รายงานผลวิจัย

เรื่อง

ศักยภาพของพืชสมุนไพรไทยและจุลินทรีย์โปรไบโอติกต่อการเจริญเติบโตและภูมิคุ้มกันของปลานิลในระบบการผลิตปลานิลอินทรีย์

Potential of Thai herbs and probiotics on growth and nonspecific immune response in organic Tilapia culture system

โครงการย่อยภายใต้ชุดโครงการ : การผลิตสัตว์เพื่อความมั่นคงและปลอดภัยทางอาหาร

โดย

เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์ และคณะ

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

2564

รหัสโครงการวิจัย มจ. 1-63-02-003.1

รายงานผลวิจัย

เรื่อง ศักยภาพของพืชสมุนไพรไทยและจุลินทรีย์โปรไบโอติกต่อการเจริญเติบโตและภูมิคุ้มกันของปลานิลในระบบการผลิตปลานิลอินทรีย์

Potential of Thai herbs and probiotics on growth and nonspecific immune response in organic Tilapia culture system

โครงการย่อยภายใต้ชุดโครงการ : การผลิตสัตว์เพื่อความมั่นคงและปลอดภัยทางอาหาร

ได้รับจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2563
จำนวน 315,000 บาท

หัวหน้าโครงการ **เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์**

ผู้ร่วมโครงการ **ชนกันต์ จิตมนัส จอมสุดา ดวงวงษา และ สุดาพร ตงศิริ**

งานวิจัยเสร็จสมบูรณ์

20 มกราคม 2564

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ให้การสนับสนุนในการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2563 จำนวนเงิน 315,000 บาท สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้และขอขอบคุณคณาจารย์ ข้าราชการและเจ้าหน้าที่ คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้และบุคคลอื่นที่มิได้กล่าวถึงในที่นี้ ที่ได้ให้ความเกื้อหนุน ทำให้การวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัย

สารบัญเรื่อง

	หน้า
สารบัญตาราง	ข
บทคัดย่อ	1
Abstract	4
คำนำ	6
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	7
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
การตรวจเอกสาร	8
อุปกรณ์และวิธีการวิจัย	11
ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย	17
สรุปผลการวิจัย	34
เอกสารอ้างอิง	35
ภาคผนวก	44

สารบัญตาราง

		หน้า
ตาราง 1	สูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงปลานิล (การทดลองที่ 1)	12
ตาราง 2	สูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงปลานิล (การทดลองที่ 2)	13
ตาราง 3	สูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงปลานิล (การทดลองที่ 3)	14
ตาราง 4	ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลานิล (การทดลองที่ 1)	17
ตาราง 5	องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลานิล (การทดลองที่ 1)	19
ตาราง 6	องค์ประกอบของภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะในเลือดปลานิล (การทดลองที่ 1)	20
ตาราง 7	คุณภาพน้ำในบ่อทดลองเลี้ยงปลานิล (การทดลองที่ 1)	21
ตาราง 8	ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลานิล (การทดลองที่ 2)	21
ตาราง 9	องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลานิล (การทดลองที่ 2)	24
ตาราง 10	องค์ประกอบของภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะในเลือดปลานิล (การทดลองที่ 2)	25
ตาราง 11	คุณภาพน้ำในบ่อทดลองเลี้ยงปลานิล (การทดลองที่ 2)	27
ตาราง 12	ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลานิล (การทดลองที่ 3)	28
ตาราง 13	องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลานิล (การทดลองที่ 3)	30
ตาราง 14	องค์ประกอบของภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะในเลือดปลานิล (การทดลองที่ 3)	32
ตาราง 15	คุณภาพน้ำในบ่อทดลองเลี้ยงปลานิล (การทดลองที่ 3)	33

ศักยภาพของพืชสมุนไพรไทยและจุลินทรีย์โปรไบโอติกต่อการเจริญเติบโตและภูมิคุ้มกันของปลานิลในระบบการผลิตปลานิลอินทรีย์

Potential of Thai herbs and probiotics on growth and nonspecific immune response in organic Tilapia culture system

เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์ ชนกันต์ จิตมนัส จอมสุดา ดวงวงษา และ สุดาพร ตงศิริ

Thepparath Ungsethaphand Chanagun Chitmanat Jomsuda Duangwongsa Sudaporn Tongsiri

คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

บทคัดย่อ

ศึกษาการใช้สารสกัดจากพืช มะขามป้อม (*Phyllanthus emblica*) หอมแดง (*Allium ascalonicum*)และ ดอกแค (*Sesbania grandiflora*) และ สารสกัดจากพืชสมุนไพร เกสรบัวหลวง (*Nelumbo nucifera*) ชะเอมเทศ (*Glycyrrhiza glabra*) และมะแข่วน (*Zanthoxylum Limonella*) ร่วมกับการใช้ *Lactobacillus acidophilus* และ ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* เสริมในอาหารทดลอง ต่อประสิทธิภาพการเติบโต องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อปลา และภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ ในการเลี้ยงปลานิล การทดลองแรก ใช้อาหารทดลอง 4 สูตร ได้แก่ อาหารเสริมวิตามินซี (VC) เป็นอาหารควบคุม, อาหารเสริมด้วยมะขามป้อม (MP), อาหารเสริมด้วยหอมแดง (HD) และ อาหารเสริมด้วยดอกแค (DK) เลี้ยงปลานิลขนาดเริ่มต้นเฉลี่ย 53 ก จำนวน 3 ซ้ำ ในกระชัง ระยะเวลาทดลอง 90 วัน ผลการทดลองพบว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วย VC, MP และ HD มีน้ำหนักสุดท้าย, น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น, อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วย DK อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) อัตราการแลกเนื้อ (FCR) ของปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริม DK และ HD มีค่าต่ำกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม VC อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) แต่ไม่แตกต่างกับปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริม MP (p>0.05) อัตราการรอดตาย ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในอาหารทดลองทุกสูตรกับชุดควบคุม (p>0.05) หลังเสร็จสิ้นการทดลอง พบว่า ปริมาณโปรตีนในเนื้อปลาที่เลี้ยงด้วยอาหาร HD มีค่าต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) เมื่อเทียบกับปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรอื่น แต่ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหาร MP มีปริมาณโปรตีนในเนื้อปลาไม่แตกต่างจากอาหารควบคุม (VC) นอกจากนี้ยังพบว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหาร MP มี

ปริมาณฮีมาโตคริต และปริมาณโปรตีนในซีรัม สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหาร DK อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) แต่ไม่แตกต่าง (p>0.05) จากชุดควบคุม (VC) สูตรอาหารที่ต่างกันในการทดลองครั้งนี้ไม่ส่งผลต่อ ปริมาณ ซีรัมไลโซไซม์ ปริมาณเม็ดเลือดแดง และปริมาณเม็ดเลือดขาว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) การทดลองที่สอง ศึกษาการใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพร เกสรบัวหลวง (*Nelumbo nucifera*) ชะเอมเทศ (*Glycyrrhiza glabra*) และมะแข่วน (*Zanthoxylum Limonella*) เสริมในอาหารทดลอง ต่อประสิทธิภาพการเติบโต และภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ ในการเลี้ยงปลานิล ใช้อาหารทดลอง 4 สูตร ได้แก่ อาหารเสริมวิตามินซี เป็นอาหารควบคุม (CT), อาหารเสริมด้วยเกสรบัวหลวง 0.05% (NN) , อาหารเสริมด้วยชะเอมเทศ 0.05% (GG) และ อาหารเสริมด้วยมะแข่วน 0.05% (ZL) เลี้ยงปลานิลขนาดเริ่มต้นเฉลี่ย 46.4 ก จำนวน 3 ซ้ำ ในกระชัง ระยะเวลาทดลอง 90 วัน ผลการทดลองพบว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วย NN มีน้ำหนักสุดท้าย, น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น, อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร CT และ ZL อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) อัตราการแลกเนื้อ (FCR) และอัตราการรอดตาย ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในอาหารทดลองทุกสูตร (p>0.05) หลังเสร็จสิ้นการทดลอง พบว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองทุกสูตร (NN, GG และ ZL) มีปริมาณโปรตีนสูงกว่า CT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) และ ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหาร NN และ GG มีปริมาณฮีมาโตคริต สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหาร ZL อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) แต่ไม่แตกต่าง (p>0.05) จากชุดควบคุม (CT) ปริมาณ ซีรัม ไลโซไซม์ และเม็ดเลือดแดง ในปลาที่เลี้ยงด้วยอาหาร GG มีค่าสูงกว่า CT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) แต่ไม่แตกต่าง (p>0.05) จาก NN และ ZL สูตรอาหารที่ต่างกันในการทดลองครั้งนี้ไม่ส่งผลต่อ ปริมาณ พลาสมา โปรตีน และปริมาณเม็ดเลือดขาว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) การทดลองที่สาม ใช้อาหารทดลอง 4 สูตร โดยใช้อาหารเสริมเกสรบัวหลวง (NN) และอาหารเกสรบัวหลวงผสมกับ *L. acidophilus* 0.2% (LA) อาหารเกสรบัวหลวงผสมกับ ยีสต์ (*S. cerevisiae*) 0.2% (SC) และอาหารเกสรบัวหลวงผสมกับ *L. acidophilus* 0.2% ร่วมกับยีสต์ (*S. cerevisiae*) 0.2% (LS) ตามลำดับ เลี้ยงปลานิลขนาดเริ่มต้นเฉลี่ย 47.5 กรัม จำนวน 3 ซ้ำ ในกระชัง ระยะเวลาทดลอง 90 วัน ผลการทดลองพบว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหาร SC มีน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม และอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหาร NN อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) แต่ไม่แตกต่างจากปลาที่เลี้ยงด้วยอาหาร LA และ LS ผลของอาหารทดลองต่อ FCR และอัตรารอด ของปลานิลในการทดลองครั้งนี้ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(p>0.05) หลังเสร็จสิ้นการทดลอง พบว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหาร LA และ SC ปริมาณโปรตีนในเนื้อสูงกว่าปลาที่

เลี้ยงด้วยอาหาร CT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) และปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหาร SC มีปริมาณ hematocrit (Ht) serum lysozyme และปริมาณ red blood cell (RBC) สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหาร NN อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) อย่างไรก็ตาม สูตรอาหารที่ต่างกันในการทดลองครั้งนี้ไม่ส่งผลต่อปริมาณ plasma protein และ white blood cell (WBC) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) ผลการทดลองในครั้งนี้สรุปได้ว่า สามารถใช้สารสกัดจากมะขามป้อม เสริมในอาหารทดลองเลี้ยงปลานิลแทนการใช้วิตามินซี โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อปลา และภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ และการใช้เกสรบัวหลวง ร่วมกับยีสต์ *S. cerevisiae* เสริมในอาหารทดลองส่งผลให้ปลานิลมีอัตราการเจริญเติบโต ดีกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม

คำสำคัญ: ปลานิล; โปรไบโอติก; พืชสมุนไพร; ภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ; องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อปลา

ABSTRACT

The effect of plant extracts (*Phyllanthus emblica Allium ascalonicum* and *Sesbania grandiflora*) and the effect of plant extracts (*Nelumbo nucifera*, *Glycyrrhiza glabra* and *Zanthoxylum Limonella*) incorporated with the effect of *Lactobacillus acidophilus* and yeast, *Saccharomyces cerevisiae* on growth performance, meat chemical composition and non-specific immune of tilapia was investigated. The first trial, tilapia fingerlings (initial weight 53 g) were allocated into triplicate nylon net hapas and were fed one of four treatment diets: diet supplemented with vitamin C (control), diet supplemented with *Phyllanthus emblica* (MP), diet supplemented with *Allium ascalonicum* (HD) and diet supplemented with *Sesbania grandiflora* (DK) for 90 days. The results showed that fish fed diet of MP HD and VC significantly (p<0.05) enhanced growth performance (final weight, weight gain, average daily weight gain – ADG) compared with DK group. There were no significant differences on survival rate among groups fed with different diets. The fish meat protein content was significantly (p<0.05) lower in fish fed DK diet. The hematocrit and plasma protein levels were significantly higher (p<0.05) when fish fed with MP than those fed DK. However, serum lysozyme red blood cell and white blood cell levels were not influenced by the treatments. The second trial, tilapia fingerlings (46.6 g) were allocated into triplicate nylon net cages and were fed one of four treatment diets: diet supplemented with vitamin C (CT, control diet), diet supplemented with *Nelumbo nucifera* 0.05% (NN), diet supplemented with *Glycyrrhiza glabra* 0.05% (GG) and diet supplemented with *Zanthoxylum limonella* 0.05% (ZL) for 90 days. The results showed that fish fed diet of NN significantly (p<0.05) enhanced growth performance (final weight, weight gain, average daily weight gain – ADG) compared with CT and ZL groups. There were no significant differences on FCR and survival rate among groups fed with different diets. All experimental diets (NN, GT and ZL) significantly (p<0.05) increased protein content in fish meat compared to the control group (CT). The hematocrit levels was significantly higher (p<0.05) when fish fed with NN and GG than those fed ZL. Serum lysozyme and red blood cell were significantly higher (p<0.05) in fish fed GG compared with CT. However, plasma protein and white blood cell levels were not influenced by the treatments. The third trial, tilapia fingerlings (initial weight 47.5 g) were allocated into triplicate nylon net and were fed one of four treatment diets: diet supplemented with *Nelumbo nucifera* 0.05% (NN), diet supplemented with NN and *L. acidophilus* 0.2% (LA), NN and *Saccharomyces cerevisiae* 0.2% (SC) and NN and *L. acidophilus* 0.2% + *S. cerevisiae* 0.2% (LS) for 90 days. The results showed that fish

fed diet SC significantly (p<0.05) enhanced growth performance (final weight, weight gain, average daily weight gain – ADG) compared with NN, while there was no significant difference (p>0.05) in growth parameters in the fish fed diets SC LA and LS. There were no significant differences on feed conversion ratio (FCR) and survival rate among groups fed with different diets. Fish fed diets LA and SC exhibited significant (p<0.05) higher protein in meat compared with NN. The hematocrit, serum lysozyme and red blood cell were significantly higher (p<0.05) when fish fed with SC than those fed NN. However, plasma protein and white blood cell levels were not influenced by the treatments. The results presented in the current study demonstrated that *Phyllanthus emblica* extract can supplement in diet replaced vitamin C without adverse effects on growth parameters, non-specific immune response and fish meat chemical compositions of tilapia, and supplementation of NN and *S. cerevisiae* 0.2% (SC) enhanced growth performance of tilapia.

