วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 25 (ฉบับที่ 2) พฤษภาคม – สิงหาคม พ.ศ. 2563
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 25 (No.2) May – August 2020 บทความวิชาการ

ผลของพืชสมุนไพรต่อภูมิคุ้มกันและการเจริญเติบโตของปลา

Effects of Medicinal Plants on Fish Immunity and its Growth Performances

โฉมอนันต์ โพธิวงค์[1], ชาญวิทย์ สุวรรณ์[1], พงศกร น้อยมูล[2], ภัคธีมา ยาวิชัย[1], สายสุนีย์ จิตมโนวรรณ์[1] และ ชนกันต์ จิตมนัส[1*],
Chomanan Potiwong[1], Chanwit Suwan[1], Pongsakorn Noimoon[2], Pukteema Yawichai[1],
Saisunee Jitmanowan[1] and Chanagun Chitmanat[1*]
[1]*คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้*
[1]*Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University*
[2]*ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดเขต 1 (พะเยา)*
[2]*Phayao Inland Fisheries Research and Development Center*

Received : 7 August 2019
Revised : 6 October 2019
Accepted : 27 November 2019

บทคัดย่อ

มีการใช้พืชสมุนไพรป้องกันและรักษาโรคสำหรับมนุษย์เป็นเวลานาน แต่การใช้สมุนไพรในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะและสารเคมียังไม่แพร่หลาย บทความนี้เป็นการรวบรวมงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้สมุนไพรสดและสารสกัดเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโต ช่วยเสริมภูมิคุ้มกันและป้องกันโรคในสัตว์น้ำ โดยดูว่ามีผลต่อภูมิคุ้มกัน เช่น ค่าการจับกินสิ่งแปลกปลอม การทำงานของคอมพลีเมนต์ การทำงานของไลโซไซม์ ซึ่งแต่ละส่วนของพืช ไม่ว่าจะเป็นเมล็ด ราก ดอกและใบจะมีสารสำคัญแตกต่างกัน ทำให้ได้ผลต่างกัน นอกจากนี้ปริมาณ วิธีการให้และระยะเวลาที่ใช้มีผลต่อการกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่างกัน พืชบางชนิดมีราคาถูกแต่มีโปรตีนสูงจึงสามารถนำมาเป็นส่วนผสมอาหารแทนปลาป่นได้ สมุนไพรมักจะนำมาใช้ในรูปแบบการผสมอาหารตั้งแต่ 0.1 – 5% นาน 7 – 60 วัน มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อจำหน่ายเชิงพาณิชย์แต่ยังไม่มีข้อมูลผลของประสิทธิภาพที่ได้จากฟาร์มมากนัก

คำสำคัญ : สารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน พืชสมุนไพร สัตว์น้ำ ภูมิคุ้มกันสัตว์น้ำ

***Coresponding author. E-mail:** chanagun1@hotmail.com

Abstract

Herbs have been applied for immune stimulation and disease prevention for years. However, the application of them as alternatives for chemicals and antibiotics in aquaculture business is still insignificant. This article aimed to review the research of the use of medicinal plants for growth improvement, prevention and treatment of fish diseases. As each parts of plants provides the different active ingredients, the outcomes are dissimilar. The dosages, administration methods, and duration are important factors affecting immunity. Some plants are inexpensive but high protein which are possibly suitable to replace fishmeal. Oral administration as an additive feed is the most practical and preferable method ranging from 0.1 – 5% for 7 – 60 days. The commercial products have been developed; however, the effective results from farms are limited.

Keywords: immunostimulant, herb, aquatic animal, fish immunity

บทนำ

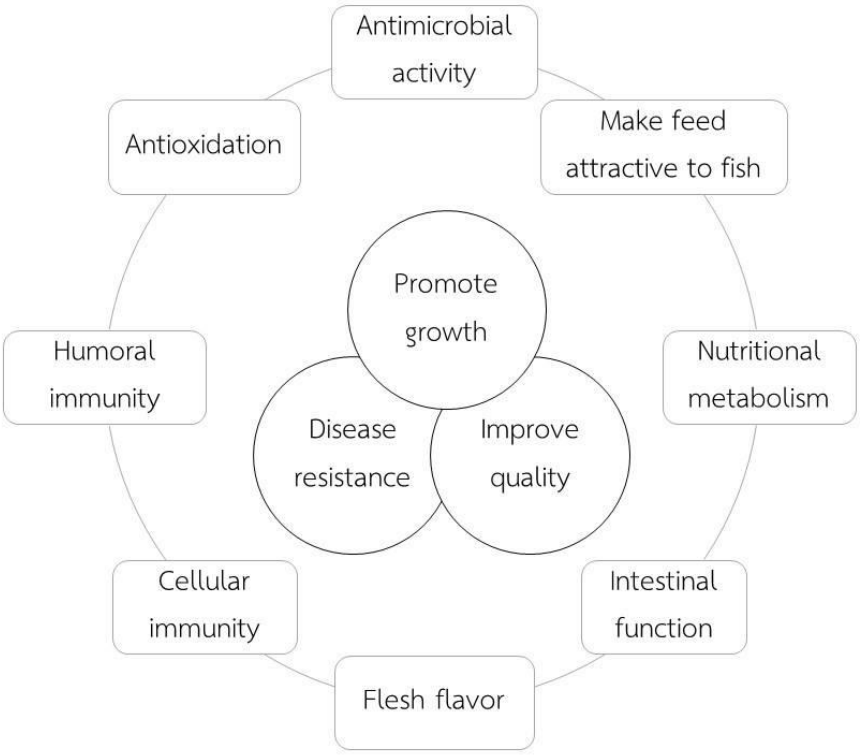
ผลิตผลจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจัดเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญและมีส่วนทำให้เกิดความมั่นคงทางอาหาร จึงทำให้มีการขยายตัวของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างรวดเร็ว เพื่อตอบสนองความต้องการของประชากรโลก ประเทศที่กำลังพัฒนาผลิตสัตว์น้ำได้เพียง 20% (Bene *et al*., 2007) ในขณะที่มากกว่า 50% ของผลผลิตมาจากประเทศแถบแอฟริกาและเอเชียใต้ (Richardson *et al*., 2011) ไทยผลิตสัตว์น้ำจากการเพาะเลี้ยงประมาณ 1.0 ล้านตันต่อปี แต่แนวโน้มการเพิ่มผลผลิตยังไม่แน่นอน เนื่องจากปัญหาเรื่องโรคระบาด ความแปรปรวนของสภาพอากาศและการตลาด การเลี้ยงสัตว์น้ำแบบหนาแน่นเพื่อให้ได้ผลผลิตต่อพื้นที่สูง ทำให้ความเสี่ยงของการเกิดโรคระบาดเพิ่มมากขึ้น (Bondad-Reantaso *et al*., 2005) นอกจากนั้นยังมีปัจจัยบางประการ เช่น การจับ คัดขนาด ย้ายบ่อ การขนส่ง อุณหภูมิที่สูงต่ำเกินไป รวมทั้งอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว คุณภาพน้ำที่ไม่ดีและอาหารมีคุณภาพไม่คงที่ซึ่งล้วนมีส่วนทำให้สัตว์น้ำเครียด ภูมิคุ้มกันลดลงและอ่อนแอ ติดโรคได้ง่าย (Cabello, 2006; Reverter *et al*., 2014)

โรคเป็นอุปสรรคสำหรับอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การใช้สารเคมีและยาปฏิชีวนะในการรักษาโรค อาจทำให้เกิดการสะสมและตกค้างทั้งในเนื้อเยื่อปลาและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งก่อให้เกิดการดื้อยาซึ่งจะส่งผลเสียต่อผู้บริโภค (Santos *et al*., 2016) การฉีดวัคซีนเป็นวิธีการป้องกันโรคที่มีประสิทธิภาพ แต่วัคซีนจะเป็นการเพิ่มต้นทุนและมีผลเฉพาะต่อเชื้อชนิดเดียวเท่านั้น (Harikrishnan *et al*., 2011) ด้วยเหตุนี้จึงมีแนวโน้มที่จะใช้พืชสมุนไพรและสารอนุพันธ์เป็นทางเลือกในการป้องกันและควบคุมโรคสัตว์น้ำ (Reverter *et al*., 2014; Harikrishnan *et al*., 2011)

ปัจจุบันมนุษย์หันกลับมาใช้สมุนไพรเพื่อป้องกันรักษาโรคต่าง ๆ เนื่องจากปัญหาของผลข้างเคียงที่เกิดขึ้นจากการใช้สารเคมี ยาปฏิชีวนะและสังเคราะห์ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น สมุนไพรที่ใช้ในการรักษาหรือบำบัดโรคมีหลากหลายชนิด การใช้พืชสมุนไพรเพิ่มขึ้นอย่างแพร่หลายช่วยให้มีการค้นพบสรรพคุณใหม่ ๆ แม้ว่าโครงสร้างทางเคมีและกระบวนการทางชีวภาพของสมุนไพรหลายชนิดยังไม่สามารถอธิบายด้วยเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจน

พืชสมุนไพรกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

พืชสมุนไพรมีสรรพคุณหลากหลาย เช่น เป็นสารเสริมอาหารเพื่อกระตุ้นความอยากอาหาร เพิ่มการเจริญเติบโต ใช้เป็นยาสลบในการขนส่งปลา กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน ต้านทานเชื้อก่อโรค ลดความเครียดในปลาและทำให้เนื้อปลามีคุณภาพดี (Chakraborty and Hancz, 2011; Chitmanat *et al*. 2005) (ภาพที่ 1) ซึ่งผลเหล่านี้อาจจะสืบเนื่องมาจากสารเคมีหรือสารอนุพันธ์ของพืชสมุนไพรที่มีส่วนประกอบของอัลคาลอยด์ สเตียรอยด์ ฟีนอลลิก แทนนิน เทอร์พีนอยด์ ซาโปนิน ไกโคไซด์และฟลาโวนอยด์ พืชสมุนไพรหลายชนิดหาได้ง่ายและมีราคาไม่แพงจึงถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวาง ทั้งในรูปแบบสดแบบแห้งหรือในรูปแบบสารสกัด ในบางครั้งจะใช้ร่วมกันกับโปรไบโอติกหรือผลิตภัณฑ์จากสัตว์ อย่างไรก็ตาม Chitmanat (2013) ตั้งข้อสังเกตว่า การใช้ผลิตภัณฑ์จากพืชในการกระตุ้นภูมิคุ้มกันในปริมาณมากเกินไปอาจจะส่งผลเสียต่อสัตว์น้ำและควรคำนึงถึงต้นทุนที่เพิ่มขึ้นด้วย



ภาพที่ 1 ประโยชน์ของพืชสมุนไพรที่มีต่อสัตว์น้ำ (Pu *et al*., 2017)

1. พืชสมุนไพรที่ช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกัน

สมุนไพรเป็นสารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน (immunostimulant) ที่ช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันทั้งแบบไม่จำเพาะและจำเพาะ ทำให้สัตว์น้ำสามารถรับมือกับเชื้อโรคต่าง ๆ ได้ เนื่องจากสมุนไพรเป็นสารธรรมชาติ จึงน่าจะมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ทำให้มีความน่าสนใจที่จะนำมาใช้ในวงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Sakai, 1999)

1..1 การใช้พืชสมุนไพรสด

พืชสมุนไพรสามารถช่วยเพิ่มความอยากอาหาร เพิ่มการเจริญเติบโต ป้องกันความเครียดและกระตุ้นภูมิคุ้มกันของสัตว์น้ำ อาจจะเป็นเพราะสมุนไพรมีสารธรรมชาติ เช่น อัลคาลอยด์ สารประกอบฟีนอลิกและสเตรอยด์ (Reverter *et al.,* 2014; Harikrishnan *et al.,* 2011; Sivaram *et al.,* 2004) ข้อดีของการพืชสมุนไพรในรูปแบบสด คือ ไม่เสียเวลาเพื่อแปรสภาพก่อนใช้งาน ซึ่งอาจจะไม่สะดวกสำหรับฟาร์มเลี้ยงขนาดใหญ่ รวมทั้งปริมาณสารสำคัญที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพในแต่ละครั้งของสมุนไพรที่ซื้อมาจะมีไม่เท่ากัน โดยแตกต่างไปตามสภาพแวดล้อมในการปลูก วิธีการเก็บเกี่ยว อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง

กระเทียม (*Allium sativum*) เป็นพืชที่นิยมบริโภคทั่วไปอย่างแพร่หลาย เนื่องจากผลทางชีวภาพของกระเทียมเป็นยาปฏิชีวนะ ต้านมะเร็ง รักษาโรคตับและหัวใจ รวมทั้งช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันในปลาเรนโบว์เทราท์ ปลาหมอ ปลากะพง และปลาโรช (Nya and Austin, 2009; Ndong and Fall, 2011; Talpur and Ikhwanuddin, 2012; Ghehdarijani *et al*., 2016) โดยดูจากการเพิ่มขึ้นของการทำงานเซลล์ภูมิคุ้มกันในการจับกินสิ่งแปลกปลอม (phagocytic activity และ respiratory burst) และค่าภูมิคุ้มกันต่าง ๆ ในรูปสารน้ำ เช่นเดียวกับความต้านทานต่อเชื้อแบคทีเรีย *Aeromonas hydrophila* และ *Vibrio harveyi* เพิ่มขึ้นเมื่อปลากระพงขาว (ขนาดน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 20 ± 2 กรัม) ได้รับอาหารผสมกระเทียม 10 กรัมต่อกิโลกรัม ทุกวันนาน 2 สัปดาห์ (Talpur and Ikhwanuddin, 2012)

ขิง (*Zingiber officinale*) เป็นพืชสมุนไพรที่นิยมใช้กันทั่วโลกทั้งในรูปแบบเครื่องเทศหรือเครื่องดื่ม ในน้ำมันหอมระเหยขิงมีสาร α-zingiberene เป็นสารประกอบหลัก ส่วนกลิ่นรสที่เผ็ดร้อนและความฉุนเป็นสาร phenolic ketones ได้แก่ 4-, 6-, 8-,10- และ 12-gingerol ขิงสามารถป้องกันแบคทีเรีย (Jagetia *et al*., 2003) ป้องกันการอักเสบ (Chrubasik *et al*., 2005; Grzanna *et al*., 2005) ป้องกันเชื้อรา ป้องกันไวรัส ป้องกันเนื้องอก (Agarwal *et al*., 2001; Denyer *et al*., 1994; Nagasawa *et al*., 2002) อาหารปลาผสมขิง 1% ช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันปลากะพงขาว (Talpur *et al*., 2013) และปลาเรนโบว์เทราท์ (Nya and Austin, 2009) รวมทั้งช่วยป้องกันโรคที่เกิดจากแบคทีเรีย *Vibrio harveyi* และ *A. hydrophila* โดยกระตุ้นภูมิคุ้มกันในระดับเซลล์ ได้แก่ การเกิดกระบวนการฟาโกไซโทซีส (phagocytosis) และ กิจกรรม respiratory burst ของเม็ดเลือด และการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันในน้ำเลือด ได้แก่ ไลโซไซม์ (lysozyme) โปรตีนต้านจุลชีพ (antimicrobial protein) คอมพลีเมนต์ (complements) เป็นต้น Soowannayan *et al*. (2019) รายงานว่า การให้อาหารผสมสารสกัดจากขิง 2 กรัม/ก.ก.จะช่วยป้องกันกุ้งขาวจากโรคตับและตับอ่อนวายเฉียบพลัน (Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease; AHPND)

หอมใหญ่ (*Allium cepa*) เป็นพืชที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลกซึ่งอุดมไปด้วยสารอาหาร ฟลาโวนอยด์ วิตามินและสารประกอบกำมะถัน (Breu, 1996) หัวหอมมีสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยต้านเชื้อแบคทีเรียและต้านมะเร็ง (Ramos *et al*., 2006; Jeong *et al*., 2009) ช่วยย่อยสลายไขมัน (Kumari and Augusti, 2007) การใช้หัวหอมเป็นอาหารเสริม 0.5% และ 1% เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า กิจกรรม respiratory burst ไลโซไซม์ โปรตีนรวมในน้ำเลือด และอิมโมโนโกลบูลินของปลาสเตอร์เจียนเพิ่มสูงขึ้น (Akrami *et al*., 2015)

ตำแย (*Urtica dioica*) เป็นพืชที่อุดมไปด้วยวิตามิน เหล็ก ฟลาโวนอยด์ กรดซาลิซิลิกและแคโรทีนอยด์ (Akbay *et al*., 2003; Ngugi *et al.,* 2015) มีคุณสมบัติต้านการอักเสบ ต้านไวรัส เชื้อรา เสริมภูมิคุ้มกัน เป็นยาแก้ปวด ต้านมะเร็ง มีสารต้านอนุมูลอิสระ (Gülçin *et al*., 2015; Manganelli *et al*., 2005; Turker *et al.,* 2009) การเสริมใบตำแย 1% และ 2%

ให้ปลาเรนโบว์เทราท์ (Awad and Austin, 2010) ทำให้ค่าภูมิคุ้มกันต่าง ๆ เพิ่มขึ้น เช่น ความสามารถในการจับกินสิ่งแปลกปลอม ไลโซไซม์และการทำงานของไซโตไคน์ (IL-1β, IL-8 and TGF- β) ในปลาเรนโบว์เทราท์เพิ่มขึ้น (Awad *et al*., 2011) นอกจากนั้นยังสามารถต้านทานเชื้อ *A. hydrophila* ต่อมา Saeidi *et al.* (2017) เสนอว่า การเสริมตำแย 3% จะช่วยเสริมภูมิคุ้มกันและต้านทานแบคทีเรีย *Yersinia ruckeri* แก่ปลาเรนโบว์เทราท์

