที่ได้จากวัตถุดิบธรรมชาติหรือเกษตรอินทรีย์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 และได้รับการอนุมัติจากกรมประมงให้มีส่วนประกอบอาหารสัตว์ที่ได้จากวัตถุดิบธรรมชาติหรือเกษตรอินทรีย์ ปริมาณที่ต่ำกว่าร้อยละ 60 ในช่วงเวลาที่จำกัดช่วงหนึ่ง การใช้วิตามินหรือแร่ธาตุสังเคราะห์ในส่วนผสมของอาหาร ต้องได้รับการยินยอมจากกรมประมง และไม่ใช้สารเคมีและวัตถุต่อไปนี้ในอาหารสัตว์น้ำ คือ เคมีภัณฑ์กลุ่มเบตาอะโกนิสท์ เคมีภัณฑ์ชนิดคลอแรมเฟนิคอล ฟลูออโรควินอลอน อะโวพารีนซิน ไนโตรฟูราโซน ยูเรีย กรดอะมิโนบริสุทธิ์ สารสังเคราะห์ที่กระตุ้นการกินอาหาร วัสดุหรือผลผลิตที่มีการคัดแปรพันธุกรรม สีสันอาหารสังเคราะห์ และ สารที่ห้ามใช้ในอาหารสัตว์น้ำตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาหารสัตว์ ในขณะที่ ถ้าเป็นวัตถุดิบอาหารที่มีการจับมาจากธรรมชาติหรือรวบรวมวัตถุดิบจากธรรมชาติ จะต้องมีความรับผิดชอบ โดยส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาปนที่มีการจับเพิ่มมากขึ้น แต่ปริมาณกลับลดลงทุกปี (FAO, 2004) และข้อกำหนดอีกข้อคือ องค์ประกอบอย่างน้อยร้อยละ 50 ของโปรตีนต้องมาจากส่วนเหลือใช้หรือวัสดุอื่นที่ไม่เหมาะสมสำหรับการบริโภคของมนุษย์

จากหลักการที่กล่าวมาจึงทำให้การผลิตอาหารสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์อยู่ในรูปแบบของการสร้างอาหารธรรมชาติให้มีเพียงพอแก่ความต้องการของสัตว์น้ำ แต่อย่างไรก็ตาม การเกษตรอินทรีย์ต้องใช้อาหารที่ใช้ต้องมาจากส่วนผสมที่ได้รับการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ และ ใช้วัตถุดิบพืชที่มาจากธรรมชาติทั่วไปหรือเก็บจากธรรมชาติได้ แต่ต้องไม่เกิน 15% ของน้ำหนักแห้ง (โดยคำนวณจากน้ำหนักแห้งของอาหารทั้งปี) ในกรณีสัตว์น้ำกินเนื้อ ที่จำเป็นต้องใช้ส่วนผสมของอาหารที่มาจากสัตว์ ห้ามใช้สัตว์ชนิดเดียวกันมาเป็นอาหาร และส่วนประกอบจากสัตว์ต้องมาจากการเพาะเลี้ยงอินทรีย์ ถ้าไม่มี ให้ใช้ปลาปนหรือน้ำมันปลาที่ได้จากการแปรรูปสัตว์น้ำอินทรีย์ และ อนุญาตให้ใช้วัตถุดิบจากสัตว์น้ำทั่วไป (ปลาปน น้ำมันปลา และส่วนประกอบจากสัตว์น้ำอื่นๆ) โดยจะต้อง มาจากการประมงอย่างยั่งยืน เป็นผลพลอยได้จากการจับสัตว์น้ำเพื่อเป็นอาหารมนุษย์ และ ต้องไม่มีการปนเปื้อนโลหะหนัก และสารต้องห้าม เกินกว่าค่ากำหนด ในกรณีสัตว์น้ำกินเนื้อ ส่วนประกอบที่เป็นวัตถุดิบจากพืชต้องไม่เกิน 60% และ อนุญาตให้ใช้วัตถุดิบจากพืช สัตว์ และแร่ธาตุ ได้ในบางกลุ่ม (สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์, 2555) ซึ่งการผลิตอาหารสัตว์น้ำอินทรีย์ยังเป็นข้อจำกัดอยู่ หากมีการปรับใช้เพื่อเป็นอาหารปลอดภัย และ ปรับเปลี่ยนเป็นอินทรีย์ในอนาคตจะทำให้ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำสามารถปรับเข้าสู่การเลี้ยงแบบอินทรีย์ได้

กระเทียมและสารสกัดกระเทียม

องค์ประกอบทางเคมีที่พบในกระเทียมมีอยู่ร่วมกันหลายชนิด โดยมีกำมะถันเป็นองค์ประกอบหลัก ที่มีคุณสมบัติเด่นได้แก่ อัลลิสแตติน (allistatin) อัลลิซิน (allicin) อัลลิอิน (alliin) กาลิซิน (garlicin) และอะโจอิน (ajoene) ซึ่งสารประกอบเหล่านี้มีคุณสมบัติเด่นในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย เชื้อราและเชื้อไวรัสได้หลายชนิด รวมทั้งเป็นสารกระตุ้นภูมิคุ้มกันและสารต้านการแข็งตัวของเม็ดเลือด (anti-platelet compounds) และยังช่วยปกป้องต้นกระเทียมจากหนอนและแมลง (จันเพ็ญ, 2553)



ภาพ 1 โครงสร้างทางเคมีของสารสำคัญที่พบในกระเทียม
ที่มา : จันเพ็ญ (2553)

สำหรับสารสำคัญที่พบในกระเทียม กระเทียมประกอบด้วยน้ำร้อยละ 84.1 สารอินทรีย์ร้อยละ 13.4 และสารอนินทรีย์ ร้อยละ 1.5 ส่วนไบโอมินน้ำร้อยละ 87.1 สารอินทรีย์ร้อยละ 11.3 และสารอนินทรีย์ร้อยละ 1.6 มีสาระสำคัญ คือ สารกำมะถันที่ทำให้เกิดรสเผ็ดร้อน ได้แก่ ไดอาลิลไดซัลไฟด์ (diallyl disulfide) เป็นสารที่ให้กลิ่นฉุนและเอนไซม์อัลลิเนส (allinase) ที่เปลี่ยนสารอินทรีย์กำมะถันอัลลิอิน (alliin) ให้เป็นน้ำมันหอมระเหยอัลลิซิน (allicin) เป็นสารที่กระตุ้นให้มีรสชาดเอิร์ธอรรอย น้ำมันกระเทียม (garlic oil) ที่ได้จากการนำหัวกระเทียมสดมากลั่นด้วยไอน้ำ อินูลิน (inulin) เป็นพรีไบโอติกสำหรับแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ และสารอาหารหลายชนิดเช่น เหล็ก แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส แมงกานีส สังกะสี แคลเซียม วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินซี เป็นต้น (ประเสริฐ, 2550)

สรรพคุณของกระเทียม สามารถป้องกันโรคหัวใจ ลดการอุดตันของเส้นเลือด ลดการก่อตัวของเกร็ดเลือดและโรคเมอเร้ง โดยสารประกอบในกระเทียมจะไปทำหน้าที่ในการยับยั้งการเกิดสารก่อเมอเร้งที่ชื่อไนโตรซามีนในร่างกายซึ่ง ช่วยป้องกันการเป็นเมอเร้งได้ อีกทั้งยังช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน โดยจะช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันด้านทานของร่างกายให้เพิ่มขึ้น เช่น macrophages T-lymphocyte activity และ antibody production มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อโรค เชื้อไวรัส เชื้อราอีกด้วย (พเยาว์, 2526)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลการวิจัย โดย Lund et al. (2011) ได้ศึกษาการเลี้ยงปลาเทราท์ในระบบอินทรีย์โดย มีการใช้พืชโปรตีนอินทรีย์ทดแทนปลาป่นในระดับ 16, 31 และ 47% ผลการศึกษาด้านความสามารถในการย่อยวัตถุดิบและการเจริญเติบโต พบว่า การใช้โปรตีนจากพืชอินทรีย์สามารถทดแทนปลาป่นได้ที่ 47% ซึ่งผลที่ได้พบว่าการเจริญเติบโตของปลาไม่แตกต่างจากชุดควบคุม ในขณะที่ Lunger et al. (2007) ได้ศึกษาผลของการเจริญและคุณภาพเนื้อของลูกปลาช่อนทะเลที่เลี้ยงด้วยแหล่งโปรตีนเสริมอินทรีย์ ผลการศึกษาพบว่า ในสูตรอาหารที่ลดปลาป่นลงถึง 8% และไม่มีการเสริมโปรตีนอินทรีย์ มีการเจริญเติบโตต่ำ ในขณะที่ ปลาที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมโปรตีนอินทรีย์มีการเจริญเติบโต และมีคุณภาพเนื้อใกล้เคียงกับการเลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุม และได้มีการศึกษาในปลาเรนโบว์เทราท์ โดย Tusche et al. (2011) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตของปลาเรนโบว์เทราท์ ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดแทนปลาป่นด้วยโปรตีนจากมันฝรั่งอินทรีย์ ซึ่งแทนที่ในสัดส่วน 25, 50, 75 และ 100% และมีความแตกต่างของปริมาณไกลโคอัลคาไลน์ คือ มีปริมาณต่ำ (7.41 มิลลิกรัมต่อกก.) และ สูง (2,150 มิลลิกรัมต่อกก.) ผลการศึกษาพบว่า โปรตีนจากมันฝรั่งอินทรีย์ที่มีปริมาณไกลโคอัลคาไลน์ต่ำ สามารถใช้แทนที่ปลาป่นได้ แต่ โปรตีนจากมันฝรั่งอินทรีย์ที่มีปริมาณไกลโคอัลคาไลน์สูง ทำให้การเจริญเติบโตของปลาต่ำ และ ทำลายระบบลำไส้ของปลาด้วย