Key word: Tilapia; Probiotic; Plant herb; Non-specific immune; Meat chemical composition

คำนำ

ในภาวะปัจจุบันการเลี้ยงสัตว์น้ำเชิงอุตสาหกรรม และสภาวะแวดล้อมที่เสื่อมโทรมลง การใช้ยาปฏิชีวนะในการเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นสาเหตุให้ยาปฏิชีวนะที่ตกค้างในตัวสัตว์น้ำและถ่ายทอดต่อมายังผู้บริโภค ส่งผลเสียทำให้เชื้อแบคทีเรียพัฒนาตัวเองจนเป็นสายพันธุ์ที่ทนทานต่อยาปฏิชีวนะ (FAO, 2002) การศึกษาแนวทางในการผลิตสัตว์น้ำโดยไม่ใช้ยาปฏิชีวนะและสารเคมีจึงเป็นแนวทางสำคัญเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ คือกระบวนการผลิตสัตว์น้ำ เพื่อให้ได้ผลิตผลหรือผลิตภัณฑ์ ที่เป็นไปตามหลักการและมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ เพื่อที่จะให้ได้ผลิตผลหรือผลิตภัณฑ์จากกระบวนการ ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ปลอดภัยต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค หลักการสำคัญของเกษตรอินทรีย์ก็คือ การห้ามใช้ สิ่งที่ผ่านการดัดแปรพันธุกรรม ปุ๋ยเคมี ฮอร์โมนสังเคราะห์ ยาปฏิชีวนะ ยาที่มาจากสารเคมีสังเคราะห์ และสารที่นอกเหนือจากรายการที่อนุญาต และกรณีให้อาหาร อาหารต้องผลิตจากส่วนผสมที่ได้รับมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ (มาจากเกษตรทั่วไปไม่เกิน 15% แห้ง) ห้ามใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นสารเคมีและสารสังเคราะห์ เช่น ยาปฏิชีวนะ สารเร่งการเจริญเติบโต สารกระตุ้นการกินอาหาร ฮอร์โมน กรดอะมิโน สารให้สี (pigment) สารเหนียว (binder) สารกันบูด แอนติออกซิแดนท์ และกระบวนการสกัดด้วยตัวทำละลาย (เช่น เฮกเซน) ให้ใช้วิตามิน ธาตุอาหารรอง และสารเสริม ที่มาจากแหล่งธรรมชาติ (สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์, 2555)

ดังนั้นในการผลิตสัตว์น้ำอินทรีย์ จึงจำเป็นต้องใช้สารจากธรรมชาติมาใช้ในกระบวนการผลิตทดแทนการใช้สารเคมี มีการวิจัยหลายชิ้นในต่างประเทศที่กล่าวถึงการใช้สมุนไพรเครื่องยาจีนและเกาหลีผสมในอาหารสามารถช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันไม่จำเพาะและการเจริญเติบโตในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Yin และคณะ, 2009; Harikrishnan และคณะ, 2010 a; Harikrishnan และคณะ, 2010 b) นอกจากนี้ Harikrishnan และคณะ (2011) ยังพบว่า การใช้พืชสมุนไพรร่วมกับจุลินทรีย์โปรไบโอติกผสมในอาหารสามารถช่วยส่งเสริมกันในการช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันและการเจริญเติบโตในปลา olive flounder

มีสมุนไพรไทยหลายชนิดที่ใช้เป็นเครื่องยาไทยและมีสรรพคุณในการเป็นสารต่อต้านอนุมูลอิสระ หรือยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ยังไม่มีการวิจัยในการใช้ประโยชน์ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เช่น *Nelumbo nucifera* (เกสรบัวหลวง), *Phyllanthus emblica* (มะขามป้อม), *Allium ascalonicum* (หอมแดง), *Sesbania grandiflora* (ดอกแค), *Glycyrrhiza uralensis* (ชะเอมเทศ), *Zanthoxylum sp.* (มะแข่วน) เป็นต้น

นอกจากนี้ผลของการใช้สมุนไพรร่วมกับจุลินทรีย์โปรไบโอติก เพื่อเสริมการทำงานในลักษณะ symbiotic ยังมีการศึกษากันน้อยมาก

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ปลอดสารพิษและผลิตภัณฑ์อินทรีย์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงและเป็นที่ต้องการของกลุ่มผู้บริโภคที่ใส่ใจต่อสุขภาพและมีกำลังซื้อสูง เป็นตลาดเฉพาะทางที่มีช่องทางจัดจำหน่ายในร้านค้าปลีกสมัยใหม่ ดังนั้นการวิจัยด้านศักยภาพของพืชสมุนไพรไทยและจุลินทรีย์โปรไบโอติกในระบบการผลิตปลานิลอินทรีย์ จึงเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาผลของการใช้ สมุนไพรไทย เสริมในอาหารต่อการเจริญเติบโตและภูมิต้านทานแบบไม่เฉพาะในการเลี้ยงปลานิล

2. ศึกษาผลของการใช้ สมุนไพรไทย ร่วมกับ โปรไบโอติก (probiotic) ยีสต์ และ *Lactobacillus acidophilus* เสริมในอาหารต่อการเจริญเติบโตและภูมิต้านทานแบบไม่เฉพาะในการเลี้ยงปลานิล

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เขียนบทความทางวิชาการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ หรือเสนอผลงานในที่ประชุมวิชาการ
2. บูรณาการกับการจัดการเรียนการสอนและถ่ายทอดความรู้สู่เกษตรกร
3. เจ้าหน้าที่ และผู้ที่เกี่ยวข้อง สามารถนำผลการวิจัยไปเผยแพร่สู่เกษตรกรได้
4. เป็นแหล่งข้อมูลแก่เกษตรกร เกษตรกรนำผลงานวิจัยที่ได้ไปพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรอินทรีย์

การตรวจเอกสาร

การใช้สมุนไพรร่วมกับจุลินทรีย์โปรไบโอติก เพื่อเสริมการทำงานในลักษณะ symbiotic ยังมีการศึกษากันน้อยมาก

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ปลอดสารพิษและผลิตภัณฑ์อินทรีย์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงและเป็นที่ต้องการของกลุ่มผู้บริโภคที่ใส่ใจต่อสุขภาพและมีกำลังซื้อสูง เป็นตลาดเฉพาะทางที่มีช่องทางจัดจำหน่ายในร้านค้าปลีกสมัยใหม่ ดังนั้นการวิจัยด้านศักยภาพของพืชสมุนไพรไทยและจุลินทรีย์โปรไบโอติกในระบบการผลิตปลานิลอินทรีย์ จึงเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เป็นที่ทราบกันในวงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำว่าวิตามินซี เป็นวิตามินละลายน้ำที่สำคัญ และในการเลี้ยงปลามีความจำเป็นต้องเสริมวิตามินซีลงในอาหารเพื่อป้องกันอาการที่เกิดจากการขาดวิตามินซี แต่เนื่องจากวิตามินซีในรูปแบบปกติ (L ascorbic acid) มีความคงทนต่ำ สามารถใช้ในการป้องกันอาการขาดวิตามินซีในสัตว์น้ำได้ แต่ต้องใช้ในปริมาณที่สูงกว่าวิตามินซีรูปแบบอื่นๆ โดยเสริมให้สูงกว่าปริมาณที่ต้องการจริง 4-5 เท่า เช่นในปลากดเหลืองจำเป็นต้องเสริมวิตามินซีในรูปแบบปกติลงในอาหารอย่างต่ำ 500 มก/อาหาร 1 กก จึงทำให้ปลาเจริญเติบโตได้ดี ไม่แสดงอาการขาดวิตามินซี (วุฒิพร, 2539 และ 2541)

ปลานิลจะแสดงอาการขาดวิตามินซี หากได้รับวิตามินซีจากอาหารไม่เพียงพอ ทำให้การเจริญเติบโตลดลง ครีบและเหงือกเปื่อย (Lim, 1996 และ Tacon, 1985) Soliman และคณะ (1994) ศึกษาถึงความต้องการของวิตามินซี ของปลานิล แนะนำว่า ระดับวิตามินซีที่แนะนำการเสริมในอาหารปลานิลอยู่ที่ระดับ 125 มก/อาหาร 100 ก เมื่อผ่านขบวนการผลิตและเก็บรักษา แล้วจะเหลือวิตามินซีประมาณ 42 มก/อาหาร 100 ก ซึ่งเพียงพอกับความต้องการของปลานิล

มะลิและคณะ (2533) ได้ศึกษาความต้องการวิตามินซีของลูกปลากะพงขาวในน้ำเค็ม พบว่าระดับวิตามินซีในอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตคือ 500 – 700 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร และที่ระดับวิตามินซี 1,100 มก/กก อาหารมีความจำเป็นต่อการรักษาระดับความปกติของวิตามินซีในเนื้อเยื่อปลา

มีงานวิจัยจำนวนมากกล่าวถึงปริมาณของวิตามินซีในผัก ผลไม้พื้นเมืองของไทยหลายชนิดว่ามีปริมาณวิตามินซีที่สูงมาก น่าจะมีศักยภาพในการนำมาใช้ทดแทนวิตามินซีในรูปสารเคมีที่ใช้กันในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เช่น Maisuthisakul และคณะ (2008) รายงานว่า มะขามป้อม หอมแดง และดอกแค ถือ

เป็นสมุนไพรไทยที่มีวิตามินซีในปริมาณที่สูงกว่าชนิดอื่นๆ โดยมีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 636.0, 616.4 และ 485.7 มก/100 ก น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

ซึ่งการใช้พืชหรือสมุนไพรผสมในอาหารเลี้ยงสัตว์นั้นมีการใช้ทั้งในรูปของการผสมโดยตรงและการสกัดเอาสารสำคัญออกมาด้วยน้ำหรือตัวทำละลายแล้วจึงผสมลงในอาหาร Pacharawan และคณะ (2008) รายงานว่าการทดลองใช้ใบฝรั่งบดแห้งเปรียบเทียบกับสารกัดจากใบฝรั่งด้วยตัวทำละลายผสมในอาหารเลี้ยงปลานิลด้วยสัดส่วน 1:4 w/w และ 1:24 w/w ตามลำดับ สามารถให้ผลในการต้านทานเชื้อ *Aromonas hydrophila* ได้ไม่แตกต่างกัน (p>0.05)

Yin และคณะ (2009) รายงานว่า การใช้สมุนไพรจีน 2 ชนิด คือ *Astragalus membranaceus* ปักคี้ 0.5% ผสมกับ *Ganoderma lucidum* เห็ดหลินจือ 0.5% ในอาหารสามารถเสริมภูมิต้านทานแบบไม่จำเพาะ และต้านทานเชื้อ *Aeromonas hydrophila* ในปลาไน Harikrishnan และคณะ (2010 a) รายงานว่าการใช้สมุนไพร *Curcuma longa* ขมิ้นชัน, *Oscimum sanctum* กระเพรา และ *Azadirachta indica* สะเดา อัตราส่วน 1:1:1 ผสมในอาหาร 100 และ 200 มก/กก ช่วยเพิ่มภูมิต้านทานแบบไม่จำเพาะในปลาทอง และ Harikrishnan และคณะ (2010 b) พบว่า การใช้สารสะกัดจากใบของ *Punica granatum* ทับทิม, *Chrysanthemum cinerariaefolium* ไพรีทรัม, *Zanthoxylum schinifolium* พริกเสฉวน หรือ ชวงเจีย วงศ์เดียวกับมะแข่วน อัตราส่วน 1:1:1 ผสมในอาหาร ช่วยเพิ่มภูมิต้านทานแบบไม่จำเพาะในปลา olive flounder Qiao และคณะ (2011) รายงานว่า สมุนไพรจีน ได้แก่ *Wolfiporia extensa* (poris cocos) เห็ดฝูหลิง, *Rhizoma Atractylodis* โกฐเขมา, *Codonopsis pilosula* ตังเซียม, *Nelumbo nucifera* เกสรบัวหลวง, *Glycyrrhiza uralensis* (Licorice root) ชะเอมเทศ, *Angelica sinensis* (Chinese *Angelica*) โสมตังกุย ผสมรวมกัน 0.5% ร่วมกับวิตามินซี 0.2% ช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันในกุ้งขาว

นอกจากนี้ Harikrishnan และคณะ (2011) ยังพบว่า การใช้พืชสมุนไพรร่วมกับจุลินทรีย์โปรไบโอติกผสมในอาหารสามารถช่วยส่งเสริมกันในการช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันและการเจริญเติบโตในปลา olive flounder (*Paralichthys olivaceus*)

ในด้านการใช้จุลินทรีย์ probiotic เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำนั้น มีรายงานการใช้ *Bacillus* spp กันอย่างกว้างขวาง He และคณะ (2013) รายงานว่า การใช้ *Bacillus subtilis* $1x10^{10}$ CFU/g ผสมในอาหารเลี้ยงปลาคาร์ฟ (*Cyprinus carpio*) ทำให้ปลาลดความเครียดและมีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น แต่หากลดความเข้มข้นลงเหลือ $2.5x10^{5}$ CFU/g และ $5x10^{5}$ CFU/g ในอาหารเลี้ยงปลานิลลูกผสมกลับไม่ส่งผลต่อการเติบโตที่แตกต่างจากอาหารควบคุม (He และคณะ, 2013) และ Cha และคณะ (2013) พบว่า การผสม *Bacillus subtilis* ในอัตรา 0.5% ลงในอาหารเลี้ยงปลา Olive flounder ทำให้ปลามีประสิทธิภาพการเติบโต และระดับของ innate immunity เพิ่มขึ้น

Panigrahi และคณะ (2005) ทดลองใช้ probiotic (*Lactobacillus rhamnosus*) ในสภาวะ heat-killed, live-sprayed และ freeze-dried เสริมในอาหารปลา rainbow trout พบว่า probiotic ในสภาวะ live-sprayed และ freeze-dried สามารถช่วยเพิ่ม phagocytic และ plasma immunoglobulin ในปลาได้ นอกจากนี้ Pirarat และคณะ (2006) ใช้ probiotic ชนิดเดียวกันนี้เสริมในอาหารเลี้ยงปลานิล พบวาช่วยเพิ่ม phagocytic และช่วยเพิ่มความต้านทานโรคที่เกิดจาก เชื้อ *Edwardsiella tarda* ได้

Lara-Flores และคณะ (2003) ทดลองใช้ probiotic 3 ชนิด (*Streptococcus faecium, Lactobacillus acidophilus* และ yeast) เสริมในอาหารเลี้ยงปลานิล พบว่า ทั้ง 3 ชนิดช่วยเสริมประสิทธิภาพการเติบโตของปลานิลได้ดีกว่าปลานิลกลุ่มที่ได้รับอาหารปกติ

แต่การใช้ probiotic ให้มีประสิทธิภาพยังคงมีปัญหาในทางปฏิบัติ เพราะประสิทธิภาพของ probiotic นั้นขึ้นอยู่กับชนิดของ bacteria และปริมาณความหนาแน่นของเซลล์ ในลำไส้ ซึ่งความหนาแน่นของเซลล์ ต้องไม่ต่ำกว่า 10^7 CFU/g อาหารที่สัตว์น้ำบริโภคจึงจะได้ผล (Gomes และ Malcata, 1999)

Li และ Gatlin III (2005) ทดลองใช้ prebiotic (GroBiotic)และ probiotic (brewers yeast) เสริมในอาหารเลี้ยงปลา hybrid striped bass เป็นเวลา 21 สัปดาห์ พบว่า ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้งสองสูตรมีการเจริญเติบโตและต้านทานต่อโรคจากเชื้อ Mycrobacterial ได้ดีกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ดังนั้นการใช้ พืชสมุนไพรไทย ร่วมกับ probiotic เสริมในอาหารเลี้ยงปลานิล เพื่อช่วยเสริมสร้างภูมิต้านทานโรค และการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ ทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะและสารเคมีเพื่อระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ จึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจในการศึกษา เช่นเดียวกับที่ประสบความสำเร็จอย่างดีในการใช้กับสัตว์ปีกและสุกร

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การเตรียมหน่วยทดลอง

ใช้กระชังทำด้วยตาข่ายไนลอน ขนาด 1.8×3.0×1.2 ม. (กว้าง×ยาว×ลึก) ขึงในบ่อดินขนาด 1,000 ตร.ม. ด้วยเสาไม้ไผ่ให้ก้นกระชังอยู่เหนือระดับพื้นบ่ออย่างน้อย 0.5 ซม. รักษาระดับให้ขอบด้านบนของกระชังอยู่เหนือผิวน้ำ 20 ซม. เพื่อให้มีส่วนของกระชังแช่อยู่ในน้ำ 100 ซม. ตลอดการทดลอง

สัตว์ทดลอง

ใช้ลูกปลานิลจากโครงการผลิตปลานิลอินทรีย์ โดยนำลูกปลามาพักให้ปรับตัวในกระชังขนาด 5 ตร.ม. ด้วยความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม เป็นเวลา 18 ชม. ก่อนทำการสุ่มนับและชั่งน้ำหนักลูกปลาเริ่มต้นเพื่อปล่อยลงเลี้ยงในกระชังทดลอง ด้วยความหนาแน่น 10 ตัว/ตร.ม. ให้อาหารด้วยอาหารควบคุมเป็นเวลา 7 วันเพื่อให้ปลาปรับสภาพ ก่อนเริ่มให้อาหารทดลอง อัตราอาหารที่ให้ตลอดการทดลองของทุกการทดลอง คือ 5% ของน้ำหนักตัว/วัน วันละ 2 ครั้ง (0900-1000 น. และ 1500-1600 น.) ปรับปริมาณอาหารที่ให้ ทุก 14 วัน