ว่านหางจระเข้ (*Aloe Vera*) มีสารสำคัญในการออกฤทธิ์สมานแผลและลดการอักเสบกลุ่ม aloctin และ anthraquinones ถูกนำมาเป็นส่วนผสมของเครื่องสำอางค์ มีสารช่วยรักษาบาดแผล มีสารต้านแบคทีเรีย ไวรัส สารต้านทานเซลล์มะเร็ง ปลาจะละเม็ดน้ำจืดหรือเปคู (*Piaractus mesopotamicus*) ที่ได้รับอาหารผสมว่านหางจระเข้ 0.5 - 2% นาน 10 วันก่อนการขนส่ง ช่วยลดความเครียดและการติดเชื้อแบคทีเรียแทรกจากการขนส่งได้ (Zanuzzo *et al*., 2017) การใช้ว่านหางจระเข้ 15 กรัมต่อกิโลกรัมจะช่วยเสริมภูมิคุ้มกันและเพิ่มความต้านทานต่อเชื้อ *Saprolegnia parasitica*

เห็ดถั่งเช่าสีทอง (*Cordyceps militaris*) มีสารสำคัญกลุ่ม β-glucans, terpenes และ tocopherols ช่วยลดน้ำตาลและไขมันในเลือด มีฤทธิ์ป้องกันการอักเสบ มีสารต้านทานอนุมูลอิสระและช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันโรค Doan *et al*., (2017) ได้นำซากที่ผลิตเห็ดถั่งเช่ามาหมักแล้วผสมอาหารปลานิล 10 กรัมต่ออาหารปลา 1 กิโลกรัม ทดลองนาน 60 วัน พบว่าปลามีการเจริญเติบโตที่ดีขึ้นและลดการตายจากการติดเชื้อ *Streptococcus agalactiae*

ส่วนใบหูกวางซึ่งมีสารสำคัญ Flavonoids, Lignins, Saponins และ Tannins มักจะมาทำให้แห้งก่อน โดยน้ำแช่ใบหูกวางแห้งสามารถใช้ในการรักษาแผลปลากัด ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย กำจัดเห็บระฆัง (Chitmanat *et al*., 2005) กำจัดปลิงใส (Ponpornpisit, 2006) ที่สร้างความเสียหายในสัตว์น้ำ

1.2 สารสกัดจากพืชสมุนไพรต่อการกระตุ้นภูมิคุ้มกันปลา

ปัจจุบันทั่วโลกให้ความสนใจเกี่ยวกับการใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรเพื่อการป้องกันรักษาโรค สารสกัดจะมีปริมาณความเข้มข้นของสารสำคัญที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ผู้ผลิตสามารถควบคุมหรือกำหนดความเข้มข้นออกมาได้ เมื่อเทียบกับสมุนไพรสดแล้วสารสกัดสมุนไพรจะมีความเข้มข้นมากกว่า การใช้สารสกัดจากพืชประสบความสำเร็จในการเลี้ยงสัตว์น้ำ (Reverter, 2014; Harikrishnan *et al*., 2011) ดังแสดงในตารางที่ 1 สมุนไพรในการป้องกันโรคและเพิ่มภูมิคุ้มกันในสัตว์น้ำของไทยที่นำมาพัฒนาจำหน่ายในเชิงพาณิชย์สำหรับการเลี้ยงกุ้งทะเล ได้แก่ สารสกัดจากกระเทียม สับปะรด ขมิ้นชัน ข่า และฟ้าทะลายโจร

ปลาเรนโบว์เทราต์ (Dügenci *et al*., 2003) และปลาหมอเทศ (Immanuel, 2009) ที่ได้รับอาหารผสมสารสกัดจากขิง 1% มีภูมิคุ้มกันสูงขึ้นทั้งภูมิคุ้มกันที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ (phagocytic activity และ respiratory burst) และสารน้ำหรือภูมิคุ้มกันในน้ำเลือด ได้แก่ lysozyme activity, total protein และ globulin ปลาหมอเทศที่ได้รับสารสกัดขิง มีอัตราการรอดตายเพิ่มขึ้นหลังได้รับเชื้อ *V. vulnificus* (Immanuel, 2009) สะระแหน่เป็นพืชสมุนไพรที่นิยมใช้เป็นชาสมุนไพรและทำให้อาหารมีรสชาติดี มีฤทธิ์ต้านจุลชีพ สารต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านการเกิดโรค ฤทธิ์ต้านมะเร็ง และช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันปลา การใช้สารสกัดจากสะระแหน่ (1%, 2% และ 3%) ผสมในอาหารปลาเรนโบว์เทราต์ในการป้องกันโรคที่เกิดจากเชื้อ *Yersinia ruckeri* (Adel *et al*.,2016) และช่วยกระตุ้นการทำงานของภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ เช่น lysozyme activity, respiratory burst activity และ peroxidase นอกจากนี้ยังพบว่าการให้อาหารเสริมสารสกัดจากกาฝาก (mistletoe) ตำแย (nettle)

(Dügenci *et al*., 2003) แพงพวย (Asadi *et al*., 2012) และยี่หร่าดำ (Awad *et al*., 2013) สามารถควบคุมการติดเชื้อ *A. hydrophila* ในปลาเรนโบว์เทราต์

เมล็ดกรรณิการ์มีชื่อเสียงมากสำหรับการแพทย์แผนโบราณของอินเดีย มีคุณสมบัติคุณสมบัติป้องกันโรค(ในมนุษย์) ลดการติดเชื้อลิชมาเนีย (leishmania) (Singh *et al*., 2014) โรคเท้าช้าง (Saini *et al*., 2014) และโรคภูมิแพ้ (Gupta *et al*., 1995) สารสกัดจากเมล็ดกรรณิการ์มีฤทธิ์ทางภูมิคุ้มกันต่อปลาหมอเทศ เมื่อกินเข้าไปหรือโดยการฉีด (Kirubakaran *et al*., 2016) และช่วยป้องกันโรคติดเชื้อ *A. hydrophila*

หญ้าแพรกเป็นพืชสมุนไพรที่นิยมใช้เป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพอินเดีย (ในมนุษย์) ช่วยขับปัสสาวะ รักษาโรคหนองในปวดท้อง ท้องร่วงและอาการคัน (Muthu *et al*., 2006; Kaleeswaran *et al*., 2011) สารสกัดจากหญ้าแพรกมีฤทธิ์ต่อต้านแบคทีเรียหลายชนิด ได้แก่ *Vibrio alginolyticus, V. campbelli, V. mimicus, V. harveyi, V. vulnificus, V. parahaemolyticus* และ *Photobacterium damselae* (Immanuel *et al*., 2009) นอกจากนี้ในปลากระโห้อินเดีย (Kaleeswaran *et al*., 2011) และปลาหมอเทศ (Immanuel *et al*., 2009) สารสกัดจากหญ้าแพรกช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันทำให้สามารถควบคุมเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค ได้แก่ *A. hydrophila* และ *V. vulnificus*

2. สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในพืชต่อการกระตุ้นภูมิคุ้มกันปลา

พืชสมุนไพรอุดมไปด้วยสารหลายชนิดซึ่งมีศักยภาพในการเป็นสารออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย (Harikrishnan *et al.,* 2011) และกระตุ้นภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ (Citarasu, 2010) นอกจากนี้ยังมีสารต้านอนุมูลอิสระซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวป้องกันหรือชะลอการเกิดอนุมูลอิสระจากอนุมูลอิสระและอนุพันธ์ออกซิเจนที่ว่องไว (reactive oxygen species; ROS) (Hudec *et al.,* 2007)

สารอัลลิซิน (Allicin) เป็นสารสำคัญทางชีวภาพในกระเทียม มีคุณสมบัติกระตุ้นการทำงานของภูมิคุ้มกัน มีคุณสมบัติในการรักษาโรคเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและต้านเชื้อจุลินทรีย์ (Nya *et al.,* 2010; Abdel-Daim, 2015; Ankri and Mirelman, 1999) ปลาเทราท์สายรุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมอัลลิซิน 0.5 และ 1 กรัมต่อ 100 กรัมเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ทำให้การจับกินสิ่งแปลกปลอมและ การทำงานของไลโซไซม์เพิ่มขึ้น อัตราการรอดตายเพิ่มขึ้น หลังจากทดสอบความต้านทานต่อเชื้อ *A. hydrophila* (Nya *et al.,* 2010) Panchan *et al.* (2010) ศึกษาฤทธิ์สารสกัดจากกระเทียมต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *A. hydrophila* ในปลาดุกลูกผสม พบว่าสารสกัดจากกระเทียมไทยที่ใช้เอทานอล 95% เป็นตัวทำละลาย มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียมากที่สุด โดยความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย (Minimum Inhibitory Concentration: MIC) คือ 8,192 ppm แต่ไม่มีความเข้มข้นใดที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้

กลีซีร์ริซิน (Glycyrrhizin) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของสารซาโปนิน (saponin) พบในชะเอมเทศ ช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกัน มีสารต้านมะเร็งและต้านการอักเสบ (Zhang *et al*., 1990) โดยสารกลีซีร์ริซินจะกระตุ้นการทำงานของเซลล์มาโครฟาจ (macrophage) ของปลาเทร้าต์และเพิ่มประสิทธิภาพของ respiratory burst activity (Kim *et al*., 1998)