จิราพร โรจน์ทินกร และคณะ (จิราพร, 2542; จิราพร และอัญชลี, 2549; อัญชลี, 2550; อัญชลี และจิราพร, 2550; จิราพร และคณะ, 2551, 2552(1), 2552(2), 2552(3), 2552(4), 2552(5), 2555; Rittiplang และคณะ, 2001; จิราพร และจิตติพร, 2555; จิราพร และคณะ, 2558) ได้ทำการศึกษาวิจัยการใช้สารสกัดสมุนไพรไทยทดแทนยาปฏิชีวนะและสารเคมีในสัตว์น้ำ พบว่า สารสกัดสมุนไพรไทยหลายชนิด มีฤทธิ์ในการต่อต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในสัตว์น้ำได้ดี และมีประสิทธิภาพช่วยกระตุ้นการทำงานของสรีระของสัตว์น้ำได้เป็นอย่างดีชัดเจน เช่น ระบบภูมิคุ้มกัน เอนไซม์ย่อยอาหาร เร่งการเจริญพันธุ์ เป็นต้น นอกจากนี้ จิราพร โรจน์ทินกร และคณะ (2557) ได้พัฒนาการแปรรูปสารละลายสารสกัดสมุนไพรไทยให้อยู่ในรูปแบบผง ด้วยเทคนิค spray dry ที่เหมาะสม และสามารถรักษาคุณภาพของสารสกัดไว้ได้ดี มีต้นทุนต่ำ

อุปกรณ์และวิธีการ

1) การเตรียมอาหารอินทรีย์และเสริมสารสกัดกระเทียม

- เลือกสูตรอาหารอินทรีย์สำหรับปลากินพืชระยะโต
- เตรียมสารสกัดกระเทียมและสารสกัดกระเทียมผสม ตามวิธีของ จิราพรและวิวัฒน์ (2557)
- เตรียมอาหารอินทรีย์เสริมสารสกัดกระเทียมให้เพียงพอในการเลี้ยงแต่ละครั้ง

2) การเลี้ยงปลานิลระยะขุน

- ทำการเลี้ยงปลานิล 3 กลุ่มทดลองๆ ละ 1,000 ตัว
- ให้อาหารปลานิลวันละ 3 มื้อ รวมเป็น 3% ของน้ำหนักตัว โดยชั่งน้ำหนักเพื่อปรับปริมาณอาหารทุกสัปดาห์ เลี้ยงจนได้น้ำหนักตัวละ 600 กรัม ให้เลี้ยงปลานิลด้วยอาหารอินทรีย์ 3 สูตร ได้แก่

กลุ่มควบคุม (C) ใช้อาหารสูตรอินทรีย์

กลุ่มทดลอง 1 (T1) ใช้อาหารสูตรอินทรีย์+สารสกัดกระเทียม 0.5% (จิราพร และคณะ, 2558)

กลุ่มทดลอง 2 (T2) ใช้อาหารสูตรอินทรีย์+สารสกัดกระเทียมผสมสารสกัดสมุนไพรอื่น 0.5% (จิราพร และคณะ, 2558)

- เก็บตัวอย่างเลือดและลำไส้ เดือนละ 1 ครั้งๆ ละจำนวน 5 ตัวต่อกลุ่มทดลอง

3) การศึกษาค่าประสิทธิภาพของระบบภูมิคุ้มกัน

- ทำการสลับปลาด้วยน้ำแข็ง เมื่อปลาสลบดีแล้ว เจาะเลือดจาก caudal vessel จำนวน 1 ml
- ตรวจวัด haematocrit, lysozyme และค่าการต้านอนุมูลอิสระ (SOD)

4) การตรวจวัดค่าของ food utilization

- ทำการสลับปลาด้วย MS-222 เมื่อปลาสลบดีแล้ว ผ่าเปิดช่องท้อง ดัดเก็บส่วนลำไส้และกล้ามเนื้อ
- ค่ากิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ย่อยอาหาร ได้แก่ amylase, lipase, trypsin และ chymotrypsin
- ค่า feed efficiency คือ trypsin / chymotrypsin ratio (T/C ratio)
- ตรวจลักษณะทางจุลกายวิภาคของลำไส้ ด้วยเทคนิคพยาธิสภาพทางเนื้อเยื่อ (histopathology)

5) การวิเคราะห์ผล สรุป และจัดทำรายงาน

- วิเคราะห์ค่าทางสถิติ ด้วยวิธี one-way ANOVA

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ทำการเลี้ยงปลานิลระยะขุน มีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้นเท่ากับ 51-100 กรัม บ่อละจำนวน 300 ตัว ในบ่อปูนขนาด 110x175 เซนติเมตร ใส่ น้ำสูง 50 เซนติเมตร เลี้ยงด้วยอาหารปลานิลอินทรีย์ยี่ห้อ K-ONE (กลุ่ม C) อาหารปลานิลอินทรีย์ผสมสารสกัดกระเทียม 0.5%(w/w) (กลุ่ม T1) และ อาหารปลานิลอินทรีย์ผสมสารสกัดกระเทียมและสารสกัดอื่นๆ 0.5%(w/w) (กลุ่ม T2) ให้อาหาร 3% ของ น้ำหนักตัว โดยชั่งน้ำหนักและปรับอาหารทุกสัปดาห์

ทำการเก็บตัวอย่างปลาเลือด ลำไส้ ตับ และคำนวณค่าเจริญเติบโตต่างๆ ที่ระยะเวลาการเลี้ยง 0, 4, 8 12 และ 16 สัปดาห์ โดยทำการเก็บตัวอย่างเป็น 2 ขนาด คือ ปลาขนาดใหญ่ และปลาขนาดเล็ก จากแต่ละกลุ่มทดลองๆ ละ 10 ตัว ได้ปลาทดลอง 6 กลุ่ม ได้แก่

- C-Large = ปลาขนาดใหญ่จากกลุ่มควบคุมเลี้ยงด้วยอาหารปลานิลอินทรีย์
- C-Small = ปลาขนาดเล็กจากกลุ่มควบคุมเลี้ยงด้วยอาหารปลานิลอินทรีย์
- T1-Large = ปลาขนาดใหญ่จากกลุ่มอาหารปลานิลอินทรีย์เสริมสารสกัดกระเทียม 0.5 % (w/w)
- T1-Small = ปลาขนาดเล็กจากกลุ่มอาหารปลานิลอินทรีย์เสริมสารสกัดกระเทียม 0.5 % (w/w)
- T2-Large = ปลาขนาดใหญ่จากกลุ่มอาหารปลานิลอินทรีย์เสริมสารสกัดกระเทียมและสมุนไพรอื่นๆ 0.5 % (w/w)
- T2-Small = ปลาขนาดเล็กจากกลุ่มอาหารปลานิลอินทรีย์เสริมสารสกัดกระเทียมและสมุนไพรอื่นๆ 0.5 % (w/w)

1. การเจริญเติบโต

ค่าน้ำหนักตัวเฉลี่ย (weight, g) ของปลาแต่ละกลุ่ม (ตารางที่ 1 และภาพที่ 1) พบว่า ในทุกช่วง 4 สัปดาห์ ปลาแต่ละกลุ่มทดลอง มีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน ที่เวลาเดียวกัน ปลาในกลุ่มควบคุม C-Large มีขนาดเล็กกว่าปลาในกลุ่ม T1-Large และ T2-Large ซึ่งเช่นเดียวกันปลาในกลุ่ม C-Small มีขนาดเล็กกว่าปลาในกลุ่ม T1-Small และ T2-Small โดยเมื่อสิ้นสุดการทดลองสัปดาห์ที่ 16 ปลาในกลุ่ม T2-Large มีขนาดใหญ่กว่าปลาในกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

คำนวณผลผลิตรวมสุดท้าย พบว่า กลุ่มควบคุม ได้น้ำหนักปลารวมทั้งหมด เท่ากับ 51.6 kg กลุ่ม T1 ได้น้ำหนักปลารวมทั้งหมด เท่ากับ 52.1 kg กลุ่ม T2 ได้น้ำหนักปลารวมทั้งหมด เท่ากับ 62.3 kg ดังนั้นจากการทดลองนี้ กลุ่ม T2 ได้น้ำหนักปลารวมเพิ่มขึ้นจากกลุ่มควบคุม เท่ากับ 20.7 %

ซึ่งสามารถสรุปว่าปลาที่ได้รับสารสกัดกระเทียมและสมุนไพรอื่น 0.5 % (w/w) ช่วยเพิ่มผลผลิตปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารอินทรีย์ได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 1 น้ำหนักตัวของปลานิลที่สัปดาห์ต่างๆ

Treatment	Weight (g) / Weeks				
	0	4	8	12	16
C-Large	69.54±11.02 ^b	112.18±10.21 ^b	137.23±22.91 ^b	158.38±18.21 ^b	205.56±39.40 ^b
C-Small	31.65±03.74 ^a	48.32±06.20 ^a	77.31±10.92 ^a	95.63±11.31 ^a	141.42±15.11 ^a
T1-Large	76.41±13.17 ^b	94.23±11.57 ^b	110.63±15.94 ^b	203.25±25.11 ^b	181.83±22.78 ^a
T1-Small	34.25±06.73 ^a	46.63±06.42 ^a	56.49±08.47 ^a	118.83±11.10 ^b	156.97±11.31 ^a
T2-Large	73.01±13.83 ^b	97.88±15.70 ^b	127.13±06.69 ^b	208.34±24.15 ^b	254.96±31.70 ^b
T2-Small	34.37±05.88 ^a	46.84±05.17 ^a	67.27±07.30 ^a	117.67±25.33 ^b	170.00±23.50 ^a