การสกัดสารจากสมุนไพร

นำสมุนไพรมาล้างด้วยน้ำดื่มบริสุทธิ์ แล้วผึ่งให้แห้งในที่ร่มเป็นเวลา 10 วัน จนน้ำหนักคงที่ บดสมุนไพรให้ละเอียดด้วยเครื่องบดสับ นำสมุนไพรที่บดแล้วผสมน้ำกลั่นในอัตราส่วน สมุนไพร 10 ก ต่อสารละลายเอทานอล 70% 100 มล ใส่ในขวดพวงชมพู ปิดปากขวดด้วยแผ่นอะลูมิเนียม เขย่าด้วยเครื่องเขย่าอัตโนมัติ ทิ้งไว้ 7 วัน กรองด้วยผ้าขาวบาง นำไประเหยด้วยเครื่อง rotary vacuum เก็บสารสกัดที่ได้ไว้ในตู้แช่แข็ง -20 ซ ตามวิธีการของ Harikrishnan และคณะ (2010 b) จนกว่าจะนำไปใช้ผสมอาหารทดลอง โดยละลายสารสกัดในน้ำกลั่นตามปริมาณที่ต้องการก่อนผสมในอาหารทดลอง

อาหารทดลอง

ผลิตอาหารทดลองด้วยวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้โดยทั่วไป ได้แก่ ปลาป่น รำละเอียด ปลายข้าว กากถั่วเหลือง ปริมาณโปรตีน 30% และมีพลังงานเท่ากันทุกสูตร อัดเม็ดด้วยเครื่องบดเนื้อ อาหารที่ผลิตได้จะนำไปอบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 35° ซ ประมาณ 6 ชม. เพื่อให้มีความชื้นเหลืออยู่ประมาณ 10% บรรจุอาหารทดลองในถุงพลาสติกแล้วเก็บรักษาไว้ในตู้เย็น อุณหภูมิ –20° ซ ตลอดช่วงเวลาของการทดลอง

การวางแผนการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาการใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพร ทดแทนวิตามินซี เสริมในอาหารทดลอง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเติบโต และภูมิคุ้มกันในการเลี้ยงปลานิล

วางแผนการทดลอง แบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ ผลิตอาหารทดลอง จำนวน 4 สูตร ใช้อาหารที่เสริมด้วยวิตามินซี 500 มก/อาหาร 1 กก เป็นอาหารควบคุม ส่วนอาหารอีก 3 สูตร ได้แก่ อาหารที่เสริมด้วยสารสกัดจาก มะขามป้อม หอมแดง และดอกแค ด้วยวิธีการสกัดของ Harikrishnan และคณะ (2010 b) ในปริมาณที่เท่ากับ วิตามินซี 500 มก/อาหาร 1 กก และปรับให้มีปริมาณโปรตีนในอาหารเท่ากับอาหารควบคุม โดยคำนวณจากปริมาณวิตามินซีและโปรตีนในพืชสมุนไพรดังกล่าวตามรายงานของ Maisuthisakul และคณะ (2008) ระยะเวลาการทดลอง 90 วัน

ชนิดของอาหารทดลอง			
เสริมวิตามินซี (VC) (control)	เสริม สารสกัด มะขามป้อม (MP)	เสริม สารสกัด หอมแดง (HD)	เสริม สารสกัด ดอกแค (DK)
3 ซ้ำ	3 ซ้ำ	3 ซ้ำ	3 ซ้ำ

Table 1 Ingredients of the experimental diets

	Diets			
Ingredients (%)	VC	MP	HD	DK
Fish meal	20.00	20.00	20.00	20.00
Rice bran	36.50	36.40	36.64	35.35
Soybean meal	30.50	30.57	30.55	30.75
Broken rice	12.50	12.24	12.00	12.87
Vitamin C	0.05	0	0	0
Phyllanthus emblica	0	0.79	0	0
Allium ascalonicum	0	0	0.81	0
Sesbania grandiflora	0	0	0	1.03
Crude protein (%)	30.0	30.0	30.0	30.0
Gross energy (Kcal/100 g)	375.99	374.82	374.73	373.85

การทดลองที่ 2 ศึกษาการใช้สมุนไพรเครื่องยาไทย เสริมในอาหารทดลอง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเติบโต และภูมิคุ้มกันในการเลี้ยงปลานิล

วางแผนการทดลอง แบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ ผลิตอาหารทดลอง จำนวน 4 สูตร ใช้อาหารที่เสริมด้วยวิตามินซี 500 มก/อาหาร 1 กก (0.05%) เป็นอาหารควบคุม ส่วนอาหารอีก 3 สูตร ได้แก่ อาหารที่เสริมด้วยสารสกัดจากเกสรบัวหลวง (*Nelumbo nucifera*) 0.05% ชะเอมเทศ (*Glycyrrhiza glabra*) 0.05% และมะแข่วน (*Zanthoxylum Limonella*) 0.05% ด้วยวิธีการสกัดของ Harikrishnan และคณะ (2010 b) และปรับให้มีปริมาณโปรตีนในอาหารเท่ากับอาหารควบคุม ระยะเวลาการทดลอง 90 วัน

ชนิดของอาหารทดลอง			
เสริมวิตามินซี (CT) (control)	เสริม สารสกัดเกสรบัวหลวง (NN)	เสริม สารสกัดชะเอมเทศ (GG)	เสริม สารสกัดมะแข่วน (ZL)
3 ซ้ำ	3 ซ้ำ	3 ซ้ำ	3 ซ้ำ

Table 2 Ingredients of the experimental diets

	Diets			
Ingredients (%)	CT	NN	GG	ZL
Fish meal	20.00	20.00	20.00	20.00
Rice bran	36.65	36.65	36.65	36.65
Soybean meal	30.50	30.50	30.50	30.50
Broken rice	12.80	12.80	12.80	12.80
Vitamin C	0.05	0	0	0
Lotus stamen *(Nelumbo nucifera)*	0	0.05	0	0
Glycyrrhiza glabra	0	0	0.05	0
Zanthoxylum Limonella	0	0	0	0.05
Crude protein (%)	30.0	30.0	30.0	30.0
Gross energy (Kcal/100 g)	377.7	377.7	377.8	377.8

การทดลองที่ 3 ศึกษาการใช้สมุนไพรไทย ร่วมกับ probiotic เสริมในอาหารทดลอง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเติบโต และภูมิคุ้มกันในการเลี้ยงปลานิล

วางแผนการทดลอง แบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ โดยผลิตอาหารทดลอง จำนวน 4 สูตร ใช้อาหารที่เสริมด้วยวิตามินซี 500 มก/อาหาร 1 กก เป็นอาหารควบคุม ส่วนอาหารอีก 3 สูตร ได้แก่ อาหารที่เสริมด้วยสมุนไพรที่ได้ผลดีจากการทดลองที่สอง คือเกสรบัวหลวง (NN) เสริมด้วยเกสรบัวหลวงและ *Lactobacillus acidophilus* 0.2% (LA) อาหารที่เสริมด้วยเกสรบัวหลวงและ yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) 0.2% (SC) และอาหารที่เสริมด้วยเกสรบัวหลวงและ *L. acidophilus* 0.2% ผสม yeast (*S. cerevisiae*) 0.2% (LS) ตามลำดับ ระยะเวลาการทดลอง 90 วัน

ชนิดของอาหารทดลอง			
เสริมชะเอมเทศ (NN)	เสริม *L. acidophilus* 0.2% (LA)	เสริม yeast 0.2% (SC)	เสริม *L. acidophilus* 0.2% +yeast 0.2% (LS)
3 ซ้ำ	3 ซ้ำ	3 ซ้ำ	3 ซ้ำ

Table 3 Ingredients of the experimental diets

	Diets			
Ingredients (%)	NN	LA	SC	LS
Fish meal	20.00	20.00	20.00	20.00
Rice bran	37.00	36.75	36.65	36.55
Soybean meal	30.50	30.50	30.50	30.50
Broken rice	12.45	12.50	12.60	12.50
Vitamin C	0.05	0	0	0
Lotus stamen (*Nelumbo nucifera*)	0	0.05	0.05	0.05
Lactobacillus acidophilus	0	0.20	0	0.20
Saccharomyces cerevisiae	0	0	0.20	0.20
Crude protein (%)	30.0	30.0	30.0	30.0
Gross energy (Kcal/100 g)	377.8	376.9	376.9	376.2

การวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมี

การวิเคราะห์อาหารทดลองและองค์ประกอบของเนื้อปลา (meat chemical composition)

วิเคราะห์หาองค์ประกอบของสารอาหารในอาหารทดลอง และเนื้อปลา เมื่อสิ้นสุดการทดลอง โดยวิธีการดังต่อไปนี้ วิเคราะห์หาโปรตีนโดย micro-Kjeldahl, ไขมันโดยวิธี dichloromethane extraction ตาม Soxlhet method, เยื่อใย โดยวิธี fritted glass crucible, เถ้า โดยการเผาใน muffle furnace 550° ซ 12 ชม. และความชื้น โดยการอบแห้งในตู้อบ 105° ซ 24 ชม. ตามวิธีการของ AOAC (1990)

การตรวจสอบระบบภูมิคุ้มกัน (non-specific immune responses)

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง สุ่มตัวอย่างปลาในแต่ละชุดการทดลองมาทดสอบระบบภูมิคุ้มกันโรค โดยวางยาสลบปลาด้วย MS222 80 มก/ล ในน้ำที่มีการให้อากาศตลอดเวลา สุ่มเก็บตัวอย่างเลือดจากปลาซ้ำละ 3 ตัว เก็บตัวอย่างเลือดจากบริเวณโคนครีบหางปลาตัวละประมาณ 0.5 มิลลิลิตร โดยใช้เข็มเบอร์ 25G ตามวิธีการของ CCAC (2005) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

(1) นำตัวอย่างเลือดใส่หลอด microhematocrit แล้วนำไปปั่นที่ 10,000 rpm นาน 5 นาที คำนวณหาเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดอัดแน่น (Packed cell volume, %PCV)

(2) เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 °ซ 24 ชั่วโมง เพื่อให้เลือดแข็งตัว จากนั้นนำไปปั่นแยกซีรั่มที่ความเร็ว 3,000 รอบเป็นเวลา 10 นาที เก็บซีรั่มไว้ที่อุณหภูมิ –20 °ซ จนกว่าจะนำมาวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนและไลโซไซม์

2.1 วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนตามวิธีที่ดัดแปลงจากวิธีการ Lowry และคณะ (1961) โดยใช้ซีรัมปลา 25 ไมโครลิตร เติมลงในถาดหลุมขนาดเล็ก (96-well plate) ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ จากนั้นเติม Folin reagent 50 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง นาน 30 นาที อ่านผลที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Microplate Reader โดยใช้ Bovine serum albumin (sigma) เป็นโปรตีนมาตรฐานในการเปรียบเทียบ

2.2 วิเคราะห์ปริมาณไลโซไซม์ในซีรั่มตามวิธีที่ดัดแปลงมาจาก Puangkaew และคณะ (2004) กล่าวคือ ใช้ซีรัม 100 ไมโครลิตร เติมลงในถาดหลุมขนาดเล็ก (96-well plate) ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ แล้วเติมสารละลายแบคทีเรีย *Micrococcus lysodeikticus* (Sigma) ความเข้มข้น 0.2 มก/มล (ในสารละลาย 0.04 PBS, pH 6.0) จำนวน 50 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน แล้วนำไปวัดความสามารถของไลโซไซม์ในซีรัมในการย่อยสลายเชื้อแบคทีเรีย โดยสังเกตจากความขุ่นของเซลล์แบคทีเรียที่ลดลง ทุก 5 นาที ที่ความยาวคลื่นแสง 450 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Microplate Reader

การตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำ

ตรวจสอบคุณภาพน้ำในกระชังทดลองเมื่อเริ่มต้นและทุก 14 วันจนเสร็จสิ้นการทดลอง ทั้งในและนอกกระชัง ได้แก่ อุณหภูมิและ dissolved oxygen ด้วยเครื่อง oxygen meter (YSI Model 59), pH

ด้วยเครื่อง pH meter (Schott-Gerate CG 840) และ Total ammonia วิเคราะห์หาค่าโดยใช้ spectrophoto meter (Hach DR/2000)

การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลด้านประสิทธิภาพและการเติบโต

นับและชั่งน้ำหนักปลาในแต่ละกระชัง ทุกๆ 14 วัน ตลอดการทดลองในแต่ละการทดลอง นำข้อมูลที่ได้ไปปรับปริมาณการให้อาหาร และคำนวณหาค่าต่าง ๆ ดังนี้

ก. อัตรารอด (Survival) %

= (จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง / จำนวนปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง) x 100

ข. อัตราการแลกเนื้อ (FCR)

= น้ำหนักของอาหารที่ปลากิน / น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น

ค. อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (Average Daily Weight Gain; ADG) (ก/วัน)

= (น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง – น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มการทดลอง) / จำนวนวันที่ทดลอง

ง. น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (Total biomass increase) กรัม

= น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง – น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มการทดลอง

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละทรีตเมนต์ จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ โดยวิธีของ Tukey's test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.05$

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 ศึกษาการใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพร ทดแทนวิตามินซี เสริมในอาหารทดลอง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเติบโต และภูมิคุ้มกันในการเลี้ยงปลานิล

ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต

จากการศึกษาการใช้สารสกัดจากพืชทดแทนวิตามินซี ได้แก่ มะขามป้อม (MP), หอมแดง (HD) และดอกแค (DK) ผสมในอาหารทดลองเลี้ยงปลานิลเป็นระยะเวลา 90 วัน แสดงใน Table 4 พบว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหาร VC MP และ HD มีน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม และอัตราการเจริญเติบต่อวัน (ADG) สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริม DK อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) สอดคล้องกับการทดลองของ Miguel และคณะ (1988) ทดลองเลี้ยงปลานิลด้วยอาหารที่ใช้เมล็ดแค (*Sesbania grandiflora*) ทดแทนปลาป่น พบว่า ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองมีน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม ต่ำกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ทั้งนี้เพราะในพืชตระกูลแคมีสาร antinutrition (L-canavanine) ที่สามารถทนความร้อนและละลายได้ดีในตัวทำละลาย ซึ่งส่งผลเสียต่อการเจริญเติบโตของปลา ในขณะที่ Maisuthaisakul และคณะ (2008) กล่าวว่าในหอมแดงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และสารฟาโรโวนอยด์สูง ซึ่งสารฟีนอลลิกเป็นสารต้านอนุมูลอิสระทาหน้าที่เป็นตัวออกซิเดชัน โดยการกำจัดอนุมูลอิสระ และช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของปลาได้ดี อย่างไรก็ตามการทดลองครั้งนี้ก็แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการใช้พืชที่มีวิตามินซีสูงทดแทนการใช้วิตามินซีที่เป็นสารเคมีได้ โดย Maisuthaisakul และคณะ (2008) รายงานว่า สารสกัดจากมะขามป้อม หอมแดง และดอกแค มีปริมาณวิตามินซีสูง 636.0, 616.4 และ 485.7 มก/100 ก ตามลำดับ

Table 4 Growth, feed conversion ratio and survival rate of tilapia for 90 days

Indicator	Diets			
	VC	MP	HD	DK
Initial weight (g)	53.55±1.29	53.97±1.23	53.96±1.25	53.35±1.05
Final weight (g)	259.64±4.52 [a]	271.97±1.65 [a]	269.49±1.21 [a]	245.45±2.75 [b]
Weight gain (g)	206.09±4.44 [a]	218.00±1.77 [a]	215.53±1.56 [a]	192.10±2.56 [b]
ADG (g/day)	2.29±0.05 [a]	2.42±0.02 [a]	2.40±0.01 [a]	2.14±0.03 [b]
FCR	3.81±0.07 [a]	3.44±0.24 [ab]	3.16±0.06 [b]	3.09±0.04 [b]
Survival (%)	100.0±0.0	100.0±0.00	99.3±0.3	95.0±2.9

Means ± SD within a row with different superscripts letters are significantly different (p<0.05) as determined by Tukey' test.