สารแอนโดรกราโฟไลด์ (Andrographolide) พบได้จากใบและลำต้นของฟ้าทะลายโจร (*Andrographis paniculata)* มีฤทธิ์ทางชีวภาพหลายอย่าง ได้แก่ เสริมภูมิคุ้มกัน ต้านการอักเสบ ต้านอนุมูลอิสระ ต้านจุลชีพและต้านมะเร็ง (Lin *et al*., 2009; Xu *et al.,* 2006; Koul and Kapil, 1994; Chao *et al*., 2010; Zhou *et al.,* 2010) ปลายี่สกเทศที่ได้รับอาหารผสมสารแอนโดรกราโฟไลด์ 0.05, 0.1, 0.2, 0.4 และ 0.8% ในระยะเวลา 42 วัน มีการตอบสนองภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะและความ

ต้านทานต่อเชื้อ *A. hydrophila* สูงขึ้น โดยกลุ่มปลาที่ได้อาหารผสมสารแอนโดรกราโฟไลด์ 0.1% มีค่าภูมิคุ้มกันสูงที่สุด (Basha *et al*., 2013) สารสกัดหยาบฟ้าทะลายโจรผสมในอาหาร 10% เป็นระดับที่เหมาะสมในการกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันปลาคาร์พ (Tebsun *et al*., 2016)

ไดไฮโดรเควอซิติน (Dihydroquercetin) เป็นสารประกอบฟลาโวนอยด์ที่พบในพืชหลายชนิด เช่นตำแยและหิมาลายันซีดาร์ (deodar) มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ ป้องกันเชื้อจุลินทรีย์และต้านมะเร็ง (Awad *et al.,* 2015; Kostyuk and Potapovich, 1998; Skaper *et al*., 1996; Zarubaev *et al*., 2010) ปลากะพงแดง (Gilthead seabream) ที่ได้กินอาหารเสริมด้วยไดไฮโดรเควอซิติน 0.1, 0.5 และ 1% เป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่า มีภูมิคุ้มกันสูงขึ้น (Awad *et al.,* 2015) ในทำนองเดียวกันสารประกอบเควอซิตินในตำแย ช่วยเพิ่มการตอบสนองภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะของปลาเทราท์สายรุ้งและเพิ่มความต้านทานต่อ *A. hydrophila* (Awad *et al.,* 2013)

3. วิธีการใช้สมุนไพรในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

การใช้พืชสมุนไพรในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ทำได้โดยการฉีด การแช่และการผสมอาหาร แต่วิธีหลังนี้เป็นวิธีการที่สะดวกและได้ผลดีกว่าวิธีอื่น (Sakai, 1999; Jun and Jeney, 2006; Jeney *et al*., 2007) โดยแต่ละวิธีมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป

วิธีการฉีดเป็นวิธีที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมาก โดยเฉพาะปลาขนาดใหญ่ (>15 กรัม) (Ainsworth, 1994; Duncan and Klesius, 1996; Yoshida *et al.,* 1995) แต่เป็นวิธีที่ต้องการแรงงานเยอะ เพิ่มต้นทุนในส่วนแรงงาน ก่อให้เกิดความเครียดกับปลาและไม่เหมาะสำหรับปลาขนาดเล็ก (น้ำหนัก <15 กรัม) (Harikrishnan *et al.,* 2011; Sakai, 1999; Galindo-Villegas and Hosokawa, 2004) Wu *et al.* (2010) รายงานการเพิ่มขึ้นของกระบวนการการจับกินสิ่งแปลกปลอมและการทำงานของไลโซไซม์ในปลาหมอเทศที่ฉีดด้วยสารสกัดจากชา (*T. sinensis*) 4 และ 8 มิลลิกรัมต่อกรัม โดยปลาที่ฉีดด้วย 8 มิลลิกรัมต่อกรัมมีอัตราการรอดตายสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญเมื่อทดสอบกับเชื้อ *A. hydrophila* ในทำนองเดียวกันปลาหมอเทศที่ฉีดด้วยสารสกัดจากบอระเพ็ด 0, 6, 60 หรือ 600 มก. / กก.ของน้ำหนักตัว พบว่ามีการทำงานของไลโซไซม์ การทำงานของเอนไซม์ที่ยับยั้งโปรติเอสและคอมพลีเมนต์ในเซลล์มากขึ้น (Alexander *et al*., 2010)

การแช่เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและใช้ประโยชน์ได้จริงสำหรับปลาขนาดเล็ก (น้ำหนัก <5 กรัม) แม้ว่าจะต้องมีการเตรียมสารละลายจำนวนมากซึ่งอาจเป็นค่าใช้จ่าย แต่น่าเสียดายที่ไม่มีการศึกษาถึงผลการแช่พืชสมุนไพรต่อการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันในปลามากนัก แม้ว่าจะมีบางส่วนที่ทดลองกับกุ้งขาว (Su and Chen, 2008; Lin *et al.,* 2011) ยกตัวอย่างเช่น การแช่สารสกัดจากใบของสะเดา 1 กรัม / ลิตร (10 นาที / วันเป็นเวลา 30 วัน) สามารถรักษาปลาจากการติดเชื้อ *A. hydrophila* (Harikrishnan *et al.,* 2003) อย่างไรก็ตาม ระยะเวลาในการแช่ จำนวนครั้งที่ต้องแช่ซ้ำและความเข้มข้นที่เหมาะสม ยังเป็นปัจจัยที่ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม (Galindo-Villegas and Hosokawa, 2004) การแช่เป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการรักษาโรคติดเชื้อปรสิตและแบคทีเรียภายนอก เชื้อราบางชนิด รวมทั้งการสมานแผลอันเนื่องมาจากการบาดเจ็บและการติดเชื้อ

การใช้สมุนไพรผสมอาหารเป็นวิธีที่นิยมมากที่สุดซึ่งเหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทุกขนาด ไม่ทำให้สัตว์น้ำเครียด การใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรทั้งสามชนิด คือ กาฝาก ตำแยและขิง 1% ผสมอาหาร และให้ปลากิน 2% ของน้ำหนักตัว นาน 3 สัปดาห์จะช่วยเพิ่มการจับกินสิ่งแปลกปลอมของปลาเทร้าต์ (Dügenci *et al*., 2003) การเพิ่มขึ้นของ

ภูมิคุ้มกันในน้ำเลือดและค่าภูมิคุ้มกันของเซลล์ รวมทั้งความต้านทานต่อเชื้อแบคทีเรีย *Streptococcus agalactiae* หลังจากปลาได้รับอาหารเสริมด้วยสารสกัดจากขู่เซิง (*Sophora flavescens*) (Wu *et al*., 2013) ในทำนองเดียวกัน Talpur และ Ikhwanuddin (Talpur and Ikhwanuddin, 2013) พบว่า ปลากะพงขาวที่เลี้ยงด้วยอาหารที่เสริมด้วยใบสะเดามีการเพิ่มขึ้นของการทำงานการจับกินสิ่งแปลกปลอมและการเพิ่มขึ้นของสารต้านแบคทีเรียในน้ำเลือด อย่างไรก็ตามควรพิจารณาถึงฤทธิ์ที่มีผลต่อชนิดและจุลินทรีย์ทั้งที่มีประโยชน์และก่อโรคในระบบทางเดินอาหารประกอบการใช้ด้วย

4. ปริมาณและระยะเวลาในการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน

ผลของสมุนไพรต่อการกระตุ้นภูมิคุ้มกันแตกต่างกันในปลาแต่ละชนิด ขนาดของปลา สภาพทางสรีระวิทยาทั่วไปของสัตว์น้ำ ชนิดของสมุนไพรที่ใช้ ปริมาณความเข้มข้นและระยะเวลาที่ใช้ รวมทั้งการจัดการการเลี้ยง ปลาหมอเทศที่ได้รับการฉีดสารสกัดมะแว้ง 4, 40 และ 400 mg/kg ของน้ำหนักปลา พบว่า เพียงความเข้มข้น 40 mg/kg เดียวเท่านั้น ที่ปลามีประสิทธิภาพในการต่อต้านสารอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นหลังจากการฉีด 6 วัน ปลานิลที่ได้รับสารสกัดจากต้นขู่เซิง (*Sophora flavescens*) 0.025%, 0.05%, 0.1%, 0.2% มีการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันที่ดีขึ้น การตอบสนองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญสูงสุด และพบว่าความเข้มข้น 0.1% มีอัตราการรอดชีวิตสูงสุด (73.3%) หลังได้รับเชื้อ *Streptococcus agalactiae* (Wu *et al.,* 2013) Sivaram *et al*., (2004) ได้ทดลองการเพิ่มระบบภูมิคุ้มกัน ในปลากะรังปากแม่น้ำที่ได้รับอาหารผสมสารสกัดจากใบกระเพราและสารสกัดโสมอินเดีย 100 และ 200 mg/kg ในขณะที่ไม่มีการตอบสนองใด ๆ ต่อกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมสารสกัด 400 และ 800 mg/kg หรือในกลุ่มที่ให้ด้วยสารสกัดจันทน์เทศ 100, 200, 400, 800 mg/kg ซึ่งยังไม่มีความชัดเจนถึงผลของเวลาและปริมาณความเข้มข้นของสมุนไพรที่เหมาะสม โดยปริมาณของสารสมุนไพรที่มีการใช้ในอาหารปลามีตั้งแต่ 1% - 30% ทั้งที่เป็นสดและสารสกัด มีการทดลองเลี้ยงตั้งแต่ 1 สัปดาห์ ถึง 70 วัน ปลาตาเดียวที่ได้รับสารสกัดจากแฮ่โกวเฉ่า (*Prunella vulgaris*) 0.1 และ 1.0% ทำให้ความสามารถในการจับกินแปลกปลอมสูงขึ้นใน 1, 2 และ 4 สัปดาห์ แต่มีการทำงานของไลโซไซม์สูงสุดในสัปดาห์ที่ 4 ส่วนปลาหมอเทศที่ได้อาหารเสริมด้วยกะเม็ง (*Eclipta alba*) 0.01, 0.1 และ 1% มีการทำงานของคอมพลีเมนต์ดีขึ้นใน 1 และ 2 สัปดาห์แล้วจะลดลงในสัปดาห์ที่ 3 (Christybapita *et al.,* 2007) ระยะเวลาที่เหมาะสมในการให้อาหารเสริมสมุนไพรยังไม่ได้รับการเปิดเผยจากนักวิจัย อย่างไรก็ตามในการใช้งานจริงนั้น การที่จะใช้ปริมาณและระยะเวลามากน้อยเพียงไร คงต้องคำนึงถึงต้นทุนที่เพิ่มขึ้น ระยะเวลาในการป้องกันโรคและระยะเวลาในการเลี้ยงรวมทั้งช่วงวิกฤตของสัตว์น้ำที่เลี้ยง ซึ่งมีปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมมาเกี่ยวข้อง

5. การใช้พืชสมุนไพรเพื่อช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโต

สมุนไพรสามารถใช้กระตุ้นความอยากอาหาร โดยการเพิ่มเอนไซม์ย่อยอาหาร กระตุ้นการเจริญเติบโต เพิ่มอัตราการรอดตายของปลาเรนโบว์เทร้าต์ ปลาจานแดงและปลากะรัง (Reverter *et al.,* 2014; Van Hai, 2015; Awad *et al.,* 2012; Harikrishnan *et al.,* 2012; Takaoka *et al*., 2011) Mahdavi *et al*. (2013) ชี้ให้เห็นว่า ปลาไน (*Cyprinus carpio*) ที่ได้รับอาหารผสมสารสกัดว่านหางจระเข้ (0.1, 0.5 และ 2.5%) ครบ 8 สัปดาห์ มีประสิทธิภาพในการกระตุ้นความอยากอาหารและการเจริญเติบโต Santoso *et al*., (2013) พบว่า การใช้สารสกัดจากผักหวานในปลากะรัง (*Epinephelus coioides*) ช่วยกระตุ้นอาหารได้ถึง 5% และเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตเมื่อเลี้ยง 70 วัน Khalafalla (2009) พบว่า 1% ของใบต้นมาเจอแรม (*Origanum marjorana*) ดอกคาโมไมล์ เม็ดผักชีล้อมและเมล็ดยี่หร่าเป็นสารปรุงแต่งอาหารช่วยเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตในปลานิลที่เลี้ยง 12 สัปดาห์ นอกจากนี้อาหารปลาที่มีสารสกัดจากเมล็ดมังคุด 1.0 กรัม / กิโลกรัม ช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและ

ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารของปลาดุก (Dada and Ikuerowo, 2009) Shalaby *et al*. (2006) รายงานว่า ปลานิลที่ได้รับอาหารผสมกระเทียม 10, 20, 30 และ 40 กรัมต่อกิโลกรัม นาน 12 สัปดาห์ มีอัตราการเจริญเติบโตการเพิ่มขึ้น (Gaber *et al*., 2014) ปลากะพงที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมกระเทียมแห้ง 30 กรัม/กิโลกรัม และหัวหอมแห้ง 10 กรัม/กิโลกรัม เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า สามารถเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตได้เช่นกัน (Saleh *et al*., 2015) Zaki *et al*. (2012) ศึกษาผลของการใช้อาหารที่เสริมด้วยพืชสมุนไพร 6 ชนิด ได้แก่ เมล็ดลูกซัด ต้นอ่อนลูกซัด ใบยูคาลิปตัส พริกขี้หนู เมล็ดไทม์ ดอกคาโมไมล์ 1% และ 2% ต่อการเจริญเติบโตของปลานิล พบว่า ปลาที่เลี้ยงอาหารที่เสริมด้วยต้นอ่อนลูกซัด (*Thymus vulgaris*) เนื้อลูกซัดและเมล็ดไทม์ 1% นาน 2 เดือน มีการเจริญเติบโตที่สูงขึ้น แต่การใช้อาหารเสริมมะกอกหรือหินบดไม่ได้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโต (Metwally and El-Gellal, 2009)

อย่างไรก็ตาม หากมีการใช้พืชสมุนไพรผสมอาหารในสัดส่วนที่มากเกินไปอาจจะส่งผลทางลบ เช่น ปลาจาน (sea bream) ที่ได้รับอาหารผสมเมล็ดฝ้าย 16% นาน 8 สัปดาห์ ไม่มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักและการเจริญเติบโตจำเพาะ โดยการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนเมล็ดฝ้ายทำให้อัตราการเติบโตช้าลง (Sun *et al*., 2015) นอกจากนี้สารสกัดจากขมิ้นที่สูงกว่า 300 กรัม/กิโลกรัม ทำให้การกินอาหารลดลงและลดอัตราการเจริญเติบโต ในขณะที่การให้ปริมาณที่ต่ำ 100 - 200 กรัม/กิโลกรัม สามารถเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของปลากะพงขาวได้ (Ngo *et al*., 2016) ปลานิลที่ได้รับอาหารเสริมข่า 0.5, 1 และ 2% มีน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามระดับของการเจริญเติบโตลดลงเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของข่า (Zaki *et al.,* 2016) การใช้อาหารผสมสารสกัดสาบเสือ (*Chromolaena odorata*) ในปลาดุกรัสเซีย (*Clarias gariepinus*) 0.5% นาน 2 เดือน ให้อัตราการเติบโตสูงสุด (Dada and Sonibare, 2015) การใช้ ลูปิน (lupin) ข้าวโพดและแป้งสาลีทดแทนปลาป่นสูงถึง 50% ไม่ส่งผลในการเจริญเติบโตของปลาลิ้นหมา (turbot) เมื่อเลี้ยงนาน 12 สัปดาห์ในขณะที่หากมีการทดแทน 75% หรือ 100% ทำให้ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตลดลง เช่นเดียวกับปลานิลที่ได้รับอาหารผสมอัลฟัลฟา (Alfalfa) มากกว่า 5% เป็นเวลา 67 วัน ทำให้การเจริญเติบโตลดลง (Al-Ogaily and Al-Asgah, 2003) อัตราการเจริญเติบโตของปลานิลลดลงหลังจากให้อาหารที่มีสารสกัดจากมะรุมเป็นเวลา 10 วัน (Dongmeza *et al.,* 2006)

6.ปฏิสัมพันธ์ของการใช้พืชสมุนไพรต่อการเจริญเติบโตและภูมิคุ้มกัน

อาหารที่ช่วยเสริมภูมิคุ้มกันและเพิ่มความต้านทานต่อโรค อาจจะมีผลต่อการเจริญเติบโตแตกต่างกันไป ปลากะพงขาวที่ได้รับอาหารผสมกระเทียม (Talpur and Ikhwanuddin, 2012) ขิง (Talpur *et al*., 2013) สะเดา (Talpur and Ikhwanuddin, 2013) สะระแหน่ (Talpur, 2014) มีภูมิคุ้มกันและการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น รวมทั้งความต้านทานต่อแบคทีเรีย *V. harveyi* เพิ่มขึ้น ในทำนองเดียวกันปลานิลที่ได้รับอาหารเสริมชาเขียว (0.125, 0.25. 0.5, 1.2%) ช่วยกระตุ้นทั้งภูมิคุ้มกันและการเจริญเติบโต (Abdel-Tawwab *et al.,* 2010) นอกจากนี้ Acer *et al*. (2015) รายงานว่า ปลานิลที่ได้รับอาหารผสมน้ำมันสกัดจากส้มหวาน (0.1%, 0.3% และ 0.5%) มีภูมิคุ้มกันและการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น โดยเมื่อมีเพิ่มความเข้มข้นของน้ำมันสกัดในอาหารทำให้ภูมิคุ้มกันสูงขึ้นแต่การเจริญเติบโตลดลง อย่างไรก็ตามทั้งการเจริญเติบโตและภูมิคุ้มกันยังคงสูงกว่าปลาในกลุ่มควบคุม