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษด้วย ระบุความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในแนวสมบถ



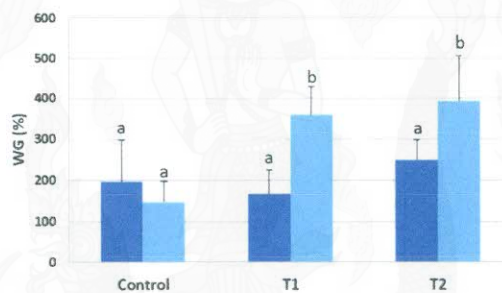
ภาพที่ 2 น้ำหนักตัวของปลานิลที่สัปดาห์ต่างๆ

ค่าสัดส่วนน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (weight gain, %) ของปลาแต่ละกลุ่ม (ตารางที่ 2 และภาพที่ 2) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 16 สัปดาห์ พบว่า ปลาขนาดเล็กที่ได้รับสารสกัดกระเทียม (T1-Small) และสารสกัดกระเทียมผสมสมุนไพรอื่น (T2-Small) มีสัดส่วนน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นมากกว่าปลาขนาดเล็กของกลุ่มควบคุม (C-Small) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คาดว่าสารสกัดสมุนไพรสามารถเร่งการเจริญเติบโตในปลาขนาดเล็กได้

ตาราง 2 ค่าการเจริญเติบโตต่างๆ ของปลาแต่ละกลุ่มเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

Treatment	WG (%)	SGR (%/day)	ADG (%/day)
C-Large	195.60±101.56 ^a	1.03±0.22 ^a	1.30±0.20 ^a
C-Small	146.82±50.17 ^a	1.23±0.09 ^a	1.05±0.12 ^a
T1-Large	137.97±57.62 ^a	1.23±0.21 ^a	1.00±0.26 ^a
T1-Small	358.31±69.99 ^b	1.45±0.18 ^b	1.17±0.10 ^a
T2-Large	249.21±47.72 ^a	1.19±0.13 ^a	1.73±0.23 ^b
T2-Small	393.18±112.65 ^b	1.52±0.21 ^b	1.29±0.22 ^a

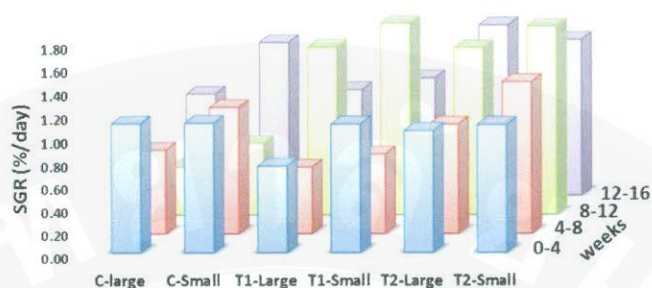
หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษด้วยก ระบุความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในแนวสคมภ์



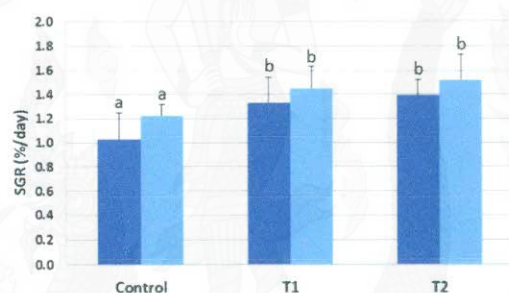
ภาพที่ 3 สัดส่วนน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลองของปลาแต่ละกลุ่ม

■ ปลาขนาดใหญ่ ■ ปลาขนาดเล็ก

ค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (specific growth rate : SGR) พบว่า ในช่วงสัปดาห์ที่ 12-16 (ภาพที่ 3) ปลาขนาดเล็กที่ได้รับสารสกัดสมุนไพร T1-Small และ T2-Small ยังมีการเจริญเติบโตต่อเนื่องจากสัปดาห์ที่ 8-12 เมื่อคำนวณค่า SGR ของปลาตลอดการทดลอง (ตารางที่ 2 และภาพที่ 4) พบว่า กลุ่มปลาที่ได้รับสารสกัดสมุนไพร (T1-Large, T1-Small, T2-Large และ T2-Small) มีค่า SGR สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



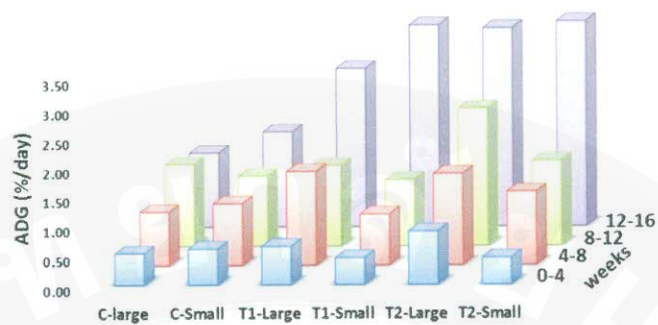
ภาพที่ 4 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ



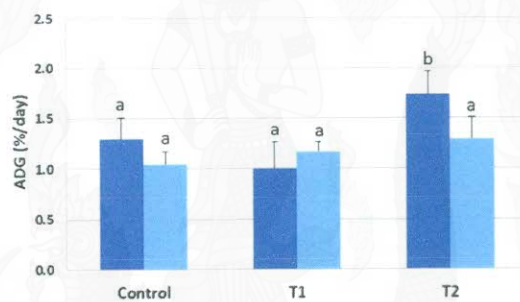
ภาพที่ 5 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเมื่อสิ้นสุดการทดลองของปลานิลแต่ละกลุ่ม

■ ปลาขนาดใหญ่ ■ ปลาขนาดเล็ก

น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน (average daily gain : ADG) ของปลาแต่ละกลุ่ม ใน พบว่า ทั้งในแต่ละช่วง 4 สัปดาห์ (ภาพที่ 5) และเมื่อคำนวณค่าตลอดการทดลอง (ตารางที่ 2 และภาพที่ 6) พบว่า มีผลในทางเดียวกัน กล่าวคือ ปลาในกลุ่ม T2-Large มีค่า ADG สูงกว่าปลาในกลุ่มอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



ภาพที่ 6 น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ



ภาพที่ 7 น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันเมื่อสิ้นสุดการทดลองของปลานิลแต่ละกลุ่ม

■ ปลาขนาดใหญ่ ■ ปลาขนาดเล็ก

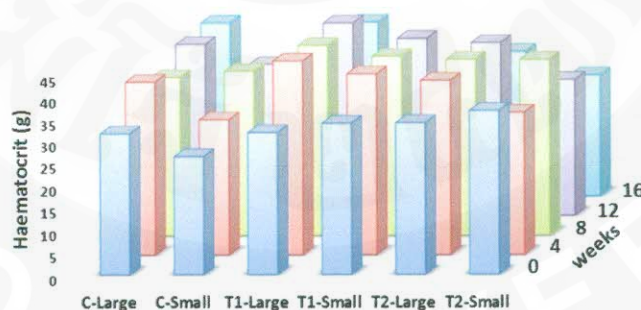
2. ประสิทธิภาพของระบบเลือด

ค่าเม็ดเลือดอัดแน่น (haematocrit) ของปลาแต่ละกลุ่ม ในแต่ละช่วง 4 สัปดาห์ (ตารางที่ 3 และภาพที่ 7) พบว่า ในปลาทุกกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อคำนวณค่าเม็ดเลือดอัดแน่นที่สัปดาห์ 16 สิ้นสุดการทดลอง (ภาพที่ 8) พบว่า ปลาขนาดใหญ่ทุกกลุ่ม มีค่าเม็ดเลือดอัดแน่นสูงกว่าปลาขนาดเล็กทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

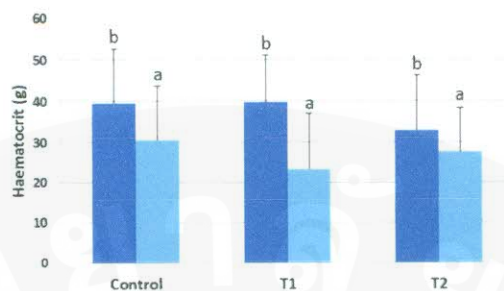
ตารางที่ 3 ค่าเม็ดเลือดอัดแน่น (haematocrit) ของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ

Treatment	Haematocrit (%) / Weeks				
	0	4	8	12	16
C-Large	31.6±05.8 ^a	39.1±03.8 ^b	35.8±04.4 ^a	39.1±03.8 ^b	39.6±13.0 ^b
C-Small	26.4±05.8 ^a	30.4±10.9 ^a	37.2±03.4 ^a	34.5±04.4 ^a	30.5±13.2 ^a
T1-Large	31.8±09.6 ^a	43.9±02.6 ^b	43.2±02.2 ^b	43.9±02.6 ^b	39.7±11.5 ^b
T1-Small	33.9±03.3 ^b	40.9±02.7 ^b	40.6±03.3 ^b	40.4±03.3 ^b	23.3±13.8 ^a
T2-Large	34.0±03.4 ^b	39.4±03.5 ^b	39.3±03.0 ^b	39.4±03.5 ^b	33.0±13.3 ^b
T2-Small	36.8±05.1 ^b	32.0±03.2 ^a	38.8±02.7 ^a	30.8±03.8 ^a	27.5±10.8 ^a

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษด้วย ระบุความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในแนวนอน



ภาพที่ 8 ค่าเม็ดเลือดอัดแน่น (haematocrit) ของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ



ภาพที่ 9 ค่าเม็ดเลือดอึดแน่น (haematocrit) ของปลานิลแต่ละกลุ่มเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