อัตราการแลกเนื้อ (FCR) ของปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมสารสกัดจากพืชมีแนวโน้มดีกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม (VC) ในการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับ Khalafalla (2009) Zaki และคณะ (2012) และ Reverter และคณะ (2014) รายงานการทดลองใช้พืชสมุนไพรหลายชนิดผสมในอาหารเลี้ยงปลานิล พบว่า สามารถช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และอัตราการแลกเนื้อได้ อย่างไรก็ตามผลที่ได้ก็ยังคงแปรผันตามชนิดของพืชสมุนไพรที่ต่างกัน

อัตราการรอดตาย ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในอาหารทดลองทุกสูตรกับชุดควบคุม (p>0.05) สอดคล้องกับ Wutiporn (1994) ทำการทดลองใน ลูกปลานิล (น้ำหนัก 1.13-1.20 ก) พบว่าการเสริมวิตามินซีไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต และอัตรารอด ทั้งนี้เพราะลูกปลาได้รับวิตามินซีจากอาหารอย่างพอเพียงอยู่แล้ว สอดคล้องกับข้อสรุปของ Shiau และ Hsu (1995) ที่ทดลองในปลานิลลูกผสม (*O. niloticus X O. aureus*) และ Stickney และคณะ (1984) ที่ทดลองในลูกปลานิล พบว่า การเสริมวิตามินซีไม่มีผลต่ออัตราการรอดของลูกปลา Cavichiolo และคณะ (2000) ทดลองเลี้ยงลูกปลานิลขนาด 0.30 ก เป็นเวลา 57 วัน ด้วยอาหารเสริมวิตามินซี 300-1200 มก/กก พบว่าลูกปลามีอัตรารอดไม่แตกต่างกัน และการเสริมวิตามินซีในอาหารมีผลต่อการป้องกันพาราไซต์ได้ดี Leonardo และคณะ (2000) ทดลองเสริมวิตามินซี 0-2000 มก/กก ในอาหารอนุบาลลูกปลานิล ขนาด 0.13-0.20 ก พบว่าลูกปลามีอัตรารอดไม่แตกต่างกัน

องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อปลา

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อปลานิลภายหลังเสร็จสิ้นการทดลอง (Table 5) พบว่า มีปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วง 58.49-62.86% (น้ำหนักแห้ง) โดยปริมาณโปรตีนในเนื้อปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหาร HD มีค่าต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) เมื่อเทียบกับปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรอื่น แต่ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหาร MP มีปริมาณโปรตีนในเนื้อปลาไม่แตกต่างจากอาหารควบคุม (VC)

ปริมาณไขมันในเนื้อปลาที่เลี้ยงด้วยอาหาร HD มีค่าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) เมื่อเทียบกับอาหารสูตรอื่น แต่ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหาร VC MP และ DK มีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

ปริมาณเถ้าในเนื้อปลาที่กินอาหาร DK มีค่าสูงกว่าปลาที่กินอาหาร MP และ HD อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) แต่ไม่แตกต่าง (p>0.05) จากปลาที่กินอาหารควบคุม (VC)

ปริมาณโปรตีนในเนื้อปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหาร HD มีค่าต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) เมื่อเทียบกับปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรอื่น แต่ ปริมาณเถ้าในเนื้อปลาที่กินอาหาร DK มีค่าสูงกว่าปลาที่กินอาหาร MP และ HD อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) สอดคล้องกับ Miguel และคณะ (1988) รายงานว่าการใช้เมล็ดแค (*Sesbania grandiflora*) ผสมในอาหารเลี้ยงปลานิลจะส่งผลให้ ปริมาณ

โปรตีนและไขมันในเนื้อปลาลดต่ำลง โดยเป็นผลมาจากสาร antinutrition ในพืชตระกูลแค นอกจากนี้มีงานวิจัยจำนวนมากระบุว่า องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อปลาที่แตกต่างกันเป็นผลมาจาก ปริมาณอาหารที่ได้รับ อัตราการเจริญเติบโตของปลาในแต่ละช่วงวัย วัตถุดิบที่เป็นองค์ประกอบในอาหารเลี้ยงปลา และองค์ประกอบทางเคมีและสารอาหารในอาหารเลี้ยงปลา (Degani และคณะ, 1989; Imorou Toko และคณะ, 2007; Imorou Toko และคณะ, 2008)

Maisuthaisakul และคณะ (2008) รายงานว่าสารสกัดจากมะขามป้อม มีปริมาณโปรตีน ไขมัน และเถ้าต่ำกว่า หอมแดง และดอกแค มาก โดยมีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 1.9, 21.4 และ 24.7 ก/100 ก ตามลำดับ และมีปริมาณไขมันและเถ้าเท่ากับ 1.1, 3.8, 2.2 และ 2.5, 7.5, 7.9 ก/100 ก ตามลำดับ

Table 5 Proximate composition (% dry weight) in meat of tilapia fed experimental diets for 90 days

Indicator	Diets			
	VC	MP	HD	DK
Moisture	72.30±0.30	72.52±0.52	73.47±0.04	73.22±0.26
Crude protein	62.85±0.01 [a]	62.57±0.24 [a]	60.59±0.22 [b]	58.49±0.24 [c]
Crude lipid	12.05±0.03 [a]	11.99±0.34 [a]	13.21±0.38 [b]	11.76±0.06 [a]
Ash	5.83±0.03 [a]	5.59±0.09 [b]	5.61±0.01 [b]	5.92±0.01 [a]

Means ± SD within a row with different superscripts letters are significantly different (p<0.05) as determined by Tukey' test.

การตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหาร MP มีปริมาณฮีมาโตคริต และปริมาณโปรตีนในซีรัม สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหาร DK อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) แต่ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม (VC) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แสดงใน Table 6 โดย Reverter และคณะ (2014) กล่าวว่าสารสกัดจากพืชถูกนำมาใช้ผสมอาหารในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพิ่มมากขึ้น เพราะมีคุณสมบัติในการช่วยเสริมสร้างการเจริญเติบโตและภูมิคุ้มกันในสัตว์น้ำ China และคณะ (2012) รายงานว่าสารกลุ่มโพลีฟีนอลจะไม่ถูกดูดซึมในลำไส้เล็ก แต่จะทำงานร่วมกับจุลินทรีย์ในลำไส้ช่วยสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย นอกจากนี้สารกลุ่มโพลีฟีนอลยังสามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคได้อีกด้วย Maisuthaisakul และคณะ (2008) รายงานว่าสารสกัดจากมะขามป้อม มีสารโพลีฟีนอล กลุ่ม ฟีโนลิค และฟลาโวนอยด์ สูงกว่าหอมแดง และดอกแค (69.1, 55.7, 58.6 และ 23.4, 20.2, 13.1 มก/ก ตามลำดับ) El-Barabay และ Mehrim (2009) และ Zaki และคณะ (2012) พบว่าระดับภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ เช่น พลาสมา โปรตีน, ฮีมาโตคริต และฮีโมโกลบิน ในปลานิลที่ทดลองเลี้ยงด้วยอาหารผสมพืชสมุนไพร

หลายชนิด แปรผันตามชนิดของพืชสมุนไพร โดยเป็นผลมาจากปริมาณและชนิดของสาร แอนตีออกซิแดนท์ ที่แตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด

สูตรอาหารที่ต่างกันในการทดลองครั้งนี้ไม่ส่งผลต่อ ปริมาณ ซีรัมไลโซไซม์ ปริมาณเม็ดเลือดแดง และปริมาณเม็ดเลือดขาว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) Yin และคณะ (2006) รายงานว่าไลโซไซม์เป็นระบบภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ ระดับไลโซไซม์ ในเลือดปลาจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อปลาเกิดการติดเชื้อหรือได้รับสิ่งแปลกปลอม มีงานวิจัยจำนวนมากที่รายงานว่า พืชสมุนไพรหลายชนิดกระตุ้นให้เกิดการเพิ่มระดับของไลโซไซม์ การทดลองในปลานิลพบว่า สารสกัดจากสมุนไพรจีน อึ่งคี้ (*Astagalus* root) กระตุ้นให้เกิดการเพิ่มระดับไลโซไซม์ได้ แต่สารสกัดจาก อึ่งงิ้ม (*Scutellaria*) ไม่เพิ่มระดับระดับไลโซไซม์ ในปลานิล อย่างไรก็ตามมีงานวิจัยยืนยันได้ว่าสารสกัดจากพืชสมุนไพรไทยที่ใช้ทางการแพทย์หลายชนิดช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันและต้านเชื้อก่อโรคในสัตว์น้ำได้ เช่น ต้านทานเชื้อ *Aeromonas hydrophila* และ เชื้อ *Aphanomyces invadans* ในปลาไน (Harikrishnan และคณะ, 2003 และ 2005)

Table 6 Non-specific immune of tilapia for 90 days

	Diets			
Parameter	VC	MP	HD	DK
Hematocrit (%)	27.60±0.05 ^{ab}	28.90±0.50 ^{a}	26.26±0.38 ^{b}	27.40±0.15 ^{b}
Plasma protein (mg/L)	2.97±0.01 ^{a}	3.08±0.03 ^{a}	2.90±0.01 ^{ab}	2.75±0.07 ^{b}
Serum lysozyme (µg/mL)	16.35±0.35	16.06±0.22	16.39±0.32	16.01±0.08
Red blood cell (10^{6} cell/uL)	1.64±0.16	1.79±0.09	1.43±0.08	1.82±0.10
White blood cell (%)	8.15±0.20	9.19±0.43	8.04±0.23	8.01±0.09

Means $\pm$ SD within a row with different superscripts letters are significantly different (p<0.05) as determined by Tukey' test.

คุณภาพน้ำในบ่อทดลอง

คุณภาพน้ำในบ่อทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) และ มีคุณภาพน้ำเหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (มั่นสิน และ ไพพรรณ, 2539) และไม่ก่อให้เกิดมลพิษตาม คู่มือการประเมินน้ำทิ้งและปริมาณมลพิษจากกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (กรมควบคุมมลพิษ, 2554)

Table 7 water quality in the experimental pond (Means ± SD)

Indicator	Diets			
	VC	MP	HD	DK
Temperature(C)	27.93±0.30	28.58±0.05	28.05±0.42	28.50±0.19
DO (mg/L)	4.05±0.24	4.04±0.12	4.19±0.26	3.92±0.07
pH	7.67±0.05	7.54±0.07	7.58±0.10	7.62±0.03
Total Ammonia (mg/L)	0.16±0.01	0.15±0.02	0.13±0.02	0.14±0.01

การทดลองที่ 2 ศึกษาการใช้สมุนไพรเครื่องยาไทย เสริมในอาหารทดลอง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเติบโต และภูมิคุ้มกันในการเลี้ยงปลานิล

ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต

จากการทดลองพบว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมเกสรบัวหลวง (NN) มีน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม และ ADG สูงกว่า ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม (CT) และ อาหารเสริมมะแข่วน (ZL) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) อย่างไรก็ตาม ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริม ชะเอมเทศ (GG) และมะแข่วน (ZL) มีประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ไม่ต่างจากควบคุม

อัตราการแลกเนื้อ (FCR) และ อัตราการรอดตาย ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในอาหารทดลองทุกสูตรกับชุดควบคุม (p>0.05) แสดงใน Table 8

Table 8 Growth, feed conversion ratio and survival rate of tilapia for 90 days

Indicator	Diets			
	CT	NN	GG	ZL
Initial weight (g)	46.40±0.66	45.83±0.99	45.54±0.37	47.80±0.18
Final weight (g)	257.02±1.51 ^{ab}	263.78±1.40 ^{c}	261.88±2.28 ^{bc}	252.40±1.97 ^{a}
Weight gain (g)	210.60±1.17 ^{ab}	217.95±1.38 ^{c}	216.35±1.91 ^{bc}	204.60±2.16 ^{a}
ADG (g/day)	2.34±0.01 ^{ab}	2.42±0.01 ^{c}	2.40±0.02 ^{bc}	2.28±0.02 ^{a}
FCR	2.08±0.06	1.99±0.03	1.89±0.09	2.14±0.11
Survival (%)	96.67±2.01	98.34±2.35	9.34±2.35	98.34±2.35

Means ± SD within a row with different superscripts letters are significantly different at p<0.05

ผลการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Munglue (2014) ที่ทดลองเลี้ยงปลานิลด้วยอาหารเสริมสารสกัดจากก้านดอกบัวหลวง 0.05%, 0.1% และ 1.0% พบว่า ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองมีน้ำหนักเพิ่มสูงกว่าอาหารควบคุม โดยมีอัตรารอดไม่แตกต่างกัน ส่วน FCR พบว่า ระดับของการเสริมสารสกัดจากก้านดอกบัวหลวง มีผลต่อ FCR ที่ต่างกัน โดยการเสริมสารสกัดในระดับสูง (0.1% และ 1.0%) ให้ FCR ที่ต่ำกว่า การเสริมในระดับต่ำ (0.05%)

ในทำนองเดียวกัน Sivagurunantha และคณะ (2012) รายงานว่า ปลานวลจันทร์เทศ (*Cirrhinus mrigala*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมสารสกัดจากดอกบัวหลวง 1% และ 2% มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม Munglue (2016) ก็รายงานว่า ปลาดุกอัฟริกา (*Clarias garipinus*) ที่เลี้ยงด้วยสารสกัดจากเกสรบัวหลวง 0.1% 0.5% และ 1% มีน้ำหนักเพิ่ม และ SGR สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม แต่มีอัตรารอดไม่แตกต่างกัน Zhu และคณะ (2019) รายงานว่าปลาเฉา ที่เลี้ยงด้วยสารสกัดจากใบบัวหลวง 0.07% 0.14% และ 0.21% มีน้ำหนักเพิ่ม และ SGR สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม โดย Wu และคณะ (2011) รายงานว่า สาระสำคัญหลักที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จากส่วนต่างๆของบัวหลวง ได้แก่ เกสร ดอก ใบ และก้าน จะประกอบด้วยสารจำพวก phenolic, flavonoid และ proanthocyanin

El Mesallamy และคณะ (2015) รายงานว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมสารสกัดจากชะเอมเทศ 0.04% มี น้ำหนักสุดท้าย และ ADG สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม ด้าน Abdel-Tawwab และ El-Araby (2021) รายงานว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมสารสกัดจากชะเอมเทศ 5, 10 และ 20 ก/กก มีน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม และ SGR สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม แต่มี FCR และอัตรารอดไม่แตกต่างกัน ในทำนองเดียวกัน Mohammed และคณะ (2020) พบว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วยสารสกัดจากชะเอมเทศ มีน้ำหนักสุดท้าย และ น้ำหนักเพิ่ม สูงกว่าปลาที่กินอาหารควบคุม โดยมี FCR ไม่แตกต่างกัน

El Mesallamy และคณะ (2015) รายงานว่า สารกลุ่ม aromatic และ essential oil ที่อยู่ในชะเอมเทศ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยอาหาร และการใช้สารอาหาร ส่งผลให้ปลาที่กินอาหารทดลองมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดี Abdel-Tawwab และ El-Araby (2021) รายงานว่า สารประกอบกลุ่ม phenolic ในชะเอมเทศ ได้แก่ glycyrrhizinic acid, kaempferol, myricetin, liquiritin, ellagic acid, bezoic acid, naringenin, cinnamic acid, apigenin, และ liquiritigenin และสารประกอบกลุ่ม bioactive ได้แก่ triterpene saponins, flavonoids, isoflavonoids, coumarins มีคุณสมบัติในการช่วยย่อยและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้สารอาหาร Mohammed และคณะ (2020) ก็รายงานว่า สารประกอบพวก phytogenic (เช่น saponins, flavonoids, mucilages และ tannins) ที่พบในสารสกัดจากพืชสมุนไพร ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของเอนไซม์ในการย่อยอาหาร ส่งผลให้ปลามีอัตราการเจริญเติบโตดีขึ้น