ส่วนตัวอย่างของความสัมพันธ์เชิงลบ ได้แก่ งานของ Sitja-Bobadillaa *et al*. (2005) พบว่า การทดแทนปลาป่นโดยใช้ส่วนผสมจากข้าวโพด ข้าวสาลี ถั่วลิสง เมล็ดเรพซีด (rapeseed) และลูพิน (sweet lupin) ทำให้ระบบภูมิคุ้มกันของปลาจานดีขึ้น แต่อัตราการเติบโตลดลง ในทำนองเดียวกันการใช้กระเทียม 0.5% เสริมในอาหารปลานิล พบว่า มีภูมิคุ้มกันสูงขึ้นแต่ไม่

เพิ่มการเจริญเติบโต (Ndong and Fall 2011) ปลาคาร์พที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมเมล็ดกาแฟ (0.5, 1, 2, 5%) มีการเจริญเติบโตลดลงแต่การตอบสนองต่อภูมิคุ้มกันสูงขึ้น (Abdel-Tawwab *et al.,* 2015) อย่างไรก็ตามงานวิจัยด้านอาหารในปัจจุบันมักจะมีการตรวจสอบการเจริญเติบโต อัตราแลกเนื้อและภูมิคุ้มกันควบคู่กันไป

ผลิตภัณฑ์บางชนิดจากพืชที่ไม่ส่งผลดีต่อการเจริญเติบโตและภูมิคุ้มกัน ดังนั้นการเผยแพร่ผลงานที่ไม่ได้ผล อาจจะส่งผลดีในแง่ของการบริหารการเงินและเวลา เพราะจะได้ไม่ต้องทำการทดลองซ้ำ ตัวอย่างเช่น การนำเอาเมล็ดยางพารา (10, 20, 30, 40%) มาผสมในอาหารปลานิลไม่ได้ทำให้การเจริญเติบโตและการตอบสนองของภูมิคุ้มกันดีขึ้น (Deng *et al.,* 2015)

บทสรุป

การใช้พืชสมุนไพรที่ปลอดภัยและราคาไม่แพงเพื่อป้องกันและควบคุมโรคสัตว์น้ำ รวมทั้งช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโต ภูมิคุ้มกันต่อเชื้อโรค ลดความเครียดขณะเลี้ยงและขนส่ง ประสิทธิภาพจะขึ้นอยู่กับสารออกฤทธิ์ในกลุ่มพืชสมุนไพร การใช้สมุนไพรอาจจะใช้ทั้งรูปแบบสด อบแห้งแล้วบด หรือนำมาสกัดเอาสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพมาฉีด แช่หรือผสมให้สัตว์น้ำ อย่างไรก็ตามปริมาณและระยะเวลาในการใช้ขึ้นอยู่กับชนิด ขนาดสัตว์น้ำ รูปแบบการเลี้ยงและสภาพแวดล้อม ซึ่งการใช้พืชสมุนไพรในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำยังมีความก้าวหน้าในงานทดลองวิจัยที่ยังรอการประยุกต์ใช้ในฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำ

ข้อเสนอแนะ

สมุนไพรบางชนิดมีศักยภาพเทียบเท่ายาปฏิชีวนะต่อต้านการติดเชื้อแบคทีเรียและไวรัส ประสิทธิภาพของพืชขึ้นอยู่กับปริมาณสารสำคัญ เวลาและระยะเวลาในการให้ ความท้าทายของนักวิจัยและเกษตรกรคือการสร้างสูตรอาหารเสริมที่สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตและเสริมภูมิคุ้มกันของปลา ทำให้โตเร็ว ทนต่อโรคและได้ผลผลิตดีขึ้น สิ่งที่ควรศึกษาเพิ่มเติม คือ

1..ผลของพืชสมุนไพรต่อระบบทางเดินอาหาร การย่อยอาหารและการดูดซึม รวมทั้งผลที่มีต่อสรีรวิทยา คุณภาพซากและเนื้อเยื่อของสัตว์น้ำ

2. พืชสมุนไพรทำหน้าที่เป็นยาปฏิชีวนะและมีแนวโน้มที่จะต่อต้านโรค จึงเป็นทางเลือกในการใช้แทนสารเคมีและยาสังเคราะห์ อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องมีการตรวจสอบเพิ่มเติมเพื่อยืนยันประสิทธิภาพในฟาร์มเลี้ยงปลาว่ามีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจหรือไม่

3.ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบเกี่ยวกับวิธีการและเวลาที่เหมาะสมในการใช้เพื่อให้ได้การตอบสนองและการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด

4. แม้ว่ามีการพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเชิงพาณิชย์ ยังขาดเก็บข้อมูลผลที่ได้ในภาคสนามหรือบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ และยังไม่มีรายงานการใช้ในธุรกิจสัตว์น้ำสวยงามมากนัก

Table 1 Medicinal plants enhanced growth performances and immune responses of fish against pathogens (Awad and Awaad, 2017)

Fish	Plant name		Part	Dose	Admin.	Time	Challenge with pathogen	Refereace
	Scientific	Common						
Oncorhynchus mykiss (rainbow trout)	*Viscum album*	mistletoe	Leaf	0.1, 1%	Oral	3 weeks	-	(Dügenci *et al*., 2003)
	Urtica dioica	nettle	Leaf	0.1, 1%	Oral	3 weeks	-	(Dügenci *et al*., 2003)
	Zingiber officinale	ginger	Root	0.1, 1%	Oral	3 weeks	-	(Dügenci *et al*., 2003)
	Nasturtium nasturtium	Watercress	Leaf	0.1, 1%	Oral	21 days	-	(Asadi *et al*.,2012)
	Origanum vulgare	Oregano	flour	1%	Oral	8 weeks	-	(Pourmoghim *et al*., 2015)
	Capparis spinosa	caper	Leaf	0.1, 0.5 g/kg	Oral	30 days	*A. hydrophila*	(Bilen *et al*.,2016)
	Mentha piperita	peppermint	Leaf	1, 2, 3%	Oral	8 weeks	*Yersinia ruckeri*	(Adel *et al*.,2016)
	Nigella sativa	black cumin	seed	1, 2, 3%	Oral	2 weeks	-	(Awad *et al*., 2013)
Oreochromis niloticus (Nile tilapia)	*Astragalus radix*	Astragalus	N	0.1, 0.5, 1.0%	Oral	4 weeks	-	(Yin *et al*., 2006)
	Scutellaria radix	skullcape	N	0.1, 0.5, 1.0%	Oral	4 weeks	-	(Yin *et al*., 2006)
	Sophora flavescens	shrubby	Root	0.025, 0.05, 0.1, 0.2,or 0.4%	Oral	25 days	*Streptococcus agalactiae*	(Wu *et al*., 2013)
	Basella alba	Binomial	Leaf	1%	Oral	35 days	-	(Chakraborty *et al*., 2011)
	Astragalus membranaceus	Astragalus	Root	0.2, 2%	Oral	8 weeks	-	(Mo *et al*., 2016)
	Lycium barbarum	Goji	Root	0.2, 2%	Oral	8 weeks	-	(Mo *et al*., 2016)

Oreochromis mossambicus (Mozambique tilapia)	*Solanum trilobatum*	thoothuvalai	Leaf	4, 40, 400 mg/kg	Injection	10 days	*A. hydrophila*	(Divyagnaneswari *et al*., 2007)
	Eclipta alba	Bhringraj	Leaf	0.01,0.1, 1%	Oral	3 weeks	-	(Christybapita *et al*., 2007)
	Toona sinensis	red toon	Leaf	4, 8 µg/g	Injection	7 days	*A. hydrophila*	(Wu *et al*., 2010)
	Tinospora cordifolia	guduchi	Leaf	6, 60, 600 mg/kg	Injection	10 days	*A. hydrophila*	(Alexander *et al*., 2010)
	Citrus limon	lemon	peel	0.5, 0.75, 1%	Oral	60 days	*Edwardsiella tarda*	(Baba *et al*., 2016)
	Nyctanthes arbortristis	Jasmine	seed	0.01, 0.1, 1%	Oral	3 weeks	*A. hydrophila*	(Kirubakaran *et al*., 2010)
	Nyctanthes arbortristis	Jasmine	seeds	2, 20, 200 mg/kg	Injection	10 days	*A. hydrophila*	(Kirubakaran *et al*., 2016)
	Cynodon dactylon	Bermuda grass	Leaf	1%	Oral	45 days	*V. vulnificus*	(Immanuel *et al*., 2009)
	Aegle marmelos	beal	N	1%	Oral	45 days	*V. vulnificus*	(Immanuel *et al*., 2009)
	Withania somnifera	cherry	N	1%	Oral	45 days	*V. vulnificus*	(Immanuel *et al*., 2009)
	Zingiber officinale	ginger	Root	1%	Oral	45 days	*V. vulnificus*	(Immanuel *et al*., 2009)
	Citrus sinesis	sweet orange	peel	1, 3, 5 g/kg	Oral	60 days	*Streptococcus iniae*	(Acar *et al*., 2015)
	Psidium guajava	guava	Leaf	1, 5, 10 mg/g	Oral	30 days	*A. hydrophila*	(Gobi *et al*., 2016)
Epinephelus tauvina (greasy groupers)	*Ocimum sanctum*	basil	Leaf	100, 200, 400, 800 mg/kg	Oral	4 weeks	*V. harveyi*	(Sivaram *et al*., 2004)
	Withania somnifera	ginseng	Root	100, 200, 400, 800 mg/kg	Oral	4 weeks	*V. harveyi*	(Sivaram *et al*., 2004)
	Myristica fragrans	Binomial	Seed	100, 200, 400, 800 mg/kg	Oral	4 weeks	*V. harveyi*	(Sivaram *et al*., 2004)
Epinephelus Bruneus (kelp grouper)	*Eriobotrya japonica*	loquat	Leaf	0.1, 1, 2%	Oral	4 weeks	*V. carchariae*	(Kim *et al*., 2011)