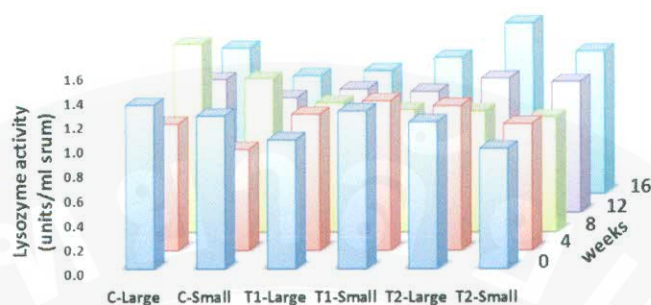
■ ปลานิลขนาดใหญ่ ■ ปลานิลขนาดเล็ก

ค่ากิจกรรมเอนไซม์ไลโซซาม (lysozyme activity) ของเลือดปลาแต่ละกลุ่ม ในแต่ละช่วง 4 สัปดาห์ (ตารางที่ 4 และภาพที่ 9) และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ภาพที่ 10) พบว่า ปลานิลขนาดใหญ่ที่ได้รับสารสกัดกระเทียมผสมสมุนไพรอื่น (T2-Large) มีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

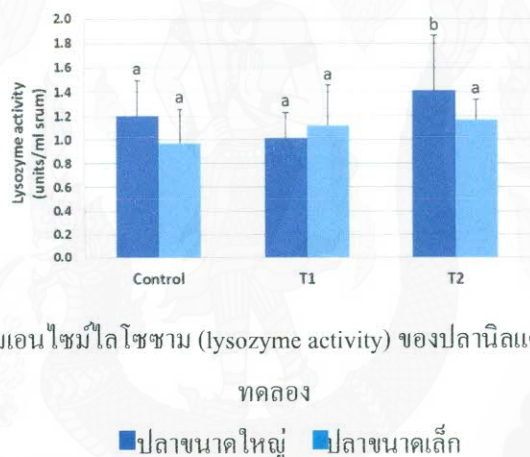
ตารางที่ 4 ค่ากิจกรรมเอนไซม์ไลโซซาม (lysozyme activity) ของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ

Treatment	Lysozyme Activity (units/ml serum) / Weeks				
	0	4	8	12	16
C-Large	1.34±1.36 ^a	1.03±0.1 ^a	1.54±1.36 ^a	1.09±0.13 ^a	1.20±0.29 ^a
C-Small	1.25±0.24 ^a	0.82±0.18 ^a	1.25±0.24 ^a	0.94±0.11 ^a	0.97±0.29 ^a
T1-Large	1.05±0.68 ^a	1.11±0.10 ^a	1.05±0.68 ^a	1.01±0.16 ^a	1.01±0.22 ^a
T1-Small	1.29±0.07 ^a	1.22±0.34 ^a	0.99±0.07 ^a	0.99±0.14 ^a	1.12±0.34 ^a
T2-Large	1.20±0.19 ^a	1.18±0.09 ^a	0.98±0.13 ^a	1.10±0.79 ^a	1.41±0.45 ^b
T2-Small	0.98±0.75 ^a	1.03±0.20 ^a	0.93±0.15 ^a	1.07±0.11 ^a	1.17±0.17 ^a

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษด้วยก ระบุความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในแนวสมบถ



ภาพที่ 10 ค่ากิจกรรมเอนไซม์ไลโซซาม (lysozyme activity) ของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ



ภาพที่ 11 ค่ากิจกรรมเอนไซม์ไลโซซาม (lysozyme activity) ของปลานิลแต่ละกลุ่มเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

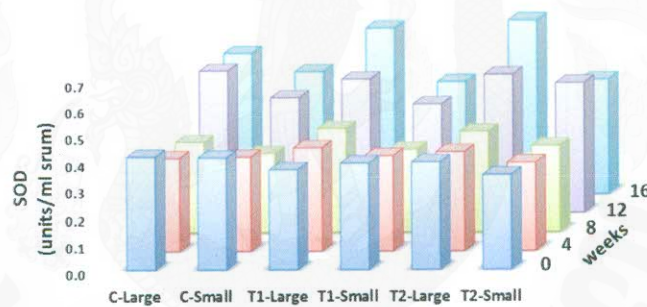
■ ปลาขนาดใหญ่ ■ ปลาขนาดเล็ก

ค่าเอนไซม์ SOD ในเลือดของปลาแต่ละกลุ่ม ในแต่ละช่วง 4 สัปดาห์ (ตารางที่ 5 และภาพที่ 11) พบว่า เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละช่วงเวลา ในช่วง 3 เดือนแรก ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ที่สัปดาห์ 16 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ภาพที่ 12) พบว่า กลุ่มปลาขนาดใหญ่ที่ได้รับสารสกัดกระเทียม T1-Large และ T2-Large มีค่า SOD ในเลือด สูงกว่าปลากลุ่มอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

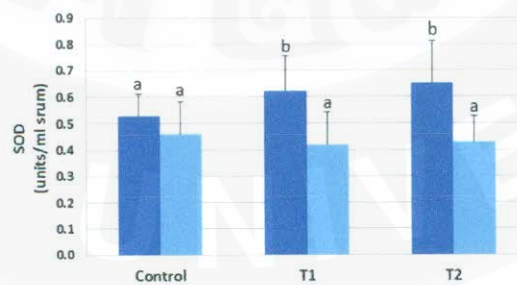
ตารางที่ 5 ค่าเอนไซม์ SOD ในเลือดของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ

Treatment	SOD (units/ml serum) / Weeks				
	0	4	8	12	16
C-Large	0.416±0.195 ^a	0.342±0.037 ^a	0.333±0.110 ^a	0.532±0.043 ^a	0.530±0.078 ^a
C-Small	0.412±0.157 ^a	0.346±0.088 ^a	0.291±0.105 ^a	0.430±0.042 ^a	0.460±0.123 ^a
T1-Large	0.367±0.133 ^a	0.380±0.098 ^a	0.382±0.031 ^a	0.500±0.095 ^a	0.623±0.130 ^b
T1-Small	0.391±0.158 ^a	0.350±0.118 ^a	0.305±0.099 ^a	0.405±0.159 ^a	0.421±0.122 ^a
T2-Large	0.395±0.130 ^a	0.364±0.086 ^a	0.371±0.089 ^a	0.517±0.059 ^a	0.651±0.160 ^b
T2-Small	0.347±0.103 ^a	0.324±0.124 ^a	0.318±0.139 ^a	0.484±0.039 ^a	0.428±0.099 ^a

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษด้วยก ระบุความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในแนวสมกรม



ภาพที่ 12 ค่าเอนไซม์ SOD ในเลือดของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ



ภาพที่ 13 ค่าเอนไซม์ SOD ในเลือดของปลานิลแต่ละกลุ่มเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

■ ปลานขนาดใหญ่ ■ ปลานขนาดเล็ก

3. ประสิทธิภาพของระบบย่อยอาหาร

3.1 ค่ากิจกรรมของเอนไซม์ย่อยอาหาร

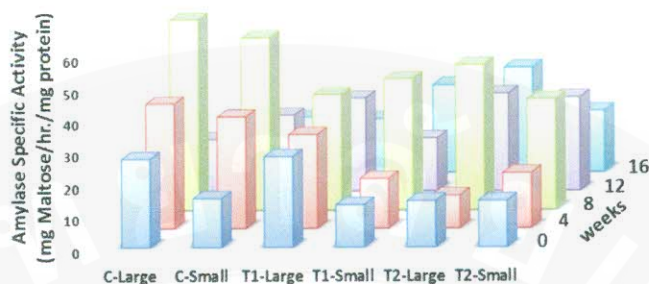
ทำการตรวจวัดค่ากิจกรรมเอนไซม์ย่อยอาหาร ได้แก่ อะไมเลส (amylase) ลิเพส (lipase) ทริปซิน (trypsin) ไคโมทริปซิน (chymotrypsin) และค่า T/C ratio ได้ผลการทดลอง ดังนี้

ค่าเฉลี่ยกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลส ในแต่ละช่วงสัปดาห์ มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 6 และภาพที่ 13) โดยในสัปดาห์เริ่มต้น กลุ่มปลาขนาดใหญ่ (C-Large, T1-Large และ T2-Large) มีค่าสูงกว่ากลุ่มปลาขนาดเล็ก (C-Small, T1-Small และ T2-Small) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อทดลองให้ปลาได้รับสารสกัดสมุนไพร ในสัปดาห์ที่ 8 พบว่า กลุ่มปลาที่ได้รับสารสกัดกระเทียม และสารสกัดกระเทียมผสมสมุนไพรอื่น มีค่ากิจกรรมเอนไซม์อะไมเลส ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง สัปดาห์ที่ 16 (ภาพที่ 14) พบว่า กลุ่ม T1-Small และ T2-Large มีค่ากิจกรรมเอนไซม์อะไมเลส สูงกว่ากลุ่มอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

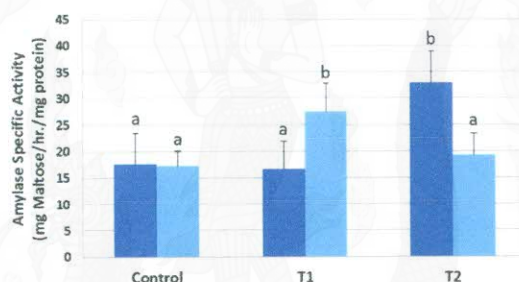
ตารางที่ 6 ค่ากิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ

Treatment	Amylase Specific Activity (mg Maltose/hr./mg protein) / Weeks				
	0	4	8	12	16
C-Large	27.33±11.37 ^b	39.03±04.87 ^b	59.24±12.45 ^b	16.02±03.44 ^a	17.65±05.85 ^a
C-Small	15.11±05.32 ^a	34.88±12.69 ^b	53.61±16.69 ^b	23.77±05.03 ^{ab}	17.30±02.88 ^a
T1-Large	28.06±14.97 ^b	29.20±06.41 ^b	35.98±11.23 ^a	29.09±13.30 ^b	16.69±05.21 ^a
T1-Small	13.09±05.40 ^a	15.38±04.42 ^a	40.90±12.72 ^a	16.41±03.14 ^a	27.40±05.42 ^b
T2-Large	14.28±02.21 ^b	10.17±02.26 ^a	45.22±11.72 ^a	30.53±05.20 ^b	32.79±06.10 ^b
T2-Small	14.34±05.08 ^a	17.05±05.71 ^a	34.50±11.39 ^a	29.28±06.56 ^b	19.23±04.09 ^a

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษตัวท่อก ระบุความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในแนวนอน



ภาพที่ 14 ค่ากิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ



ภาพที่ 15 ค่ากิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสของปลานิลแต่ละกลุ่มเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

■ ปลาขนาดใหญ่ ■ ปลาขนาดเล็ก

ค่าเฉลี่ยกิจกรรมเอนไซม์ไลเปส ในแต่ละช่วงสัปดาห์ มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 7 และ ภาพที่ 15) โดยในสัปดาห์เริ่มต้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อปลาได้รับสารสกัดสมุนไพร ในสัปดาห์ที่ 8 พบว่า กลุ่มปลาที่ได้รับสารสกัดกระเทียมผสมสมุนไพรอื่น มีค่ากิจกรรมเอนไซม์ไลเปส สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง สัปดาห์ที่ 16 (ภาพที่ 16) พบว่า กลุ่ม T2-Large มีค่ากิจกรรมเอนไซม์ไลเปสสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ค่าเฉลี่ยกิจกรรมเอนไซม์ทริปซิน ในแต่ละช่วงสัปดาห์ มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 8 และ ภาพที่ 17) โดยในสัปดาห์เริ่มต้น กลุ่มปลาขนาดใหญ่ (C-Large, T1-Large และ T2-Large) มีค่าสูงกว่ากลุ่มปลาขนาดเล็ก (C-Small, T1-Small และ T2-Small) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อปลาได้รับสารสกัดสมุนไพร ในสัปดาห์ที่ 8 พบว่า กลุ่มปลาขนาดเล็กที่ได้รับสาร

สัปดาห์ที่ 16 (ภาพที่ 18) พบว่า ปลาขนาดใหญ่ของกุ่มควบคุม (C-Large) มีค่ากิจกรรมเอนไซม์ทริปซินต่ำสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

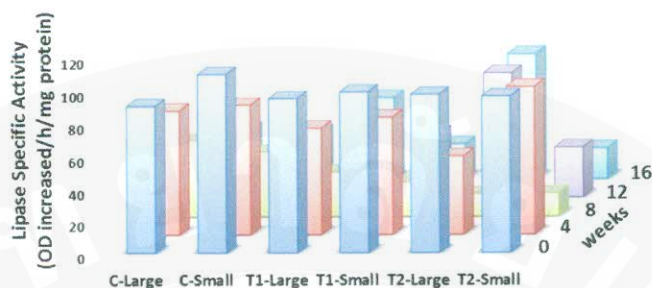
ส่วนค่าเฉลี่ยกิจกรรมเอนไซม์โคโมทริปซิน ในแต่ละช่วงสัปดาห์ มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 9 และภาพที่ 19) โดยในสัปดาห์เริ่มต้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อปลาได้รับสารสกัดสมุนไพร ในสัปดาห์ที่ 8 พบว่า กลุ่มควบคุมและกลุ่มปลาขนาดเล็กที่ได้รับสารสกัดกระเทียม (C-Large C-Small และ T1-Large) มีค่ากิจกรรมเอนไซม์โคโมทริปซินสูงกว่ากลุ่มอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง สัปดาห์ที่ 16 (ภาพที่ 20) พบว่า ปลาขนาดใหญ่ของกลุ่มควบคุม (C-Large) มีค่ากิจกรรมเอนไซม์โคโมทริปซินสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

สำหรับค่าสัดส่วนกิจกรรมเอนไซม์ทริปซิน/กิจกรรมเอนไซม์โคโมทริปซิน (T/C ratio) พบว่า ในแต่ละช่วงสัปดาห์ มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 10 และภาพที่ 21) โดยกลุ่มปลาที่มีค่า T/C ratio ต่ำ จะเป็นกลุ่มปลาขนาดเล็ก (C-Small, T1-Small และ T2-Small) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง สัปดาห์ที่ 16 (ภาพที่ 22) พบว่า กลุ่มปลา T2-Small มีค่า T/C ratio สูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยในทุกช่วงสัปดาห์ กลุ่มปลาที่ได้รับสารสกัดสมุนไพร (T1-Large T1-Small T2-Large และ T2-Small) จะมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม (C-Large และ C-Small) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

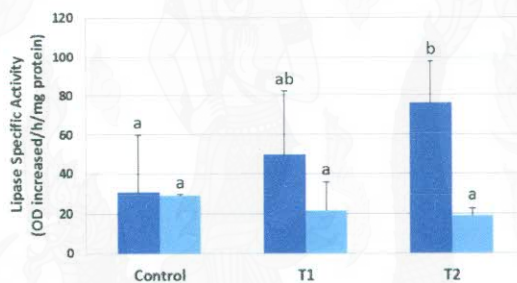
ตารางที่ 7 ค่ากิจกรรมเอนไซม์ไลเปสของกลุ่มปลานิลในช่วงสัปดาห์ต่างๆ

Treatment	Lipase Specific Activity (OD increased/h/mg protein) / Weeks				
	0	4	8	12	16
C-Large	90.27±29.61 ^a	76.09±20.60 ^a	46.75±09.25 ^a	36.23±03.27 ^a	30.80±28.77 ^a
C-Small	109.66±38.13 ^a	79.37±25.31 ^a	39.73±11.83 ^a	32.09±03.74 ^a	29.10±05.59 ^a
T1-Large	94.79±32.43 ^a	65.57±34.14 ^a	47.16±04.34 ^a	49.52±12.92 ^b	49.52±12.92 ^{ab}
T1-Small	98.83±31.05 ^a	72.10±35.25 ^a	40.92±18.01 ^a	39.62±12.81 ^a	21.57±14.19 ^a
T2-Large	97.23±20.15 ^a	68.49±18.45 ^a	63.56±04.12 ^b	75.89±21.89 ^c	75.89±21.77 ^c
T2-Small	96.01±35.39 ^a	90.39±18.21 ^a	63.99±07.76 ^b	30.88±09.35 ^a	28.85±03.68 ^a

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษตัวยก ระบุความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในแนวนอน



ภาพที่ 16 ค่ากิจกรรมเอนไซม์ไลเปสของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ



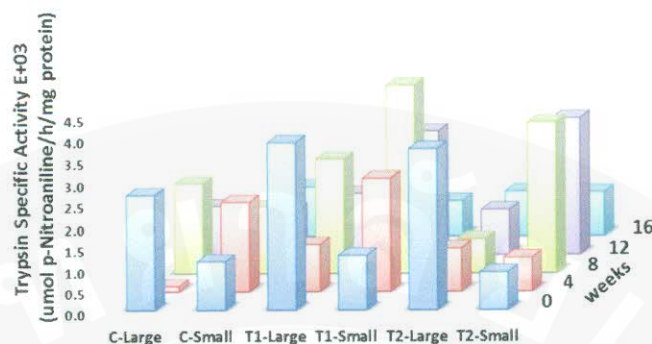
ภาพที่ 17 ค่ากิจกรรมเอนไซม์ไลเปสของปลานิลแต่ละกลุ่มเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

■ ปลานขนาดใหญ่ ■ ปลานขนาดเล็ก

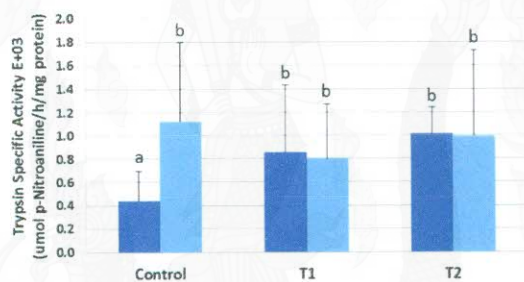
ตารางที่ 8 ค่ากิจกรรมเอนไซม์ทริปซินของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ

Treatment	Trypsin Specific Activity (E+03 umol p-Nitroaniline/h/mg protein) / Weeks				
	0	4	8	12	16
C-Large	2.66±1.23 ^{ab}	1.22±1.09 ^a	2.06±0.85 ^b	1.11±0.32 ^a	0.44±0.26 ^a
C-Small	1.13±1.05 ^a	2.06±0.85 ^b	1.51±0.67 ^b	1.02±0.57 ^a	1.12±0.68 ^b
T1-Large	3.85±1.97 ^b	1.10±0.52 ^a	2.61±1.38 ^b	1.40±0.66 ^a	0.86±0.58 ^b
T1-Small	1.28±0.75 ^a	2.61±1.38 ^b	4.31±1.61 ^c	2.82±1.55 ^b	0.80±0.47 ^b
T2-Large	3.71±1.68 ^b	1.01±0.43 ^a	0.79±0.17 ^a	1.02±0.55 ^a	1.01±0.23 ^b
T2-Small	0.88±0.38 ^a	0.79±0.17 ^a	3.45±1.03 ^c	3.11±1.74 ^b	0.99±0.73 ^b

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษตัวยก ระบุความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในแนวสคมภ์



ภาพที่ 18 ค่ากิจกรรมเอนไซม์ทริปซินของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ



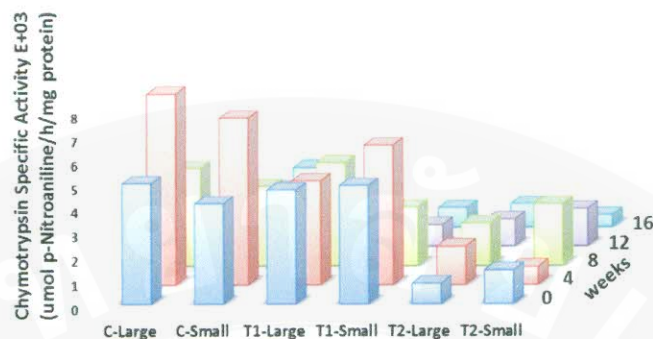
ภาพที่ 19 ค่ากิจกรรมเอนไซม์ทริปซินของปลานิลแต่ละกลุ่มเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

■ ปลาขนาดใหญ่ ■ ปลาขนาดเล็ก

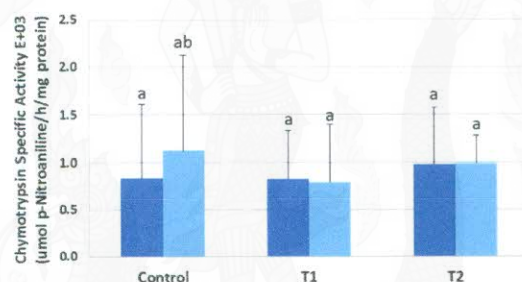
ตารางที่ 9 ค่ากิจกรรมเอนไซม์ไคโมทริปซินของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ

Treatment	Chymotrypsin Specific Activity (E+03 umol p-Nitroaniline/h/mg protein) / Weeks				
	0	4	8	12	16
C-Large	4.01±0.92 ^a	4.96±2.88 ^b	4.06±1.56 ^b	2.46±0.51 ^b	2.52±0.78 ^b
C-Small	4.14±2.42 ^a	4.96±2.14 ^b	3.31±1.93 ^b	0.83±0.91 ^a	0.83±1.00 ^a
T1-Large	4.73±2.77 ^a	4.33±2.39 ^b	4.28±1.00 ^b	0.83±0.50 ^a	0.80±0.50 ^a
T1-Small	4.92±2.34 ^a	5.80±2.62 ^b	2.40±1.36 ^a	0.87±0.25 ^a	0.98±0.60 ^a
T2-Large	4.83±0.77 ^a	1.56±2.01 ^a	1.72±1.22 ^a	1.10±0.78 ^a	0.98±0.59 ^a
T2-Small	4.37±1.84 ^a	1.73±0.33 ^a	2.54±1.42 ^a	1.55±0.47 ^a	0.49±0.28 ^a

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษด้วยก ระบุความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในแนวนอน



ภาพที่ 20 ค่ากิจกรรมเอนไซม์ไคโมทริปซินของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ



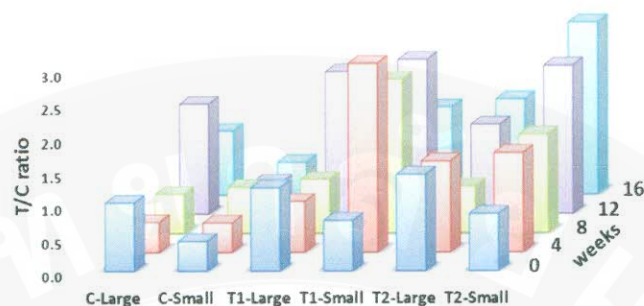
ภาพที่ 21 ค่ากิจกรรมเอนไซม์ไคโมทริปซินของปลานิลแต่ละกลุ่มเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

■ ปลาขนาดใหญ่ ■ ปลาขนาดเล็ก

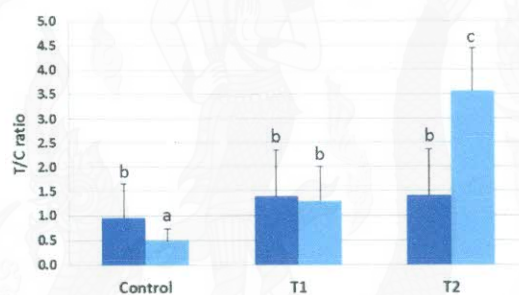
ตารางที่ 10 ค่า T/C ratio ของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ

Treatment	T/C ratio / Weeks				
	0	4	8	12	16
C-Large	1.03±1.54 ^b	0.45±0.67 ^a	0.58±0.33 ^a	1.63±1.37 ^b	0.94±0.71 ^b
C-Small	0.45±0.67 ^a	0.44±0.35 ^a	0.68±0.58 ^a	0.47±0.32 ^a	0.48±0.25 ^a
T1-Large	2.25±1.95 ^b	0.76±0.87 ^a	0.80±0.54 ^a	2.11±1.79 ^c	1.39±0.95 ^b
T1-Small	0.76±0.87 ^b	2.81±1.12 ^c	2.28±1.62 ^b	2.29±1.83 ^c	1.29±0.72 ^b
T2-Large	2.45±1.53 ^b	1.36±0.96 ^b	0.69±0.47 ^a	1.32±0.78 ^b	1.41±0.95 ^b
T2-Small	1.36±0.96 ^b	1.48±1.17 ^b	1.46±0.56 ^{ab}	2.20±1.52 ^c	2.56±1.39 ^c

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษด้วย ระบุความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในแนวนอน



ภาพที่ 22 ค่า T/C ratio ของกลุ่มปลานิลที่ช่วงสัปดาห์ต่างๆ



ภาพที่ 23 ค่า T/C ratio ของปลานิลแต่ละกลุ่มเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

■ ปลาขนาดใหญ่ ■ ปลาขนาดเล็ก

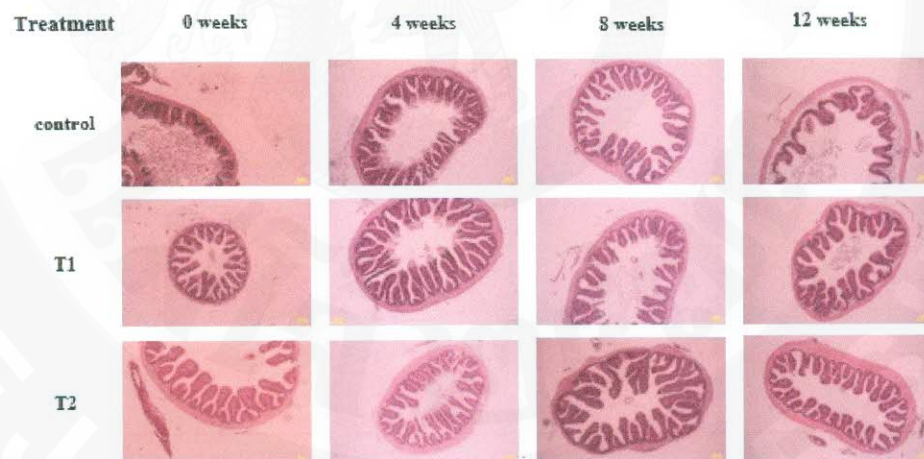
3.2 จุลกายวิภาคของลำไส้ปลานิล

ผลการศึกษาการย่อยอาหารในปลานิลอินทรีย์ต่อจุลกายวิภาคศาสตร์ โดยเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งแบ่งเป็น ปลาขนาดใหญ่ และปลาขนาดเล็ก (C-Large, C-Small) เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ได้ผลดังนี้

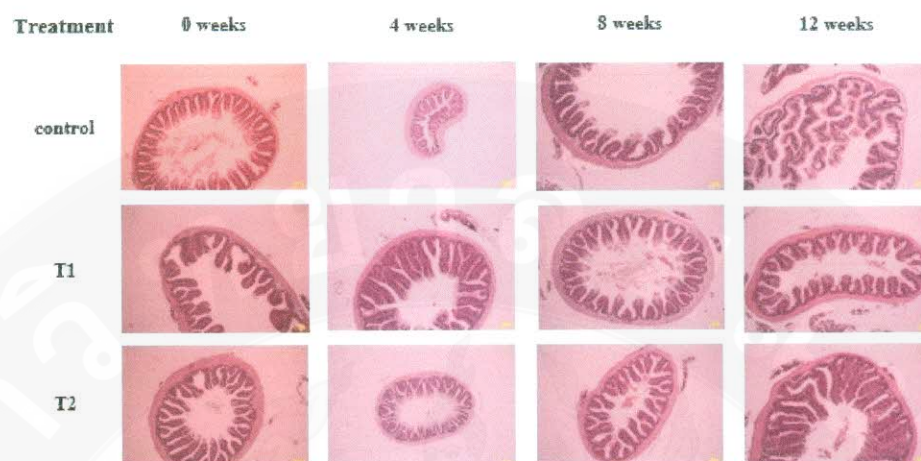
ทั้งในกลุ่มปลานิลขนาดใหญ่ และกลุ่มปลานิลขนาดเล็ก ปลานิลในแต่ละช่วงสัปดาห์ มีความแตกต่างกัน (ภาพที่ 23, 24) โดยในสัปดาห์เริ่มต้น กลุ่มปลาขนาดใหญ่ และปลานิลขนาดเล็ก (C-Large, T1-Large, T2-Large, C-Small, T1-Small และ T2-Small) มีลักษณะ villi ที่สมบูรณ์ ไม่แตกต่างกัน (C-Small, T1-Small และ T2-Small) เมื่อทดลองให้ปลาได้รับสารสกัดสมุนไพร เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มปลาที่ได้รับสารสกัดกระเทียมผสมสมุนไพรอื่นๆ มีความยาวของวิลไลในลำไส้