ในการทดลองครั้งนี้ ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหาร ZL มีประสิทธิภาพการเติบโตไม่แตกต่างจากอาหารควบคุม (CT) เป็นไปได้ว่า ปริมาณมะแข่วนที่ผสมในอาหารทดลองมีปริมาณต่ำกว่าที่จะแสดงประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตของปลานิล โดย Supabphol และ Tangjitjareonkun (2014) รายงานว่า สาระสำคัญที่พบในมะแขว่น คือ xanthoxylin และ limonene และ Sun (2007) รายงานว่า limonene เป็น essential oil ที่มีคุณสมบัติของ phytogenic ที่ช่วยเสริมสร้างการเจริญเติบโต Aanyu และคณะ (2018) รายงานว่า ทดลองเลี้ยงปลานิลด้วยอาหารเสริม limonene ปริมาณ 200, 400 และ 600 มก/กก พบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริม limonene ปริมาณ 400 และ 600 มก/กก มีน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม ส่วนปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริม limonene ปริมาณ 200 มก/กก มีประสิทธิภาพการเติบโต ไม่แตกต่างจากอาหารควบคุม ส่วน FCR และ อัตรารอด ไม่แตกต่างกัน Acar และคณะ (2015) ทดลองใช้สารสกัดจาก เปลือกส้ม (มี limonene 83%) ผสมในอาหาร 0.1% 0.3% และ 0.5% เลี้ยงปลานิลโมซัมบิก (*Oreochro mismossambicus*) พบว่า นำหนักเพิ่ม และ SGR ของปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม 0.1% สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม แต่ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมในระดับสูง 0.3% และ 0.5% มีการเติบโตไม่แตกต่างจากอาหารควบคุม แสดงว่าปริมาณ phytogenic ที่สูงเกินไปหรือต่ำเกินไป อาจไม่สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตในสัตว์ทดลองได้ ซึ่ง Aanyu และคณะ (2018) ชี้ว่า สารประกอบ limonene มีประสิทธิภาพแปรผันตามปริมาณที่ใช้ และชนิดของสัตว์ทดลอง นอกจากนี้ Supabphol และ Tangjitjareonkun (2014) รายงานว่า สารประกอบ dietamnine (กลุ่ม furoquinoline alkaloid) ที่พบในมะแขว่น มีคุณสมบัติเป็น antibacterial ซึ่งนอกจากจะกำจัดเชื้อก่อโรคแล้ว ยังกำจัดแบคที่เรียกลุ่ม *Lactobacillus casei* อีกด้วย (Severino และคณะ, 2009) ซึ่งแบคทีเรียดังกล่าวมีคุณสมบัติเป็น probiotic ช่วยเสริมสร้างการเจริญเติบโต และภูมิคุ้มกัน ดังนั้น การใช้มะแข่วนผสมในอาหารเลี้ยงสัตว์จึงต้องพิจารณาถึง ปริมาณที่ใช้ให้เหมาะสม ไม่น้อยหรือมากเกินไป ในแต่ละชนิดของสัตว์ทดลองด้วย

องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อปลา

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองทุกสูตร (NN, GG และ ZL) มีปริมาณโปรตีนสูงกว่า และไขมันต่ำกว่า ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหาร CT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ปริมาณความชื้นและเถ้า ไม่แตกต่างกันในอาหารทุกสูตร ($p>0.05$) แสดงใน Table 9

สอดคล้องกับ Zhu และคณะ (2019) พบว่า ระดับโปรตีนในเนื้อปลาสูงขึ้น ขณะที่ระดับไขมันกลับลดลง เมื่อเสริมสารสกัดจากใบบัวหลวงในอาหารทดลองเลี้ยงปลาเฉา ในระดับ 0.07% 0.14% และ 0.21% ทั้งนี้ การที่ระดับโปรตีนในเนื้อปลาสูงขึ้นเป็นผลมาจากสารสกัดจากบัวหลวงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหาร และเพิ่มประสิทธิภาพในการสังเคราะห์โปรตีน นอกจากนี้ยังพบยีน mtor

และ s6k1 ซึ่งเป็นยีนที่พบในกล้ามเนื้อ ของปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองสูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม ด้าน Dhaharasu และ Ali-Hazimi (2013) สารกลุ่ม flavonoids ที่พบในส่วนต่างต่างของบัวหลวง ช่วยเพิ่มระดับของ lipid metabolism ทำให้มีการสะสมไขมันลดลง เช่นเดียวกับ Zhu และคณะ (2019) ที่รายงานว่า สารสำคัญที่มีอยู่ในบัวหลวง ได้แก่ benzoisoquinoline alkaloids, flavonoids และ metastigmanes ที่ส่งผลต่อกระบวนการ hypolipidemic ที่ยับยั้งการดูดซึมและการสะสมไขมันในเนื้อปลา

Table 9 Proximate composition (% dry weight) in meat of tilapia fed experimental diets for 90 days

Indicator	Diets			
	CT	NN	GG	ZL
Moisture	74.48±0.12	75.79±1.24	74.82±1.60	76.51±1.11
Crude protein	81.71±0.34 [a]	86.42±1.12 [b]	85.90±0.36 [b]	86.44±0.28 [b]
Crude lipid	4.11±0.05 [a]	3.65±0.06 [b]	3.67±0.03 [b]	3.72±0.08 [b]
Ash	9.63±0.09	9.55±0.09	9.41±0.15	9.32±0.16

Means ± SD within a row with different superscripts letters are significantly different at $p<0.05$

Liu และคณะ (2018) รายงานว่า สารประกอบ glycyrrhetinic acid ที่พบในชะเอมเทศ ทำให้การสะสมไขมันในเนื้อปลา blunt snout bream (*Megalobrama amblycephala*) ลดลงโดยกระบวนการ lipolysis จึงช่วยให้มีการสะสมโปรตีนเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามผลของ glycyrrhetinic acid ยังแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณที่ใช้ และชนิดของสัตว์น้ำ Zhu และคณะ (2019) ที่รายงานว่า benzoisoquinoline alkaloids และ flavonoids ที่พบในชะเอมเทศ ทำให้เกิดกระบวนการ hypolipidemic ที่ยับยั้งการดูดซึมและการสะสมไขมันในเนื้อปลา

Aanyu และคณะ (2018) รายงานว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมสาร limonene ที่สกัดจากผิวเปลือกส้มมีปริมาณเอนไซม์ lipoprotein lipase และ alkaline phosphatase สูงขึ้น ซึ่งเอนไซม์ดังกล่าวช่วยให้ประสิทธิภาพการใช้พลังงานจากไขมันสูงขึ้น ส่งผลให้เกิดกระบวนการ protein sparing effect จึงมีการสะสมโปรตีนเพิ่มมากขึ้น

การตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหาร NN และ GG มีปริมาณ hematocrit สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหาร ZL อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม (CT) ($p>0.05$)

Table 10 Non-specific immune of tilapia for 90 days

	Diets			
Parameter	CT	NN	GG	ZL
Hematocrit (%)	16.35±0.55 ^{ab}	16.71±0.06 ^{a}	17.17±0.42 ^{a}	15.26±0.63 ^{b}
Plasma protein (mg/L)	3.07±0.01	3.28±0.35	3.53±0.01	3.89±0.75
Serum lysozyme (µg/mL)	14.17±0.25 ^{a}	14.30±0.20 ^{ab}	15.47±0.64 ^{b}	14.43±0.58 ^{ab}
Red blood cell (10^6 cell/µL)	1.59±0.13 ^{a}	1.77±0.08 ^{ab}	1.95±0.18 ^{b}	1.70±0.03 ^{ab}
White blood cell (10^3 cell/µL)	15.83±0.56	14.31±1.80	13.06±1.38	15.97±0.14

Means ± SD within a row with different superscripts letters are significantly different at $p<0.05$

ปริมาณ serum lysozyme และ เม็ดเลือดแดง (RBC) ของปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริม GG มีค่าสูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม (CT) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริม NN และ ZL อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

สูตรอาหารที่ต่างกันในการทดลองครั้งนี้ไม่ส่งผลต่อ ปริมาณ plasma protein และปริมาณเม็ดเลือดขาว (WBC) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

สอดคล้องกับ Afaf และคณะ (2018) รายงานว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมใบบัวหลวง 0.1% 0.2% และ 0.4% มีปริมาณ serum globulin และ serum lysozyme สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม แต่ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมใบบัวหลวงในระดับต่ำ 0.1% จะมีปริมาณ plasma protein ไม่แตกต่างจากอาหารควบคุม ในทำนองเดียวกัน Sivagurunantha และคณะ (2012) รายงานว่า ปลานวลจันทร์เทศ (*Cirrhinus mrigala*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมสารสกัดจากดอกบัวหลวง 1% และ 2% มีปริมาณเม็ดเลือดแดง (RBC) และ hemoglobin สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม และปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมในระดับต่ำ 1% จะมีปริมาณ plasma protein ไม่แตกต่างจากอาหารควบคุม Zhu และคณะ (2019) รายงานว่าปลาเฉา ที่เลี้ยงด้วยสารสกัดจากใบบัวหลวงในระดับต่ำ 0.07% 0.14% และ 0.21% มีปริมาณ lysozyme สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม El Mesallamy และคณะ (2015) รายงานว่า ปลา

นิลที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมสารสกัดจากชะเอมเทศ 0.04-0.12% มีระดับ lysozyme ในเลือดสูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม

Jiang และคณะ (2020) รายงานว่า สารกลุ่ม phenolic ที่สำคัญในชะเอมเทศที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดการสร้างภูมิคุ้มกันที่สำคัญคือ glycyrrhizin สอดคล้องกับ Mohammed และคณะ (2020) รายงานว่า คุณสมบัติในการเสริมสร้างภูมิคุ้มกันของชะเอมเทศมาจาก สารประกอบ glycyrrhizin ที่ช่วยกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะพวก lysozyme นอกจากนี้ Mohammed และคณะ (2020) รายงานว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วยสารสกัดจากชะเอมเทศ มีปริมาณ hematocrit และ hemoglobin สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม ทั้งนี้เป็นเพราะสารประกอบที่มีคุณสมบัติเป็น antioxidant ในชะเอมเทศ ช่วยป้องกันการเสื่อมสภาพของ RBC นั่นเอง

ในทำนองเดียวกัน Tangjitjareonkun และคณะ (2012) รายงานว่า สารประกอบ lupeol ในมะแขว่น มีคุณสมบัติเป็น antioxidant เช่นเดียวกับ วิตามินซี และ วิตามินอี นอกจากช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันแล้ว ยังช่วยลด oxidative stress อีกด้วย สอดคล้องกับ Acar และคณะ (2015) พบว่า ปลานิลโมซัมบิก (*Oreochro mismossambicus*) ที่เลี้ยงด้วยสารสกัดจาก เปลือกส้ม (มี limonene 83%) ผสมในอาหาร 0.1% 0.3% และ 0.5% เลี้ยง มีปริมาณ lysozyme และ RBC สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม

Awad และ Awaad (2017) รายงานว่า พืชสมุนไพรมีสารสำคัญหลายชนิดที่มีประโยชน์ เช่น alkaloids, steroids, phenolics, tannins, terpenoids, saponins และ flavonoids ที่ส่งผลต่อปลาหลายประการ เช่น เพิ่มประสิทธิภาพการเติบโต กระตุ้นการกินอาหาร เสริมสร้างภูมิคุ้มกัน ต้านเชื้อแบคทีเรีย ลดความเครียด เป็นต้น ซึ่งประสิทธิภาพของพืชสมุนไพรแต่ละชนิดที่นำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำนั้น ขึ้นอยู่กับ ชนิดของสัตว์ รูปแบบที่นำมาใช้ ส่วนต่างๆของพืชที่นำมาใช้ ความเข้มข้น และระยะเวลาที่ใช้ ซึ่งจะให้ผลที่แตกต่างกันไป โดยพืชสมุนไพรบางชนิดสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเติบโต และเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน แต่บางชนิดให้ผลเฉพาะ เสริมสร้างการเจริญเติบโต หรือ เสริมสร้างภูมิคุ้มกันเพียงอย่างเดียว ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาและเลือกใช้ ความจำเพาะดังกล่าวในพืชสมุนไพร และสัตว์น้ำแต่ละชนิด ในทำนองเดียวกัน Kareem และคณะ (2016) ทดลองใช้พืชสมุนไพร 4 ชนิด ได้แก่ การบูร น้ำนมราชสีห์ สะเดา และ เม็ดมะละกอ ผสมในอาหารอัตรา 2 ก/กก เลี้ยงปลานิล พบว่าอาหารผสมสะเดา ไม่ช่วยเพิ่มการเจริญเติบโต เมื่อเทียบกับอาหารควบคุม แต่ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสูตรที่เหลือมีน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม SGR และ FCR ดีกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม และยังพบว่า อาหารทดลองที่ผสมพืชสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด มีปริมาณ plasma protein, hemoglobin, RBC และ WBC ไม่แตกต่างจากอาหารควบคุม นอกจากนี้ ในการทดลองใช้เม็ดมะละกอบดผสมในอาหารเลี้ยงปลานิล พบว่า ปลาที่กินอาหารทดลองมีอัตราการเจริญเติบโตและภูมิคุ้มกันดีกว่าปลาที่กินอาหารควบคุม ในระยะเวลา 45 วัน แต่เมื่อเลี้ยงต่อไปถึง 60 วัน กลับได้ผลไม่แตกต่างกัน

คุณภาพน้ำในบ่อทดลอง

คุณภาพน้ำในบ่อทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) และ มีคุณภาพน้ำเหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (มั่นสิน และ ไพพรรณ, 2539) และไม่ก่อให้เกิดมลพิษตาม คู่มือการประเมินน้ำทิ้งและปริมาณมลพิษจากกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (กรมควบคุมมลพิษ, 2554)

Table 11 water quality in the experimental pond (Means ± SD)

Indicator	Diets			
	CT	NN	GG	ZL
Temperature(C)	25.89±0.53	26.32±0.05	26.35±0.02	26.49±0.09
DO (mg/L)	4.27±0.08	4.39±0.04	4.25±0.10	4.36±0.06
pH	7.70±0.58	7.99±0.04	8.04±0.01	7.96±0.01
Total Ammonia (mg/L)	0.42±0.05	0.37±0.04	0.33±0.01	0.38±0.05

การทดลองที่ 3 ศึกษาการใช้สมุนไพรเครื่องยาไทย ร่วมกับ probiotic เสริมในอาหารทดลอง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเติบโต และภูมิคุ้มกันในการเลี้ยงปลานิล

ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต

จากการศึกษาการใช้สมุนไพรเครื่องยาไทยที่ได้ผลดีในการทดลองที่สอง คือ เกสรบัวหลวง (NN) และใช้เกสรบัวหลวง ผสมกับ *L. acidophilus* 0.2% (LA) อาหารที่ใช้เกสรบัวหลวง ผสมกับ ยีสต์ (*S. cerevisiae*) 0.2% (SC) และอาหารที่ใช้เกสรบัวหลวง ผสมกับ *L. acidophilus* 0.2% ร่วมกับ ยีสต์ (*S. cerevisiae*) 0.2% (LS) ตามลำดับ เพื่อศึกษาการทำงานร่วมกันแบบ symbiotic ระยะเวลาการทดลอง 90 วัน

พบว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหาร SC มีน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม และอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหาร NN อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) แต่ไม่แตกต่างจากปลาที่เลี้ยงด้วยอาหาร LA และ LS อย่างไรก็ตามปลาที่เลี้ยงด้วยอาหาร NN LA และ LS มีน้ำหนักสุดท้าย ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

ผลของอาหารทดลองต่อ FCR และอัตรารอด ของปลานิลในการทดลองครั้งนี้ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(p>0.05) แสดงใน Table 12