Epinephelus coioides	*Sauropus androgynus*	katuk	Leaf	1, 2.5, 5 g/kg	Oral	30 days	*V. alginolyticus*	(Samad *et al*., 2014)
Cyprinus carpio (common carp)	*Euphorbia hirta*	asthma weed	Leaf	5, 10, 20, 25, 50 g/kg	Oral	50 days	*A. hydrophila*	(Pratheepa *et al*., 2014)
	Lawsonia inermis	Henna	Leaf	6, 60, 600 mg/kg	Injection	10 days	*A. hydrophila*	(Soltanian *et al*., 2016)
	Phoenix dactylifera	Date palm	fruit	200 ml/kg	Oral	8 weeks	-	(Hoseinifar *et al*., 2015)
	Achillea wilhelmsii	Achillea	flower	1, 2, 3%	Oral	8 weeks	-	(Adel *et al*.,2016)
	Rehmannia glutinosa	Sheng Di huang	root	0.5, 1%	Oral	60 days	*A. hydrophila*	(Wang *et al*.,2015)
Catla catla (Indian carp)	*Cynodon dactylon*	Bermuda grass	Leaf	0.05, 0.5, 5%	Oral	60 days	*A. hydrophila*	(Kaleeswaran *et al*.,2011)
Sparus aurata	*Muscari comosum*	tassel	bulbs	0.5, 2 mg/kg	Injection	28 days	-	(Baba *et al*., 2016)
Paralichthys olivaceus (Olive flounder)	*Prunella vulgaris*	Self-heal	Leaf	0.01, 0.1, 1.0%	Oral	4 weeks	*Uronema marinum*	(Harikrishnan *et al*., 2011)
	Suaeda maritima	Herbaceous seepweed	flour	0.01, 0.1, 1.0%	Oral	4 weeks	*Miamiensis avidus*	(Harikrishnan *et al*., 2012)

เอกสารอ้างอิง

Abdel-Daim, M.M., Abdelkhalek, N.K. & Hassan, A.M. (2015). Antagonistic activity of dietary allicin against deltamethrin-induced oxidative damage in freshwater Nile tilapia; *Oreochromis niloticus*. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, *111*, 146-152.

Abdel-Tawwab, M., Ahmad, M.H., Seden, M.E., & Sakr, S.F. (2010). Use of green tea, *Camellia sinensis* L., in practical diet for growth and protection of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), against *Aeromonas hydrophila* infection. *J. World Aquac. Soc*., *41*, 203-213.

Acar, Ü., Kesbiç, O.S., Yılmaz, S., Gültepe, N. & Türker, 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*, *Aquaculture*, *437*, 282-286.

Afzal, M., Al-Hadidi, D., Menon, M., Pesek, J. & Dhami, M. (2001). Ginger: an ethnomedical, chemical and pharmacological review. *Drug metabolism drug Interact*, *18*, 159-190.

Agarwal, M., Walia, S., Dhingra, S. & Khambay, B.P.S. (2001). Insect growth inhibition, antifeedant and antifungal activity of compounds isolated/derived from *Zingiber officinale* Roscoe (ginger) rhizomes. *Pest Manag. Sci*., *57*, 289-300.

Ainsworth, A.J. (1994). A β-glucan inhibitable zymosan receptor on channel catfish neutrophils. *Vet. Immunol. Immunopathol*., *41*, 141-152.

Akbay, P., Basaran, A.A., Undeger, U. & Basaran, N. (2003). In vitro immunomodulatory activity of flavonoid glycosides from *Urtica dioica* L. *Phytotherapy Res*., *17*, 34-37.

Akrami, R., Gharaei, A., Mansour, M.R. & Galeshi, A. (2015). Effects of dietary onion (*Allium cepa*) powder on growth, innate immune response and hematoebiochemical parameters of beluga (*Huso huso* Linnaeus, 1754) juvenile. *Fish. Shellfish Immunol*., *45*, 828-834.

Akrami, R., Gharaei, A., Mansour, M.R., Galeshi, A. Duncan, P.L. & Klesius, P.H. (1996). Dietary immunostimulants enhance nonspecific immune responses in channel catfish but not resistance to *Edwardsiella ictaluri*. *J. aquatic animal health*, *8*, 241-248.

Alexander, C.P., John Wesly, C. Kirubakaran & Michael, R.D. (2010). Water soluble fraction of *Tinospora cordifolia* leaves enhanced the non-specific immune mechanisms and disease resistance in *Oreochromis mossambicus*. *Fish. Shellfish Immunol*., *29*, 765-772.

Al-Ogaily, S. & Al-Asgah, N. (2003). Effect of feeding different levels of alfslfa meal on the growth performance and body composition of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fingerlings. *Asian Fisheries Science*, *16*, 59-68.

Anderson, D.P. (1992). Immunostimulants, adjuvants, and vaccine carriers in fish: applications to aquaculture. *Annu. Rev. Fish Dis*., *2*, 281-307.

Ankri, S. & Mirelman, D. (1999). Antimicrobial properties of allicin from garlic. *Microbes Infect*., *1*, 125-129.

Awad, E. & Awaad, A. (2017). Role of medicinal plants on growth performance and immune status in fish. *Fish & Shellfish Immunology*, *67*, 40-54.

Awad, E., Awaad, A.S. & Esteban, M.A. (2015). Effects of dihydroquercetin obtained from deodar (*Cedrus deodara*) on immune status of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Fish. Shellfish Immunol*., *43*, 43-50.

Awad, E., Austin, D., & Lyndon, A.R. (2013). Effect of black cumin seed oil (*Nigella sativa*) and nettle extract (Quercetin) on enhancement of immunity in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture*, *388*, 193-197.

Awad, E., Austin, B., & Lyndon, A. (2012). Effect of dietary supplements on digestive enzymes and growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum*). J. Am. Sci*., *8* (12), 858-864.

Awad, E., Mitchell, W.J., & Austin, B. (2011). Effect of dietary supplements on cytokine gene expression in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *J. Fish. Dis*., *34*, 629-634.

Awad, E. & Austin, B. (2010). Use of lupin, Lupinus perennis, mango, *Mangifera indica*, and *stinging nettle*, *Urtica dioica*, as feed additives to prevent *Aeromonas hydrophila* infection in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *J. Fish. Dis*., *33*, 413-420.

Basha, K.A., Raman, R.P., Prasad, K.P., Kumar, K., Nilavan, E. & Kumar, S. (2013). Effect of dietary supplemented andrographolide on growth, non-specific immune parameters and resistance against *Aeromonas hydrophila* in *Labeo rohita* (Hamilton). *Fish. Shellfish Immunol*., *35*, 1433-1441.

Bene, C., Macfadyen, G. & Allison, E.H. (2007). Increasing the Contribution of Small scale Fisheries to Poverty Alleviation and Food Security. Food & Agriculture Org. *FAO Fisheries Technical Paper. No. 481*.

Bondad-Reantaso, M.G., Subasinghe, R.P., Arthur, J.R., Ogawa, K., Chinabut, S. & Adlard, R. (2005). Disease and health management in Asian aquaculture. *Veterinary Parasitol*., *132*, 249-272.

Breu, W. (1996). *Allium cepa* L. (onion) Part 1: chemistry and analysis. *Phytomedicine*, *3*, 293-306.

Cabello, F.C. (2006). Heavy use of prophylactic antibiotics in aquaculture: a growing problem for human and animal health and for the environment. *Environ. Microbiol*., *8*, 1137-1144.

Chakrabarti, R., Srivastava, P.K., Verma, N. & Sharma, J. (2014). Effect of seeds of *Achyranthes aspera* on the immune responses and expression of some immune-related genes in carp *Catla catla*, *Fish. Shellfish Immunol*., *41*, 65-69.

Chao, W.W., Kuo, Y.H. & Lin, B.F. (2010). Anti-inflammatory activity of new compounds from *Andrographis paniculata* by NF-kB transactivation inhibition. *J. Agric. food Chem*., *58*, 2505-2512.