ส่วนกลางเฉลี่ย เท่ากับ 0.071 ± 0.027 มิลลิเมตร ซึ่งแตกต่างกับอาหารกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 11, ภาพที่ 23)

อภิชัย และคณะ (2552) รายงานว่า การใช้ไขมันชั้นในสูตรอาหารสุกรมีผลต่อลักษณะความยาวของวิลไลและการพัฒนาของเซลล์บุผิวส่วนปลายยอดของวิลไลของลำไส้ ซึ่งพบว่าการพัฒนาสูงสุดในกลุ่มที่เสริมไขมันชั้นระดับ 0.2% จะมีการขยายขนาดและรอยแบ่งเซลล์ชัดเจน มัลลิกา และคณะ (2558) ทำการเสริมสารสกัดกระเทียม ไขมันชั้นและกวาวเครือขาว ในการอนุบาลปลาบู่ พบว่าการใช้สารสกัดทุกชนิด เสริมในอาหารสำเร็จรูป ที่ความเข้มข้น 0.3-1.0 % (w/w) เลี้ยงปลาบู่ทรายขนาด 2.5-3.5 กรัม เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ทำให้ผนังของทางเดินอาหารทั้ง 4 ส่วน ได้แก่ หลอดคอ กระเพาะอาหาร ลำไส้ส่วนกลาง และ ลำไส้ส่วนปลาย ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 4 ชั้น คือ mucosa, submucosa, muscularis และ serosa ของปลาบู่ที่ได้รับสารสกัดสมุนไพรไทย มีความสมบูรณ์ของโครงสร้างของเนื้อเยื่อทั้ง 4 ชั้น มากกว่ากลุ่มควบคุม รวมทั้งมีการเพิ่มจำนวนและความยาวของวิลไลในลำไส้ส่วนกลาง และลำไส้ส่วนปลาย เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของลำไส้ให้มีประสิทธิภาพในการดูดซึมและการย่อยอาหารได้ดีขึ้น และมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น 30-70 %/วัน นอกจากนี้ ยังสังเกตว่าลูกปลาบู่ทรายมีพฤติกรรมตอบสนองในการกินอาหารเพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้นได้



ภาพที่ 24 จุลกายวิภาคของลำไส้ส่วนกลางกลุ่มปลาขนาดใหญ่
ที่กำลังขยาย 10x, scale bar = 0.25 mm



ภาพที่ 25 จุลกายวิภาคของลำไส้ส่วนกลางกลุ่มปลาขนาดเล็ก
ที่กำลังขยาย 10x, scale bar = 0.25 mm

ตารางที่ 11 ความยาวของ villi บริเวณลำไส้ส่วนกลางของปลานิลที่ได้รับอาหารต่างๆ เป็นเวลา 4, 8 และ 12 สัปดาห์

Treatment	Villous height in intestine (mm)/weeks			
	0	4	8	12
C-Large	188.20±63.55 ^a	182.69±23.96 ^a	216.71±38.33 ^{ab}	230.86±52.21 ^a
C-Small	134.94±27.93 ^a	101.97±19.52 ^b	225.12±29.46 ^a	203.47±15.99 ^a
T1-Large	159.13±86.25 ^{ac}	179.92±25.12 ^a	150.57±19.23 ^b	187.19±56.12 ^a
T1-Small	170.04±17.05 ^{abc}	174.94±60.71 ^a	218.57±39.31 ^a	140.93±16.20 ^b
T2-Large	191.19±3.70 ^a	204.23±29.66 ^a	257.70±45.49 ^a	236.03±64.47 ^a
T2-Small	203.20±32.90 ^a	165.95±32.20 ^a	240.63±55.81 ^a	134.22±17.16 ^b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ±SD และตัวอักษรด้วยภาษาอังกฤษแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

Villus height of midgut, 12 weeks



ภาพที่ 26 ความยาว villi บริเวณลำไส้ส่วนกลางของปลานิลที่ได้รับอาหารต่างๆ เป็นเวลา 12 สัปดาห์

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยใช้สารสกัดสมุนไพรเสริมอาหารเพื่อเพิ่มผลผลิตของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารอินทรีย์ โดยใช้สารสกัดกระเทียม และสูตรสารสกัดกระเทียมผสมสมุนไพรอื่น 0.5%(w/w) เป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มควบคุม (C) ได้น้ำหนักปลารวมทั้งหมด เท่ากับ 51.6 kg กลุ่มปลาที่ได้รับสารสกัดกระเทียม (T1) ได้น้ำหนักปลารวมทั้งหมด เท่ากับ 52.1 kg กลุ่มปลาที่ได้รับสูตรสารสกัดกระเทียมผสมสมุนไพรอื่น (T2) ได้น้ำหนักปลารวมทั้งหมด เท่ากับ 62.3 kg ดังนั้นจากการทดลองนี้ กลุ่ม T2 ได้น้ำหนักปลารวมเพิ่มขึ้นจากกลุ่มควบคุม เท่ากับ 20.7 % ซึ่งสามารถสรุปว่า ปลาที่ได้รับสารสกัดกระเทียมและสมุนไพรอื่น ช่วยเพิ่มผลผลิตปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารอินทรีย์ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ในการทดลองและเก็บตัวอย่าง ทำการทดลองเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุม กลุ่มปลาการใช้สารสกัดกระเทียม และสูตรสารสกัดกระเทียมผสมสมุนไพรอื่น และทำการเก็บตัวอย่างปลากลุ่มละ 2 ขนาด (ขนาดใหญ่ และขนาดเล็ก) สรุปผลได้ดังนี้

ค่าการเจริญเติบโต

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (16 สัปดาห์) พบว่า ค่าน้ำหนักตัวเฉลี่ย (weight, g) ปลาในกลุ่ม T2-Large มีขนาดใหญ่กว่าปลากลุ่มอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ค่าสัดส่วนน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (weight gain, %) ปลาขนาดเล็กที่ได้รับสารสกัดกระเทียม (T1-Small) และสารสกัดกระเทียมผสมสมุนไพรอื่น (T2-Small) มีสัดส่วนน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นมากกว่าปลาขนาดเล็กของกลุ่มควบคุม (C-Small) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) คาดว่าสารสกัดสมุนไพรสามารถเร่งการเจริญเติบโตในปลาขนาดเล็กได้

ค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (specific growth rate : SGR) กลุ่มปลาที่ได้รับสารสกัดสมุนไพร (T1-Large, T1-Small, T2-Large และ T2-Small) มีค่า SGR สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน (average daily gain : ADG) ของปลาแต่ละกลุ่ม ใน พบว่า ปลาในกลุ่ม T2-Large มีค่าสูงกว่าปลากลุ่มอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ประสิทธิภาพของระบบเลือด

ทำการตรวจวัดค่าเลือด ได้แก่ ค่าเม็ดเลือดอัดแน่น (haematocrit) ค่ากิจกรรมเอนไซม์ไลโซซาม (lysozyme activity) และค่าเอนไซม์ SOD ได้ผลการทดลองดังนี้

ค่าเฉลี่ยเม็ดเลือดอัดแน่น (haematocrit) ที่สัปดาห์ 16 สิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปลาขนาดใหญ่ทุกกลุ่ม (C-Large T1-Large และ T2-Large) มีค่าเม็ดเลือดอัดแน่นสูงกว่าปลาขนาดเล็กทุกกลุ่ม (C-Small T1-Small และ T2-Small) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่าเฉลี่ยกิจกรรมเอนไซม์ไลโซซาม (lysozyme activity) ของเลือดปลา เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 16 สัปดาห์ พบว่า ปลาขนาดใหญ่ที่ได้รับสารสกัดกระเทียมผสมสมุนไพรอื่น (T2-Large) มีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ส่วนค่าเฉลี่ยเอนไซม์ SOD ในเลือดของปลาแต่ละกลุ่ม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 16 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มปลาขนาดใหญ่ที่ได้รับสารสกัดสมุนไพร T1-Large และ T2-Large มีค่า SOD ในเลือด สูงกว่าปลากลุ่มอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ประสิทธิภาพของระบบย่อยอาหาร

สำหรับค่ากิจกรรมเอนไซม์ย่อยอาหารจากระบบย่อยอาหารรวม ได้แก่ อะไมเลส (amylase) ไลเปส (lipase) ทริปซิน (trypsin) และไคโมทริปซิน (chymotrypsin) พบว่า

ค่าเฉลี่ยกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลส ในแต่ละช่วงสัปดาห์ มีความแตกต่างกัน โดยในสัปดาห์เริ่มต้น กลุ่มปลาขนาดใหญ่ (C-Large, T1-Large และ T2-Large) มีค่าสูงกว่ากลุ่มปลาขนาดเล็ก (C-Small, T1-Small และ T2-Small) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อปลาได้รับสารสกัดสมุนไพร กลุ่มปลาที่ได้รับสารสกัดสมุนไพร (T1-Large T1-Small T2-Large และ T2-Small) มีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่าเฉลี่ยกิจกรรมเอนไซม์ไลเปส ในสัปดาห์เริ่มต้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อทดลองให้สารสกัดสมุนไพรเสริมอาหาร พบว่า กลุ่มปลาที่ได้รับสารสกัดกระเทียมผสมสมุนไพรอื่น (T2-Large และ T-Small) มีค่ากิจกรรมเอนไซม์ไลเปส สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง กลุ่ม T2-Large มีค่าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่าเฉลี่ยกิจกรรมเอนไซม์ทริปซิน ในสัปดาห์เริ่มต้น กลุ่มปลาขนาดใหญ่ (C-Large, T1-Large และ T2-Large) มีค่าสูงกว่ากลุ่มปลาขนาดเล็ก (C-Small, T1-Small และ T2-Small) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อปลาได้รับสารสกัดสมุนไพร พบว่า กลุ่มปลาขนาดเล็กที่ได้รับสาร