Table 12 Growth, feed conversion ratio and survival rate of tilapia for 90 days

Indicator	Diets			
	NN	LA	SC	LS
Initial weight (g)	47.10±1.56	49.77±0.42	45.04±1.08	47.45±2.34
Final weight (g)	272.01±6.08 [a]	291.97±2.69 [ab]	299.61±3.89 [b]	292.73±7.16 [ab]
Weight gain (g)	244.91±7.64 [a]	242.20±3.11 [ab]	254.58±2.81 [b]	244.79±3.76 [b]
ADG (g/day)	2.50±0.08 [a]	2.69±0.04 [ab]	2.83±0.03 [b]	2.72±0.04 [b]
FCR	2.56±0.09	2.39±0.16	2.41±0.19	2.60±0.07
Survival (%)	95.0±2.4	95.3±2.8	100.0±0.0	96.7±3.1

Means ± SD within a row with different superscripts letters are significantly different at $p<0.05$

การเสริมจุลินทรีย์ กลุ่ม lactic acid bacteria (LAB) *Lactobacillus acidophilus* ที่นิยมใช้เป็นจุลินทรีย์ probiotic ในปัจจุบัน ก็ทำให้ปลานิลมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น สอดคล้องกับ Aly และคณะ (2008) พบว่าการเสริม *L. acidophilus* ในอาหารทำให้ปลานิลมีน้ำหนักเพิ่มสูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม แต่มี FCR และอัตรารอดไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ Liu และคณะ (2013) ทดลองใช้ LAB 2 สายพันธุ์ *L. acidophilus* และ *L. brevis* เสริมในอาหารเลี้ยงปลานิล พบว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วย LAB ทั้ง 2 สายพันธุ์มีอัตราการเจริญเติบโตไม่ต่างกัน แต่ทั้ง 2 สายพันธุ์ช่วยให้ปลานิลมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม ในทำนองเดียวกัน Hamdan และคณะ (2016) ทดลองผสม *L. plantarum* ในอาหารเลี้ยงปลานิล พบว่าปลานิลมีน้ำหนักสุดท้าย SGR ดีกว่าอาหารควบคุม แต่มีอัตรารอดไม่แตกต่างกัน

ผลดีที่เกิดจากการเสริมยีสต์ลงในอาหาร ในการทดลองครั้งนี้ สอดคล้องกับ Abdel-Tawwab และคณะ (2008) รายงานว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมยีสต์ทำขนมปัง (*S. cerevisiae*) 0.25-5.0 ก/กก มีน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม แต่มีอัตรารอดไม่แตกต่างกัน Abu-Elala และคณะ (2013) ก็พบว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมยีสต์ (*S. cerevisiae*) มีน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม Sutthi และ Thaimuangphol (2020) พบว่า การเสริม *S. cerevisiae* ในอาหารเลี้ยงปลานิลที่ความเค็ม 5 ppt ก็สามารถทำให้ปลานิลมี น้ำหนักเพิ่ม ADG และ SGR สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม Grassi และคณะ

(2020) ก็รายงานว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริม *S. Cerevisiae* 0.25% และ 0.50% ไม่ส่งผลต่อ FCR ส่วนการเสริม *S. cerevisiae* ในอัตราที่สูงขึ้นก็ให้ผลทำนองเดียวกัน โดย Abass และคณะ (2018) รายงานว่าการเสริม *S. cerevisiae* ในอาหารเลี้ยงปลานิล 3-7% ส่งผลให้ปลานิลมี น้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม ADG SGR และ FCR ดีขึ้น แต่ อัตรารอดไม่แตกต่างกัน ส่วน Ozorio และคณะ (2012) รายงานว่า การเสริม *S. cerevisiae* ในอาหารในอัตราที่สูง 20-30% ทำให้ปลานิลมี น้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม สูงขึ้น แต่ไม่ส่งผลต่อ FCR

Wache และคณะ (2006) อธิบายว่า การเสริมยีสต์ ลงในอาหารเลี้ยงปลาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยและการใช้สารอาหาร ทำให้ปลามีการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น Mohammad และคณะ (2012) พบว่า การเสริมยีสต์ (*S. cerevisiae*) ในอาหารเลี้ยงปลานิล ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตได้ เพราะจุลินทรีย์กลุ่ม probiotic ในลำไส้ปลามีความสำคัญต่อประสิทธิภาพการย่อย และการใช้สารอาหาร โดยจุลินทรีย์ probiotic ช่วยสร้างกรดอะมิโน กรดไขมันสายสั้น และวิตามิน ขึ้นในระบบลำไส้ ช่วยให้การย่อยและการดูดซึมสารอาหารดีขึ้น ปลาจึงมีการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น Abu-Elala และคณะ (2013) ก็พบว่า ปริมาณยีสต์ (*S. cerevisiae*) ที่เพิ่มขึ้นในลำไส้ปลานิล ส่งผลให้ มีจำนวนและความยาวของ villi ในลำไส้เพิ่มขึ้น ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยและการนำสารอาหารไปใช้ได้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า กรดนิวคลีอิกในยีสต์ยังช่วยเพิ่มปริมาณเยื่อเมือกในลำไส้และช่วยเพิ่มความยาวของลำไส้อีกด้วย

มีรายงานการทดลองในการใช้ยีสต์ (*S. cerevisiae*) ร่วมกับจุลินทรีย์ LAB เสริมในอาหารเลี้ยงปลาไม่มากนัก ซึ่งผลการทดลองออกมาแตกต่างกันไป โดย Hasaan และคณะ (2014) ทดลองเสริมสารสกัดจากยีสต์ ร่วมกับ *Bacillus licheniformis* ในอาหารเลี้ยงปลานิล พบว่า ปลานิลมี น้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม และ SGR สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม แต่มี FCR ไม่ต่างกัน Iwashita และคณะ (2015) ทดลองผสมยีสต์ (*S. cerevisiae*) และ *Bacillus subtilis* ในอัตรา 5 ก/กก เสริมในอาหารเลี้ยงปลานิล พบว่า น้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม และ FCR ไม่แตกต่างจากปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม แต่เมื่อเพิ่มปริมาณเป็น 10 ก/กก พบว่ามีผลทำให้ FCR ดีกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม ทั้งนี้ Standen และคณะ (2013) กล่าวว่า ปริมาณ probiotic ที่เสริมในอาหารมีความสำคัญ เพราะการคงอยู่ของปริมาณ probiotic ในลำไส้ต้องมีปริมาณมากเพียงพอ จึงจะสามารถแสดงคุณสมบัติในการเป็น probiotic ที่ช่วยเสริมสร้างการเจริญเติบโตและภูมิคุ้มกันได้

องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อปลา

ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหาร LA และ SC ปริมาณโปรตีนในเนื้อสูงกว่า แต่มีปริมาณไขมันต่ำกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหาร NN อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากปลาที่เลี้ยงด้วยอาหาร LS ($p>0.05$)

ปริมาณเถ้าในเนื้อปลาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในอาหารทุกสูตร แสดงใน Table 13

Table 13 Proximate composition (% dry weight) in meat of tilapia fed experimental diets for 90 days

Indicator	Diets			
	NN	LA	SC	LS
Moisture	76.58±1.01	77.19±1.64	76.57±1.36	77.59±0.10
Crude protein	85.05±0.01 [a]	86.34±0.08 [b]	86.05±0.22 [b]	85.68±0.50 [ab]
Crude lipid	4.17±0.01 [a]	3.78±0.18 [b]	3.51±0.19 [b]	3.82±0.12 [ab]
Ash	8.81±0.51	8.74±0.15	8.73±0.35	9.02±0.40

Means ± SD within a row with different superscripts letters are significantly different at $p<0.05$

สอดคล้องกับ Abdel-Tawwab และคณะ (2008) รายงานว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมยีสต์ทำขนมปัง (*S. cerevisiae*) 1.0-5.0 ก/กก มีระดับโปรตีนในเนื้อปลาสูงกว่า แต่มีปริมาณไขมันต่ำกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม Sutthi และ Thaimuangphol (2020) ก็พบว่า การเสริม *S. cerevisiae* ในอาหารเลี้ยงปลานิลที่ความเค็ม 10 ppt ทำให้ปลามีการสะสมโปรตีนในเนื้อเพิ่มขึ้น แต่มีปริมาณไขมันลดลงเช่นกัน Grassi และคณะ (2020) ก็รายงานว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริม *S. Cerevisiae* มีปริมาณโปรตีนในเนื้อปลาสูงขึ้น แต่ไม่ส่งผลต่อปริมาณความชื้นในเนื้อปลา Opiyo และคณะ (2019 a) ก็พบว่าการเสริม *S. cerevisiae* ในอาหารเลี้ยงปลานิลทำให้ ปลามีน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม และปริมาณโปรตีนในเนื้อปลาสูงขึ้น Mohammad และคณะ (2012) รายงานว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริม *S. Cerevisiae* มีปริมาณโปรตีนในเนื้อปลาสูงขึ้น แต่ไม่ส่งผลต่อปริมาณความชื้นและเถ้าในเนื้อปลา

Abdel-Tawwab และคณะ (2008) รายงานว่า การเสริมยีสต์ (*S. cerevisiae*) ช่วยให้ปลามีประสิทธิภาพการย่อย และการใช้สารอาหารดีขึ้น จึงมีการสะสมโปรตีนในกล้ามเนื้อมากขึ้น และมีปริมาณไขมันในร่างกายลดลง ในทำนองเดียวกัน Mohammad และคณะ (2012) ก็รายงานว่า ยีสต์ *S. cerevisiae* ที่เสริมลงในอาหารเลี้ยงปลานิล ช่วยให้ประสิทธิภาพการย่อยและการดูดซึมสารอาหารในลำไส้ ส่งผลให้มีการสะสมสารอาหารในร่างกายได้มากขึ้น จึงมีระดับโปรตีนสะสมในเนื้อปลาเพิ่มขึ้น Abu-Elala และคณะ (2013) ก็รายงานว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมยีสต์ (*S. cerevisiae*) มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนดีขึ้น โดยเซลล์ของยีสต์ที่เจริญเติบโตเต็มที่ในลำไส้ จะปล่อยเอนไซม์ protease ออกมา ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในปลานิลได้ ในทางตรงกันข้าม Ozorio และคณะ (2012) รายงานว่า การเสริม *S. cerevisiae* ในอาหารในอัตราที่สูง 30-40% ไม่ช่วยให้ปลานิลมี

ปริมาณโปรตีนในเนื้อปลาสูงขึ้น ทั้งนี้เพราะการเสริมยีสต์ในอัตราที่สูงเกินเหมาะสมอาจส่งผลต่อความสามารถในการดูดซึมสารอาหารของปลา จึงไม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสะสมโปรตีนในปลานิล

ในการทดลองครั้งนี้ การเสริม *L. acidophilus* ทำให้ปลานิลมีการสะสมโปรตีนในเนื้อปลาสูงขึ้น ทั้งนี้เป็นผลมาจาก LAB ในลำไส้สามารถช่วยสร้างวิตามิน และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยวัตถุดิบอาหารสัตว์ และช่วยปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้ ลดจำนวนจุลินทรีย์ก่อโรค กระตุ้นให้ลำไส้ดูดซึมสารอาหารได้ดีขึ้น (Hamdan และคณะ, 2016) Aly และคณะ (2008) ก็รายงานว่า *L. acidophilus* ช่วยเพิ่มการสร้างวิตามินและเอนไซม์ขึ้นในระบบลำไส้ จึงช่วยประสิทธิภาพการย่อยและการดูดซึมอาหาร ทำให้ปลานิลมีการสะสมสารอาหารในร่างกายได้ดีขึ้น

การใช้ยีสต์ ร่วมกับจุลินทรีย์ LAB เสริมในอาหารเลี้ยงปลา ก็ส่งผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อปลาเช่นกัน โดย Hasaan และคณะ (2014) รายงานว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริม สารสกัดจากยีสต์ ร่วมกับ *Bacillus licheniformis* มีปริมาณโปรตีน ในเนื้อปลาสูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม แต่มีปริมาณเถ้าไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะจุลินทรีย์ probiotic สามารถช่วยสร้างเอนไซม์ที่ช่วยในการย่อยอาหาร เช่น amylase, protease และ lipase ทำให้ประสิทธิภาพการย่อยและดูดซึมอาหารในลำไส้ดีขึ้น นอกจากนี้ probiotic ยังช่วยกำจัดจุลินทรีย์ก่อโรคที่อยู่ในระบบลำไส้ ช่วยลดการแย่งสารอาหารจากปลาอีกด้วย (Gatesoupe, 1999)

การตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหาร SC มีปริมาณ hematocrit (Ht) serum lysozyme และปริมาณ red blood cell (RBC) สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหาร NN อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากปลาที่เลี้ยงด้วยอาหาร LA และ LS ($p>0.05$) และปริมาณ serum lysozyme ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหาร SC และ LS มีค่าสูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหาร NN และ LA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อย่างไรก็ตาม สูตรอาหารที่ต่างกันในการทดลองครั้งนี้ไม่ส่งผลต่อปริมาณ plasma protein และ white blood cell (WBC) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงใน Table 14

สอดคล้องกับ Abdel-Tawwab และคณะ (2008) รายงานว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมด้วยยีสต์ (*S. cerevisiae*) 1.0-5.0 ก/กก มีปริมาณ hemoglobin (Hb) RBC และ Ht สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม Abu-Elala และคณะ (2013) พบว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมยีสต์ (*S. cerevisiae*) มีปริมาณ RBC และ serum lysozyme สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม Opiyo และคณะ (2019 b) ก็รายงานว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริม *S. cerevisiae* มีปริมาณ lysozyme activity สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม

โดย Ortuno และคณะ (2002) อธิบายว่า ในยีสต์มี beta-glucan และ กรดนิวคลีอิก ที่ช่วยเพิ่มระดับภูมิต้านทานได้ Sakai และคณะ (2001) ก็รายงานว่า ปลาไนที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมสารสกัดจากนิวคลีโอไทด์ของยีสต์ (*S. cerevisiae*) มีปริมาณ serum lysozyme สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม โดยนิวคลีโอไทด์ในยีสต์สามารถช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันในการต้านเชื้อ *A. hydrophila* ได้ Abu-Elala และคณะ (2013) รายงานว่าคาร์โบไฮเดรตที่สำคัญ 2 ชนิด ใน cell wall ของยีสต์ ได้แก่ mannoprotein และ glucan ช่วยกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันในสัตว์น้ำ โดยกระตุ้นให้เกิดการสร้าง lysozyme

Table 14 Non-specific immune of tilapia for 90 days

	Diets			
Parameter	NN	LA	SC	LS
Hematocrit (%)	16.88±0.62 [a]	18.48±0.14 [ab]	19.77±1.39 [b]	18.81±0.26 [ab]
Plasma protein (mg/L)	3.62±0.01	3.53±0.01	3.74±0.29	3.54±0.02
Serum lysozyme (µg/mL)	14.30±0.70 [a]	13.63±0.15 [a]	15.40±0.10 [b]	15.77±0.35 [b]
Red blood cell (10^6 cell/µL)	1.22±0.14 [a]	1.32±0.11 [ab]	1.57±0.12 [b]	1.26±0.12 [ab]
White blood cell (10^3 cell/µL)	27.64±0.14	25.17±0.61	26.94±0.84	27.22±1.11

Means ± SD within a row with different superscripts letters are significantly different at $p<0.05$

มีหลายงานวิจัยที่กล่าวถึงผลดีของการเสริมจุลินทรีย์กลุ่ม lactic acid bacteria (LAB) *L. acidophilus* ที่นิยมใช้เป็นจุลินทรีย์ probiotic ลงในอาหารทดลองเลี้ยงปลานิล โดย Liu และคณะ (2013) ทดลองใช้ LAB 2 สายพันธุ์ *L. acidophilus* และ *L. brevis* เสริมในอาหารเลี้ยงปลานิล พบว่า ปลานิลมีความต้านทานต่อเชื้อ *A. hydrophila* ได้ดีกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม ซึ่ง LAB ทั้ง 2 สายพันธุ์ช่วยกระตุ้นการสร้าง cytokine ในระบบภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ และยังช่วยเพิ่ม phagocytic activity ในการกำจัดเชื้อก่อโรคอีกด้วย Villamil และคณะ (2012) ก็พบว่า *L. acidophilus* ช่วยยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคได้ทั้ง แกรมบวก และ แกรมลบ ทั้งนี้เป็นผลมาจากความสามารถของ LAB ในการสร้าง กรดแลคติก, bacteriocins, organic acid, hydrogen peroxide และ carbon dioxide ที่ช่วยเสริมฤทธิ์การฆ่าและการต้านทานจุลินทรีย์ก่อโรค นอกเหนือจากการเสริมสร้างภูมิต้านทาน ในทางตรงกันข้ามกับการทดลองครั้งนี้ Aly และคณะ (2008) รายงานว่า การเสริม *L. acidophilus* ในอาหารเลี้ยงปลานิล ทำให้ปลามี lysozyme activity สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม แต่มีปริมาณ Ht ไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ Hamdan และคณะ (2016) รายงานว่า การเสริม *L. plantarum* ในอาหารเลี้ยงปลานิล 0.5% และ 1.0% ทำ

ให้ปลานิลมี RBC, WBC และ lysozyme activity เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามผลของจุลินทรีย์ probiotic ต่อระดับภูมิคุ้มกันนั้นจะแตกต่างกันไปตามชนิดของสัตว์น้ำ ชนิดของจุลินทรีย์ ปริมาณความหนาแน่นของเซลล์ที่ใช้ ซึ่งแตกต่างกันไปในแต่ละการทดลอง

ด้านการทดลองในการใช้ยีสต์ (*S. cerevisiae*) ร่วมกับจุลินทรีย์ LAB เสริมในอาหารเลี้ยงปลามีอยู่ไม่มากนัก Iwashita และคณะ (2015) รายงานว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมยีสต์ (*S. cerevisiae*) และ *Bacillus subtilis* มีปริมาณ RBC, WBC และ Ht ไม่ต่างจากปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม อย่างไรก็ตาม ผลของ probiotic แต่ละชนิด ก็อาจแตกต่างกันไปตามแต่ละการทดลอง ขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ทดลอง ช่วงวัย อัตราความเข้มข้นที่ใช้ และสภาพแวดล้อมของการทดลอง โดย Hasaan และคณะ (2014) พบว่า ปริมาณ RBC, WBC และ Ht ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมสารสกัดจากยีสต์ ร่วมกับ *Bacillus licheniformis* มีค่าสูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม แต่ไม่แตกต่างจากปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมสารสกัดจากยีสต์เพียงอย่างเดียว

การทดลองใช้สารสกัดจากสมุนไพร ร่วมกับจุลินทรีย์ probiotic ในการทดลองครั้งนี้เพื่อหวังผลของการเพิ่มประสิทธิภาพของสารสกัดจากสมุนไพรในลักษณะ symbiotic โดยมีรายงานการศึกษาก่อนหน้านี้เพียงเล็กน้อย Harikrishnan และคณะ (2011) ทดลองใช้สมุนไพรเกาหลี 3 ชนิด ได้แก่ *Panax ginseng, Glycyrrhiza uralensis* และ *Acanthopanax koreanum* ผสมกับ *Lactobacillus* spp. หลายชนิด และ *S. cerevisiae* เสริมในอาหารเลี้ยงปลา halibut ที่ถูกทำให้ติดเชื้อด้วยเชื้อ *Streptococcus paraubesis* พบว่า ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองมีอัตราการเจริญเติบโต และระดับภูมิคุ้มกันดีกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม

Table 15 water quality in the experimental pond (Means ± SD)

Indicator	Diets			
	NN	LA	SC	LS
Temperature(C)	26.2±0.1	26.4±0.1	26.2±0.02	26.2±0.01
DO (mg/L)	5.31±0.11	5.28±0.02	5.26±0.04	5.32±0.02
pH	7.72±0.52	7.92±0.05	7.90±0.02	7.88±0.01
Total Ammonia (mg/L)	0.32±0.02	0.33±0.04	0.36±0.06	0.37±0.04

คุณภาพน้ำในบ่อทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) และ มีคุณภาพน้ำเหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงปลานิล Bhujel (2000) และไม่ก่อให้เกิดมลพิษ ไม่เกินค่ามาตรฐาน ใน

ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด (ราชกิจจานุเบกษา, 2551) แสดงใน Table 15

สรุปผลการวิจัย

ผลการทดลองในครั้งนี้สรุปได้ว่า

1. สามารถใช้สารสกัดจากมะขามป้อม เสริมในอาหารทดลองอัตรา 0.79 % เลี้ยงปลานิลแทนการใช้วิตามินซี โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อปลา และภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ

2. การใช้เกสรบัวหลวง เสริมในอาหารทดลองอัตรา 0.05 % เลี้ยงปลานิลส่งผลให้ปลานิลมีอัตราการเจริญเติบโต และ องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อปลา ดีกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม โดยไม่ส่งผลกระทบต่อภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ

3. การใช้เกสรบัวหลวง 0.05 % ร่วมกับยีสต์ *S. cerevisiae* 0.2% เสริมในอาหารทดลอง ช่วยเสริมประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะในการเลี้ยงปลานิล โดยไม่ส่งผลกระทบต่อ องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อปลา

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2554. **คู่มือการประเมินน้ำทิ้งและปริมาณมลพิษจากกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ**. กรมควบคุมมลพิษ. กรุงเทพฯ. 67 หน้า.

มะลิ บุณยรัตผลิน, นันทิยา อุ่นประเสริฐ และจารุรัตน์ วรรณโกวัฒน์. 2533. **ระดับวิตามินซีที่เหมาะสมเพื่อเสริมในอาหารเลี้ยงลูกปลากะพงขาว**. สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ, สงขลา.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ และ ไพพรรณ พรประภา. 2539. **การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ, 214 หน้า.

ราชกิจจานุเบกษา (2551) **ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด**. ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 125 ตอนพิเศษ 21 ง: 16-19.

วุฒิพร พรหมขุนทอง. 2539. ผลของวิตามินซีระดับต่างๆต่อการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตายของปลากดเหลือง.**วารสารสงขลานครินทร์ สาขาวิทยาศาสตร์** 18(4): 413-420.

วุฒิพร พรหมขุนทอง, อภิญญา ส่งประดิษฐ์ และปิยวรรณ สังฆมานาคิน. 2541. การใช้แอสคอบิล-2-ซัลเฟต เป็นแหล่งของวิตามินซีสำหรับปลากดเหลือง. **วารสารสงขลานครินทร์ สาขาวิทยาศาสตร์** 20(2): 149-156.

สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์. 2555. **มาตรฐานเกษตรอินทรีย์.** สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ (มทก), 97 หน้า

Aanyu M, Betancor M and Monroig O. 2018. Effects of dietary limonene and thymol on the growth and nutritional physiology of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquacult.** 488: 217-226.

Abass DA, Obirikorang KA, Campion BB, Edziyie RE and Skov PV. 2018. Dietary supplementation of yeast *Saccharomyces cerevisiae*) improves growth, stress tolerance, and disease resistance in juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquacult. Int.** 26 (3): 843-855.

Abu-Elala N, Marzouk M and Moustafa M. 2013. Use of different *Saccharomyces cerevisiae* biotic forms as immune-modulator and growth promoter for *Oreochromis niloticus* challenged with some fish pathogens. **Int. J. Vet. Sci. Med**. 1: 21-29.

Abdel-Tawwab M, Abdel-Rahman AM, and Ismael, NEM. 2008. Evaluation of commercial live bakers' yeast, *Saccharomyces cerevisiae* as a growth and immunity promoter for Fry Nile

tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) challenged in situ with *Aeromonas hydrophila*. **Aquacult.** 280: 185–189.

Abdel-Tawwab M and El-Araby DA. 2021. Immune and antioxidative effects of dietary licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) on performance of Nile tilapia. **Aquacult**. 530: 735828.

Acar U, Kesbi OS, Yilmaz S, Gultepe N and Turke A. 2015. Evaluation of the effects of essential oil extracted from sweet orange peel (*Citrus sinensis*) on growth rate of tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and possible disease resistance against *Streptococcus iniae*. **Aquacult.** 437: 282–286.

Afaf N, Abdel R, Mohamed EH and Mohammed EH. 2018. Effect of Indian lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) leaf powder on immune status and disease resistance of Nile tilapia. **Aquacult Res**. 49: 3392-3399.

Aly SM, Ahmed YAG, Ghareeb AAA and Mohamed MF. 2008. Studies on *Bacillus subtilis* and *Lactobacillus acidophilus*, as potential probiotics, on the immune response and resistance of Tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) to challenge infections. **Fish Shellfish Immunol.** 25(1–2):128–136.

Awad E and Awaad A. 2017. Role of medicinal plants on growth performance and immune status in fish. **Fish Shellfish Immunol.** 67: 40–54.

AOAC. 1990. **Official Methods of Analysis**, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA, 1298 pp.

Bhujel RC. 2000. A review of strategies for the management of Nile tilapia (Oreochromis niloticus) broodfish in seed production systems, especially hapa-based systems. **Aquacult**. 181: 37-59.

Cavichiolo F, Vargus LD, Ribeiro RP, Moreira HLM, Botaro D and Leonardo JM. 2000. Different levels of vitamin C (Ascorbic acid) and occurrence of ectoparasites, survival and biomass in fingerlings of Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *In* K. Fitzsimmons and J.C. Filho (eds.) Tilapia Aquaculture in the 21st century. **Proceedings from the fifth international symposium on Tilapia aquaculture**, 512-523, RJ, Brazil.

CCAC. 2005. **CCAC guidelines on: the care and use of fish in research, teaching and testing. Canadian Council on Animal Care.** Ottawa, CANADA. 87 p.

Cha JH, Rahimnejad S, Yang SY, Kim KW and Lee KJ. 2013. Evaluations of *Bacillus* spp. as dietary additives on growth performance, innate immunity and disease resistance of olive flounder

(*Paralichthys olivaceus*) against *Streptococcus iniae* and as water additives. **Aquacult.** 402-403: 50-57.

China R, Mukherjee S, Sen S, Bose S, Datta S, Koley H, Ghosh S and Dhar P. 2012. Antimicrobial activity of *Sesbania grandiflora* flower polyphenol extracts on some pathogenic bacteria and growth stimulatory effect on the probiotic organism *Lactobacillus acidophilus*. **Microbiol Res**. 167(8): 500-506

Degani G, Ben-Zvi Y and Levanon D. 1989. The effect of different protein levels and temperatures on growth and feed utilization, growth and body composition of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). **Aquacult.** 76: 293–301.

Dhanarasu S and Al-Hazimi A. 2013. Phytochemistry, Pharmacological and Therapeutic Applications of *Nelumbo nucifera*. **Asian J of Phytomed and Clinical Res.** 1(2): 123-136.

El-Barabay MI and Mehrim AI. 2009. Protective effect of antioxidant medicinal herbs ,Rosemary and Parsley ,on sub acute aflatoxicosis in Nile Tilapia, *O. niloticus*). **J of Fisheries and Aquatic Science.** 4(4):178-190.

El Mesallamy AMD, El-Marakby HI, Souleman AMA and Abd El-Naby FS. 2015. Evaluation of phenolic extract of licorice roots in diets of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Egypt. Pharm. J**. 14, 117-122.

FAO. 2002. **Antibiotics residue in aquaculture products, the State of World Fisheries and aquaculture**. pp. 74-82 (Rome , Italy).

Gatesoupe FJ. 1999. The use of probiotics in aquaculture. **Aquacult**. 180: 147-165.

Grassi TLM, Paiva NM, Oliveira DL, Taniwaki F, Cavazzana JF, *et al*. 2020. Growth performance and flesh quality of tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed low concentrations of *Rubrivivax gelatinosus*, *Saccharomyces cerevisiae* and *Spirulina platensis*. **Aquacult Int.** 28: 1305-1317.

Gomes AMP and Malcata FX, 1999. *Bifidobacteria* spp. and *Lactobacillus acidophilus* biological, biochemical, technological and therapeutic properties relevant for use as probiotics. **Trends Food Sci. Technol**. 10, 139-157.

Hamdan A, El-Sayed A and Mahmoud M. 2016. Effects of a novel marine probiotic, *Lactobacillus plantarum* AH 78, on growth performance and immune response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **J. Appl. Microbiol**. 120:1061–1073.

Harikrishnan R, Nisha Rani M and Balasundaram C. 2003. Hematological and biochemical parameters in common carp, *Cyprinus carpio*, following herbal treatment for *Aeromonas hydrophila* infection. **Aquacult.** 221:41-50

Harikrishnan R, Balasundaran C and Bhuvaneswari R. 2005. Restorative effect of *Azadirachta indica* aqueous leaf extract dip treatment on haematological parameter changes in *Cyprinus carpio* (L.) experimentally infected with *Aphanomyces invadans* fungus. **J Appl Ichthyol** 21: 410-414

Harikrishnan R, Balasundaramb C and Heo MS. 2010 a. Herbal supplementation diets on hematology and innate immunity in goldfish against *Aeromonas hydrophila*. **Fish Shellfish Immunol.** 28: 354-361.

Harikrishnan R, Heo J, Balasundaramb C, Kima MC, Kima JS, Han YJ and Heo MS. 2010 b. Effect of traditional Korean medicinal (TKM) triherbal extract on the innate immune system and disease resistance in *Paralichthys olivaceus* against *Uronema marinum.* **Vet Parasitol.** 170: 1–7.

Harikrishnan R, Kima MC, Kima JS, Balasundaramb C and Heo MS. 2011. Probiotics and herbal mixtures enhance the growth, blood constituents, and nonspecific immune response in *Paralichthys olivaceus* against *Streptococcus parauberis*. **Fish Shellfish Immunol.** 31: 310-317.

Hassaan MS, Soltan MA and Ghonemy MMR. 2014. Effect of synbiotics between *Bacillus licheniformis* and yeast extract on growth, hematological and biochemical indices of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Egypt J Aquatic Res**. 40: 199-208.

He S, Zhang Y, Xu L, Yang Y, Marubashi T, Zhou Z and Yao B. 2013. Effects of dietary *Bacillus subtilis* C-3102 on the production, intestinal cytokine expression and autochthonous bacteria of hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* ♀ × *O. aureus* ♂) cultured in cages. **Aquacult.** 412-413: 125-130.

Imorou Toko I, Fiogbe ED, Koukpode B and Kestemont P. 2007. Rearing of African catfish (*Clarias gariepinus*) and vundu catfish (*Heterobranchus longifilis*) in traditional fish ponds (whedos): effect of stocking density on growth, production and body composition. **Aquacult.** 262: 65–72.

Imorou Toko I, Fiogbe ED, Koukpode B and Kestemont P. 2008. Mineral status of African catfish (*Clarias gariepinus*) fed diets containing graded levels of soybean or cottonseed meals. **Aquacult.** 275: 298-305.

Iwashita MK, Nakandakare IB, Terhune JS, Wood T and Ranzani-Paiva MJ. 2015. Dietary supplementation with *Bacillus subtilis*, *Saccharomyces cerevisiae* and *Aspergillus oryzae* enhance immunity and disease resistance against *Aeromonas hydrophila* and *Streptococcus iniae* infection in juvenile tilapia *Oreochromis niloticus*. **Fish Shellfish Immunol.** 43(1): 60-66.

Jiang M, Zhao S, Yang S, Lin X, He X, Wei X, Song Q, Li R, Fu C, Zhang J and Zhang Z. 2020. An - essential herbal medicine - licorice: a review of phytochemicals and its effects in combination preparations**. J. Ethnopharmacol**. 249: 112439.

Kareem Z H, Abdelhadi YM, Christianus A, Karim M and Romano N. 2016. Effects of some dietary crude plant extracts on the growth and gonadal maturity of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and their resistance to *Streptococcus agalactiae* infection. **Fish Physio and Biochem.** 42(2): 757–769.