สัปดาห์ที่ 16 พบว่า ปลาขนาดใหญ่ของกลุ่มควบคุม (C-Large) มีค่ากิจกรรมเอนไซม์ทริปซินต่ำสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่าเฉลี่ยกิจกรรมเอนไซม์โคโมทริปซิน ในแต่ละช่วงสัปดาห์ มีความแตกต่างกัน โดยในสัปดาห์เริ่มต้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อปลาได้รับสารสกัดสมุนไพร พบว่า กลุ่มควบคุมและกลุ่มปลาขนาดเล็กที่ได้รับสารสกัดกระเทียม (C-Large C-Small และ T1-Large) มีค่ากิจกรรมเอนไซม์โคโมทริปซิน สูงกว่ากลุ่มอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง สัปดาห์ที่ 16 พบว่า ปลาขนาดใหญ่ของกลุ่มควบคุม (C-Large) มีค่ากิจกรรมเอนไซม์โคโมทริปซินสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่าเฉลี่ยสัดส่วนกิจกรรมเอนไซม์ทริปซิน/กิจกรรมเอนไซม์โคโมทริปซิน (T/C ratio) พบว่า กลุ่มปลาที่มีค่า T/C ratio ต่ำ จะเป็นกลุ่มปลาขนาดเล็ก (C-Small, T1-Small และ T2-Small) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง สัปดาห์ที่ 16 กลุ่มปลา T2-Small มีค่า T/C ratio สูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยในทุกช่วงสัปดาห์ กลุ่มปลาที่ได้รับสารสกัดสมุนไพร (T1-Large T1-Small T2-Large และ T2-Small) จะมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม (C-Large และ C-Small) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ส่วนจุลกายวิภาคของลำไส้ปลา พบว่า กลุ่มปลาน้ำจืดทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็กที่ได้รับอาหารผสมสารสกัดกระเทียมและสารสกัดอื่นๆ มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางจุลกายวิภาคของลำไส้ ให้ความสมบูรณ์ของโครงสร้างเนื้อเยื่อ สมบูรณ์มากกว่าปลาน้ำจืดที่ได้รับอาหารในกลุ่มทดลองอื่นๆ

การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางจุลกายวิภาคในบริเวณลำไส้ ในปลาน้ำจืดขนาดใหญ่ที่ได้รับอาหารผสมสารสกัดกระเทียมและสารสกัดอื่นๆ มีความยาวของ villi สูงสุด ในสัปดาห์ที่ 12 เท่ากับ 236.03 ± 64.47^a มิลลิเมตร แตกต่างกับกลุ่มทดลองอื่นๆ อย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) และในกลุ่มปลาน้ำจืดขนาดเล็กที่ได้รับอาหารปลาน้ำจืดอินทรีย์ปกติ มีความยาว villi สูงสุดในสัปดาห์ที่ 12 เท่ากับ 203.47 ± 15.99^a มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกับอาหารกลุ่มต่างๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

เอกสารอ้างอิง

- จันเพ็ญ บางสำรวจ. 2553. กระเทียมกับการต้านอนุมูลอิสระ. วารสาร มคอ.วิชาการ 14(21): 113-122.
- จิราพร โรจน์ทินกร. 2542. การทดสอบประสิทธิภาพของสมุนไพรบางชนิดต่อเชื้อแอโรโมแนสไฮโดรฟิลา. สำนักวิจัยและการศึกษาต่อเนื่อง มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- จิราพร โรจน์ทินกร และอัญชลี ธรรมรงค์ศักดิ์. 2549. การแทรกษาโรคแอโรโมแนสในสัตว์น้ำโดยใช้สารสกัดเปลือกทับทิมและใบหูกวาง. การประชุมวิชาการประมง ประจำปี 2549. กรมประมง ร่วมกับ ศูนย์พัฒนาประมงเอเชียตะวันออกเฉียงใต้. หน้า 449-460.
- จิราพร โรจน์ทินกร, กุลธิดา กาญจนเทมีย์, จิรนนท์ ชานนท์, จิราพร หนูคำสวน, นฤมล รังงาม, นฤมล ลำเจียก และ สิริวรรณ เอกธรรม. 2551. ประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรไทยในการรักษาเชื้อรากลุ่ม Saprolegniasis และ Lagenidium ในสัตว์น้ำ. ทูล IRPUS ประจำปี 2551 สำนักงานสนับสนุนทุนวิจัยแห่งชาติ (สกว.).
- จิราพร โรจน์ทินกร, จงกล พรหมยะ และศรีกาญจนา คล้ายเรือง. 2552(1). สมุนไพรไทยทดแทนยาปฏิชีวนะในการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. ทุนวิจัย สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ(วช.) ปี 2547-2549.
- จิราพร โรจน์ทินกร, ธิติรัตน์ อินทร์เพ็ญ, ธีรเกียรติ กาศก้อง, นฤมล วงศ์กิจ, ประพิมพร ชันแก้ว และ อาทิตยา จาบประโคน. 2552(2). การใช้สารสกัดสมุนไพรไทยทดแทนยาปฏิชีวนะและสารเคมีเพื่อกำจัดเชื้อราในโรงเพาะฟักปลาน้ำจืด. ทูล IRPUS ประจำปี 2552 สำนักงานสนับสนุนทุนวิจัยแห่งชาติ (สกว.).
- จิราพร โรจน์ทินกร, ธีระวัฒน์ รัตนพจน์, สายทอง ไชยวงศ์, อภิเชษฐ โนภิวงศ์ และ อำพล คุ่มตระกูล. 2552(3).ฤทธิ์ของสารหว่านน้ำจืดในการต่อต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. ทูล IRPUS ประจำปี 2552 สำนักงานสนับสนุนทุนวิจัยแห่งชาติ (สกว.).
- จิราพร โรจน์ทินกร, จิตพร หลาวประเสริฐ และ อาพร ปะนาเส. 2552(4). การพัฒนาใช้สารสกัดสมุนไพรไทยทดแทนสารเคมีโดยการแช่เพื่อกำจัดเชื้อรา Saprolegniasis ในปลาสวยงาม. โครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานสนับสนุนทุนวิจัยแห่งชาติ (สกว.).
- จิราพร โรจน์ทินกร, ประจวบ ฉายบุญ และ ศุภลักษณ์ ฤทธิผล. 2552(5). การใช้สารธรรมชาติเพื่อเร่งการเจริญเติบโตในปลาบู่. โครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานสนับสนุนทุนวิจัยแห่งชาติ (สกว.).

- จิราพร โรจน์ทินกร และจิตติพร หลาวประเสริฐ. 2555. สารสกัดสมุนไพรไทยยับยั้งเชื้อราที่สำคัญในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. ทุนวิจัย สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- จิราพร โรจน์ทินกร, สุดาพร ดงศิริ และมัลลิกา สุภอักษร. 2557. การพัฒนาอาหารสำเร็จผสมสารสกัดกระเทียมที่เหมาะสมสำหรับเร่งการเจริญเติบโตใน ปลาน้ำ (Oxyeleotris marmoratus). โครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานสนับสนุนทุนวิจัยแห่งชาติ (สกว.).
- จิราพร โรจน์ทินกร และ วิวัฒน์ หวังเจริญ. 2557. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงของสารสกัดสมุนไพรที่เหมาะสมสำหรับสัตว์น้ำ. ทุนวิจัย สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- จิราพร โรจน์ทินกร, มัลลิกา สุภอักษร, กฤษณา รุ่งเรืองศักดิ์ ทอริสตัน และบัวเรียม มณีวรรณ. 2558. ผลิตภัณฑ์ผงสารสกัดสมุนไพรไทยที่เหมาะสมสำหรับปลาสัตว์และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. ทุนพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) สำนักงานสนับสนุนทุนวิจัยแห่งชาติ (สกว.).
- เพียวเหมือนวงศ์ญาติ. 2526. คู่มือการใช้สมุนไพร. เล่มที่2. กรุงเทพฯ: เมดิคัลมีเดีย. 258 น.
- มัลลิกา สุภอักษร. 2558. การพัฒนาอาหารสำเร็จผสมสารสกัดกระเทียมที่เหมาะสมสำหรับเร่งการเจริญเติบโตในปลาน้ำ (Oxyeleotris marmoratus). วิทยานิพนธ์ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขา การประมง มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 121 น.
- ประเสริฐ ทองเจริญ. 2550. กระเทียม. วารสารพุทธจีนราชเวชสาร. 24 (1) 88 – 91.
- สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์. 2555. มาตรฐานเกษตรอินทรีย์. สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ (มทก). 97 หน้า.
- อภิชัย เมฆบงวัน, จำรูญ มณีวรรณ และ กิตติพงษ์ พิทยะ. 2558. ผลการใช้ขมิ้นชันในสูตรอาหารที่มีต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต สุขภาพ และการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางจุลกายวิภาคของลำไส้สุกร. รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่. 47 น.
- Lund, I., Dalsgaard, J., Rasmussen, T. H., Holm, J. and Jokumsen, A. 2011. Replacement of fish meal with a matrix of organic plant proteins in organic trout (*Oncorhynchus mykiss*) feed, and the effects on nutrient utilization and fish performance. *Aquaculture* 321: 259-266.
- Lunger, A. N., McLean, E. and Craig, S.R. 2007. The effects of organic protein supplementation upon growth, feed conversion and texture quality parameters of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture* 264: 342-352.
- Tusche, K., Wuertz, S., Susenbeth, A. and Schulz, C. 2011. Feeding fish according to organic aquaculture guidelines EC 710/2009: Influence of potato protein concentrates containing

various glycoalkaloid levels on health status and growth performance of rainbow trout
(*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture 319: 122-131.