Khalafalla ME. 2009. Utilization of Some Medical Plants as Feed Additives for Nile Tilapia, *O.niloticus*, feeds.Mediterranean. **Aquacult J.** 2(2): 10-19.

Lara-Flores M, Olvera-Novoa MA, Guzman-Mendez BE and Lopez-Madrid W. 2003. Use of the bacteria *Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*, and the yeast *Saccharomyces cererisiae* as growth promoters in Nile tilapia (*O. niloticus*). **Aquacult.** 216: 153-201.

Leonardo JMLO, Vargas L, Ribeiro RP, Cavichiolo F and Marques HL. 2000. Effect of different levels of vitamin C on ectoparasite occurrence, survival rate and total biomass of thailandese Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) larvae. *In* K. Fitzsimmons and J.C. Filho (eds.) Tilapia Aquaculture in the 21st century. **Proceedings from the fifth international symposium on Tilapia aquaculture**, 512-523 , RJ, Brazil.

Li P snd Gatlin III DM. 2005. Evaluation of prebiotic GroBiotic-A and brewer's yeast as dietary supplements for sub-adult hybrid striped bass (*Morone chrysops x M. saxatilis*) challenged in situ with *Macbacterium marinum*. **Aquacult.** 248: 197-205.

Lim C. 1996. Nutrition and feeding of tilapias. **Fish diseases and parasite research** 4: 95-107.

Liu WS, Ren PF, He SX, Xu L, Yang YL, Gu ZM, *et al*. 2013. Comparison of adhesive gut bacteria composition, immunity, and disease resistance in juvenile hybrid tilapia fed two different *Lactobacillus* strains. **Fish Shellfish Immunol**. 35(1): 54–62.

Lowry OH, Rosenbough NJ, Farr AL and Randall RJ. 1961. Protein measurement with the Folin phenol reagent**. J Biol Chem**. 193(1): 265-275.

Maisuthisakul P, Pasukb S and Ritthiruangdej P. 2008. Relationship between antioxidant properties and chemical composition of some Thai plants. **J of Food Composition and Analy.** 21: 229–240.

Miguel A, Olvera N, Carlos A, Martinez P, Reyna Galvan C. and Chaves C. 1988. The use of seed of the leguminous plant *Sesbania grandiflora* as a partial replacement for fish meal in diets for tilapia (*Oreochromis mossambicus*). **Aquacult.** 71: 51-60.

Mohammad AR, Mohammad Z, Vahid Y and Seyed MM. 2012 Effect of Different Levels of dietary Supplementation of *Saccharomyces cerevisiae* on Growth Performance, Feed Utilization and Body Biochemical Composition of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fingerlings. **J the Persian Gulf**. 3 (9): 15-24.

Mohammed E, Kamel M, El Iraqi K, Tawfik AM, Khattab MS and Elsabagh M. 2020. *Zingiber officinale* and *Glycyrrhiza glabra*, individually or in combination, reduce heavy metal accumulation and improve growth performance and immune status in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquacult Res**. 51(5): 1933-1941.

Munglue P. 2014. Effects of dietary *Nelumbo nucifera* (lotus) peduncle extract on growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). 2014. **Proceedings of the 1st Environment and Natural Resources International Conference;** Nov 6 – 7; Bangkok, Thailand; P.279-82.

Munglue P. 2016. Effects of Lotus (Nelumbo nucifera Gaertn.) Stamen Extract on Growth Performance, Feed Utilization and Intestinal Morphology of Catfish (*Clarias gariepinus*). **KKU Res.j.** 21(2): 7-17.

Opiyo, MA, Jumbe J, Ngugi CC and Charo-Karisa H. 2019 a. Different levels of probiotics affect growth, survival and body composition of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured in low input ponds. **Scientific African.** 4: 1-7.

Opiyo MA, Jumbe J, Ngugi CC and Charo-Karisa H. 2019 b. Dietary administration of probiotics modulates non- specific immunity and gut microbiota of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured in low input ponds. **Aquacult Int**. 7: 1-9.

Ortuno J, Cuesta A, Rodriguez A, Esteban MA and Meseguer J. 2002. Oral administration of yeast, *Saccharomyces cerevisiae*, enhances the cellular innate immune respone of gilhead seabream (*Sparus aurata* L.). **Vet Immunol and Immunopathol.** 85: 41-50.

Ozório ROA, Portz L, Borghesi R and Cyrino JEP. 2012. Effects of Dietary Yeast (*Saccharomyces cerevisia*) Supplementation in Practical Diets of Tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Animals** 2: 16-24.

Pachanawan A, Phumkhachorn P and Rattanachaikunsopon P. 2008. Potential of *Psidium guajava* supplemented fish diets in controlling *Aeromonas hydrophila* infection in tilapia (*Oreochromis niloticus*). **J Biosci Bioeng**. 106(5): 419-424.

Panigrahi A, Kiron V, Puangkaew J, Kobayashi T, Satoh S and Sugita H. 2005. The viability of probiotic bacteria as a factor influencing the immune response in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. **Aquacult**. 243, 241-254.

Pirarat N, Fobayashi T, Katagiri T, Maita M and Endo M. 2006. Protective effects and mechanisms of probiotic bacterium *Lactobacillus rhammosus* against experimental *Edwardsiella tarda* infection in tilapia (*Oreochromic niloticus*). **Vet. Immunol. Immunopathol.** 113: 339-345.

Puangkaew J, Kiron V, Somamoto T, Okamoto N, Satoh S, Takeuchi T and Watanabe T. 2004. Nonspecific immune response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) in relation to different status of vitamin E and highly unsaturated fatty acids. **Fish Shellfish Immunol**. 16(1): 25-39.

Qiao J, Du Z, Zhang Y, Du H, Guo L, Zhong M, Cao J and Wang X. 2011. Proteomic identification of the related immune-enhancing proteins in shrimp *Litopenaeus vannamei* stimulated with vitamin C and Chinese herbs. **Fish Shellfish Immunol.** 31: 736-745.

Reverter M, Bontemps N, Lecchini D, Banaigs B and Sasal P. 2014. Use of plant extracts in fish aqua-culture as an alternative to chemotherapy : Current status and future perspectives. **Aquacult.** 433: 50–61.

Sakai M, Taniguchi K, Mamoto K, Ogawa H and Tabata M. 2001. Immunostimulant effects of nucleotide isolated from yeast RNA on carp, *Cyprinus carpio* L. **J Fish Dis** 24 (8): 433-438

Severino VGP, Silva MFGF, Lucarini R, Montanari LB, Cunha WR, Vinholis AHC and Martins CHG. 2009. Determination of the antibacterial activity of crude extracts and compounds isolated from *Hortia oreadica* (Rutaceae) against oral pathogens. **Braz J Microbiol** 40: 535-540

Shiau SY and Hsu TSL. 1995. Ascorbyl-2-sulfate has equal antiescorbutic activity as ascorbyl-2-monophosphate for tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. aureus*. **Aquacult.** 133(2):147-157.

Sivagurunathan A, Innocent BX and Lakshmi SM. 2012. Immunomodulatory effect of dietary *Nelumbo nucifera* (lotus) in growth and haematology of *Cirrhinus mrigala* challenged with *Pseudomonas aeruginosa*. **J Applied Pharm Sci.** 2(7): 191-95.

Soliman AK, Jauncey K and Roberts RJ. 1994. Water - solvble vitamin requirements of tilapia: ascorbic acid (vitamin C) requirement of Nile tilapia; *Oreocheomis niloticus* (L.). **Aquacult and fisheries Manag.** 25: 269-276.

Standen BT, Rawling MD, Davies SJ, Castex M, Foey A, Gioacchini G, Carnevali O and Merrifield DL. 2013. Probiotic modulates both *Pediococcus acidilacticilocalised* intestinal-and peripheral-immunity in tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Fish & Shellfish Immunol.** 35: 1097-1104

Stickney RR, Mc Geachin RB, Lewis DH, Mazks J, Riggs A, Robinson EH and Wurts W. 1984. Response of tilapia aurea (*Oreochromis aureus*) to dietary vitamin C. **J world Maricult society** 15: 179-185.

Sun J. 2007. D-Limonene: safety and clinical applications. **Altern Med Rev.** 12: 259–264.

Supabphol R and Tangjitjaroenkun J. 2014. Chemical Constituents and Biological Activities of *Zanthoxylum limonella* (Rutaceae): A Review. **Trop J of Pham Res**. 13(12): 2119-2130.

Sutthi N and Thaimuangphol W. 2020. Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on growth performances, body composition and blood chemistry of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) under different salinity conditions. **Iranian J Fisheries Sci**. 19(3): 1428-1446.

Tacon AGJ. 1985. **Nutritional fish pathology. Morphological signs of nutrition deficient and toxicity in farmed fish**. ADCP/REP/85/22, FAO, Rome, Italy.

Tangjitjaroenkun J, Supabphol R and Chavasiri W. 2012. Antioxidant effect of *Zanthoxylum limonella* Alston. **J Med Plants Res**. 6(8): 1407-1414.

Villamil L, Reyes C and Martínez-Silva M. A. 2012. *In vivo* and *in vitro* assessment of *Lactobacillus acidophilus* as probiotic for tilapia (*Oreochromis niloticus*, Perciformes: Cichlidae) culture improvement. **Aquacult Res**. 45: 1116–1125.

Wu YB, Zheng LJ, Yi J, Wu JG, Tan CJ, Chen TQ, Wu JZ and Wong KH. 2011. A comparative study on antioxidant activity of ten different parts of *Nelumbo nucifera* Gaertn. **Afr. J. Pharm. Pharmacol**. 5(22): 2454–246.

Wutiporn P. 1994. Effect of vitamin C levels on growth performance, feed conversion rates, survival rates and histopathology of gill, liver and kidney of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Songkhlanakarin J. Sci. Technol**. 16(2): 113-124.

Yin G, Jeney G, Racz T, Xu P, Jun X and Jeney Z. 2006. Effect of two Chinese herbs (*Astragalus radix* and *Scutellaria radix*) on non-specific immune response of tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquacult**. 253: 39–47.

Yin G, Ardo L, Thompson KD, Adams A, Jeney Z and Jeney G. 2009. Chinese herbs (*Astragalus* radix and *Ganoderma lucidum*) enhance immune response of carp, *Cyprinus carpio*, and protection against *Aeromonas hydrophila*. **Fish & Shellfish Immunol.** 26: 140–145.

Zaki MA, Labib EM, Nour A M, Tonsy HD and Mahmoud SH. 2012. Effect some medicinal plants diets on mono sex Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), growth performance, feed utilization and physiological parameters. **APCBEE Procedia**, 4: 220-227

Zhu Y, Hu P, Yao J, Xu D, Xu Y and Tan Q. 2019. Optimal dietary alcoholic extract of lotus leaf improved growth performance and health status of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*). **Fish & Shellfish Immunol**. 93: 1-7.

ภาคผนวก

วารสารแก่นเกษตร
KHON KAEN AGRICULTURE JOURNAL

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002
โทรศัพท์ 043-202360, 083-3435926
Email: agkasetkaj@gmail.com
http://ag2.kku.ac.th/kaj

1 กันยายน 2563

เรื่อง ตอบรับการตีพิมพ์บทความ

เลขทะเบียนเรื่อง : 12/63

ชื่อเรื่อง : ผลของสารสกัดจากพืช มะขามป้อม (*Phyllanthus emblica*) หอมแดง (*Allium ascalonicum*) และดอกแค (*Sesbania grandiflora*) ต่อการเจริญเติบโตและภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะของปลานิล (*Oreochromis niloticus*)

เรียน ดร.จอมสุดา ดวงวงษา

ตามที่ท่านได้ส่งบทความเพื่อลงตีพิมพ์ในวารสารแก่นเกษตรนั้น บัดนี้เรื่องของท่านได้ถูกพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิและจากทางกองบรรณาธิการเรียบร้อยแล้ว กองบรรณาธิการมีความยินดีที่จะแจ้งให้ทราบว่าเรื่องของท่าน มีความเหมาะสมที่จะตีพิมพ์ได้ โดยทางวารสารแก่นเกษตรจะตีพิมพ์บทความของท่าน
ในปีที่ 49 ฉบับที่ 1 (ม.ค.-ก.พ. 2564)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

รศ.ดร.ปรเมศ บรรเทิง
บรรณาธิการ

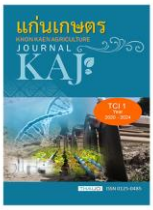
กองบรรณาธิการวารสารแก่นเกษตร ขอสงวนสิทธิ์ระงับการตีพิมพ์ หากเจ้าของบทความไม่ดำเนินการครบตามกระบวนการประเมินคุณภาพบทความ

วารสารแก่นเกษตร THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj



ผลของสารสกัดจากพืช มะขามป้อม (*Phyllanthus emblica*) หอมแดง (*Allium ascalonicum*) และ ดอกแค (*Sesbania grandiflora*) ต่อการเจริญเติบโตและภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะของปลานิล (*Oreochromis niloticus*)

Effect of plant extracts (*Phyllanthus emblica Allium ascalonicum* and *Sesbania grandiflora*) on growth hematology and non-specific immune response of tilapia (*Oreochromis niloticus*)

จอมสุดา ดวงวงษา[1]* และ เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์[1]

Jomsuda Duangwongsa[1]* and Thepparath Ungsethaphand[1]

[1] คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

[1] Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University, Chiangmai, 50290

* Corresponding author: Daungwongsa2000@gmail.com

Received: date; January 15, 2020 Accepted: date; September 1, 2020 Published: date February 15, 2021

บทคัดย่อ: ศึกษาการใช้สารสกัดจากพืช มะขามป้อม (Phyllanthus emblica) หอมแดง (Allium ascalonicum) และ ดอกแค (Sesbania grandiflora) เสริมในอาหารทดลอง ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อปลา และภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ ในการเลี้ยงปลานิล ใช้อาหารทดลอง 4 สูตร ได้แก่ อาหารเสริมวิตามินซี (VC) เป็นอาหารควบคุม, อาหารเสริมด้วยมะขามป้อม (MP), อาหารเสริมด้วยหอมแดง (HD) และ อาหารเสริมด้วยดอกแค (DK) เลี้ยงปลานิลขนาดเริ่มต้นเฉลี่ย 53 ก. จำนวน 3 ซ้ำ ในกระชัง ระยะเวลาทดลอง 90 วัน ผลการทดลองพบว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วย VC, MP และ HD มีน้ำหนักสุดท้าย, น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น, อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วย DK อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อัตราการแลกเนื้อ (FCR) ของปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริม DK และ HD มีค่าต่ำกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม VC อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริม MP ($P < 0.05$) อัตราการรอดตาย ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในอาหารทดลองทุกสูตรกับชุดควบคุม ($P < 0.05$) หลังเสร็จสิ้นการทดลอง พบว่า ปริมาณโปรตีนในเนื้อปลาที่เลี้ยงด้วยอาหาร HD มีค่าต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเทียบกับปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรอื่น แต่ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหาร MP มีปริมาณโปรตีนในเนื้อปลาไม่แตกต่างจากอาหารเสริมวิตามินซี (VC) นอกจากนี้ยังพบว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหาร MP มีปริมาณฮีมาโตคริต และปริมาณโปรตีนในซีรั่ม สูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหาร DK อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่าง ($P > 0.05$) จากชุดควบคุม (VC) สูตรอาหารที่ต่างกันในการทดลองครั้งนี้ไม่ส่งผลต่อ ปริมาณ ซีรั่มไลโซไซม์ ปริมาณเม็ดเลือดแดง และปริมาณเม็ดเลือดขาว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ผลการทดลองในครั้งนี้สรุปได้ว่า สามารถใช้สารสกัดจากมะขามป้อม (MP) เสริมในอาหารทดลองเลี้ยงปลานิลแทนการใช้วิตามินซี โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อปลา และภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ

คำสำคัญ: ปลานิล; การเจริญเติบโต; ภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ; องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อปลา