Chitmanat, C. (2013). Effects of herbal products on fish immunity. *KKU Res. J*.., *18* (2), 257-268. (in Thai)

Chitmanat, C., Tongdonmuan, K. & Nunsong, W. (2005). The use of crude extracts from traditional medicinal plants to eliminate *Trichodina* sp. in tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. *Songklanakarin J. Sci. Technol*., *27*(Suppl. 1), 359-364.

Christybapita, D., Divyagnaneswari, M. & Michael, R.D. (2007). Oral administration of Eclipta alba leaf aqueous extract enhances the non-specific immune responses and disease resistance of *Oreochromis mossambicus*, *Fish shellfish Immunol*., *23*, 540-852.

Chrubasik, S., Pittler, M. & Roufogalis, B. (2005). *Zingiberis rhizoma*: a comprehensive review on the ginger effect and efficacy profiles. *Phytomedicine*, *12*, 684-701.

Citarasu, T. (2010). Herbal biomedicines: a new opportunity for aquaculture industry. *Aquac. Int*., *18,* 403-414.

Dada, A. & Ikuerowo, M. (2009). Effects of ethanolic extracts of Garcinia kola seeds on growth and haematology of catfish (*Clarias gariepinus*) broodstock. *Afr. J. Agric. Res*., *4*, 344-347.

Dada, A.A. & Sonibare, O.F. (2015). Effect of dietary administration of the herbal additive siamweed (*Chromolaena odorata*) on growth performance and haematological changes in *Clarias gariepinus* fingerlings. *J. Fish. Dis*, *3*, 221-226.

Deng, J., Mai, K., Chen, L., Mi, H. & Zhang, L. (2015). Effects of replacing soybean meal with rubber seed meal on growth, antioxidant capacity, non-specific immune response, and resistance to *Aeromonas hydrophila* in tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*). *Fish. Shellfish Immunol*., *44*, 436-444.

Deng, J., Mai, K., Ai, Q., Zhang, W., Wang, X. & Xu, W. (2006). Effects of replacing fish meal with soy protein concentrate on feed intake and growth of juvenile Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*, *258*, 503-513.

Denyer, C.V., Jackson, P., Loakes, D.M., Ellis, M.R. & Young, D.A. (1994). Isolation of antirhinoviral sesquiterpenes from ginger (*Zingiber officinale*). *J. Nat. Prod*., *57*, 658-662.

Dhayanithi, N.B., Kumar, T.T.A., Arockiaraj, J., Balasundaram, C. & Harikrishnan, R. (2015). Dietary supplementation of *Avicennia marina* extract on immune protection and disease resistance in *Amphiprion sebae* against *Vibrio alginolyticus*. *Fish. Shellfish Immunol*., *45*, 52-58.

Doan, H.V., Hoseinifar, S.H., Tapingkae, W., Chitmanat, C. & Mekchay, S. (2017). Effects of *Cordyceps militaris* spent mushroom substrate on mucosal and serum immune parameters, disease resistance and growth performance of Nile tilapia, (*Oreochromis niloticus*). *Fish & Shellfish Immunology*, *67*, 78-85.

Dongmeza, E., Siddhuraju, P., Francis, G. & Becker, K. (2006). Effects of dehydrated methanol extracts of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves and three of its fractions on growth performance and feed nutrient assimilation in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* (L.)). *Aquaculture*, *261*, 407-422.

Dügenci, S.K., Arda, N. & Candan, A. (2003). Some medicinal plants as immunostimulant for fish. *J. Ethnopharmacol*., *88*, 99-106.

Duncan, P.L. & Klesius, A.. (1996). Dietary immunostimulants enhance nonspecific immune responses in channel catfish but not resistance to *Edwardsiella ictaluri*. *J. aquatic animal health*, *8*, 241-248.

Gaber, M., Labib, E., Omar, E., Zaki, M. & Nour, A. (2014). Effect of partially replacing corn meal by wet date on growth performance in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings, diets supplemented with Digestarom®. *J. Geosci. Environ. Prot.*, *2*, 60-67.

Galindo-Villegas, J. & Hosokawa, H. (2004). Immunostimulants: towards temporary prevention of diseases in marine fish. *Advances Nutr. Acuicola VII Memorias del VII Simp. Int. Nutr. Acuícola* , 16-19.

Ghehdarijani, M.S., Hajimoradloo, A., Ghorbani, R. & Roohi, Z. (2016). The effects of garlic-supplemented diets on skin mucosal immune responses, stress resistance and growth performance of the Caspian roach (*Rutilus rutilus*) fry. *Fish. Shellfish Immunol.*, *49*, 79-83.

Grzanna, R., Lindmark, L. & Frondoza, C.G. (2005). Ginger-an herbal medicinal product with broad anti-inflammatory actions. *J. Med. food*, *8*, 125-132.

Gülçin, I., Küfrevioğlu, O.I., Oktay, M. & Büyükokuroğlu, M.E. (2004). Antioxidant, antimicrobial, antiulcer and analgesic activities of nettle (*Urtica dioica* L.). *J. Ethnopharmacol.*, *90*, 205-215.

Hai, N.V. (2015). The use of medicinal plants as immunostimulants in aquaculture: a review. *Aquaculture*, *446*, 88-96.

Harikrishnan, R., Balasundaram, C. & Heo, M.S. (2012). Effect of *Inonotus obliquus* enriched diet on hematology, immune response, and disease protection in kelp grouper, *Epinephelus bruneus* against *Vibrio harveyi*. *Aquaculture*, *344*, 48-53.

Harikrishnan, R., Balasundaram, C. & Heo, M.S. (2011). Impact of plant products on innate and adaptive immune system of cultured finfish and shellfish. *Aquaculture*, *317*, 1-15.

Harikrishnan, R., Heo, J., Balasundaram, C., Kim, M.C., Kim, J.S. & Han, Y.J. (2010). Effect of *Punica granatum* solvent extracts on immune system and disease resistance in *Paralichthys olivaceus* against lymphocystis disease virus (LDV). *Fish. Shellfish Immunol.*, *29*, 668-673.

Harikrishnan, R., Rani, M.N. & Balasundaram, C. (2003). Hematological and biochemical parameters in common carp, *Cyprinus carpio*, following herbal treatment for *Aeromonas hydrophila* infection. *Aquaculture, 221*, 41-50.

Hudec, J., Burdova, M., Lu, K., Komora, L., Macho, V. & Kogan, G. (2007). Antioxidant capacity changes and phenolic profile of Echinacea purpurea, nettle (*Urtica dioica* L.), and dandelion (*Taraxacum officinale*) after application of polyamine and phenolic biosynthesis regulators. *J. Agric. food Chem.*, *55*, 5689-5696.

Jagetia, G.C., Baliga, M.S., Venkatesh, P., & Ulloor, J.N. (2003). Influence of ginger rhizome (*Zingiber officinale* Rosc) on survival, glutathione and lipid peroxidation in mice after whole-body exposure to gamma radiation. *Radiat. Res.*, *160*, 584-592.

Jeong, C.H., Heo, H.J., Choi, S.G. & Shim, K.H. (2009). Antioxidant and anticancer properties of methanolic extracts from different parts of white, yellow, and red onion. *Food Sci. Biotechnol.*, *18*, 108-112.

Khalafalla, M.M. (2009). Utilization of some medicinal plants as feed additives for Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*, feeds. *Mediterr. Aquac. J.*, *2*, 9-18.

Kim, K.H., Hwang, Y.J. & Bai, S.C. (1999). Resistance to *Vibrio alginolyticus* in juvenile rockfish (*Sebastes schlegeli*) fed diets containing different doses of aloe. *Aquaculture*, *180*, 13-21.

Kim, K.J., Jang, S.I., Marsden, M.J., Secombes, C.J., Choi, M.S. & Kim, Y.G. (1998). Effect of glycyrrhizin on rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* leukocyte responses. *J. Korean Soc. Microbiol.*, *33*, 263-271.

Kongcharoensuntorn, W., thakaew, N., Chanapai, N., Songsakul, S. & Budda, E. (2011). Synergistic Antibacterial Effect of Rhinacanthus nasutus Extract and Antibiotics on Antibiotic - Resistant Bacteria. *Burapha Sci. J..*, *16* (1), 56-68. (in Thai)

Kostyuk, V.A. & Potapovich, A.I. (1998). Antiradical and chelating effects in flavonoid protection against silica-induced cell injury. *Arch. Biochem. Biophys*., *355*, 43-48.

Koul, I. & Kapil, A. (1994). Effect of diterpenes from *Andrographis paniculata* on antioxidant defense system and lipid peroxidation. *Indian J. Pharmacol*., *26*, 296-300.

Kumari, K. & Augusti, K. (2007). Lipid lowering effect of S-methyl cysteine sulfoxide from *Allium cepa* Linn in high cholesterol diet fed rats. *J. Ethnopharmacol*., *109*, 367-371.

Lin, F., Wu, S., Lee, S. & Ng, L. (2009). Antioxidant, antioedema and analgesic activities of *Andrographis paniculata* extracts and their active constituent andrographolide. *Phytotherapy Res*., *23*, 958-964.

Lin, Y.C., Yeh, S.T., Li, C.C., Chen, L.L., Cheng, A.C. & Chen, J.C. (2011). An immersion of *Gracilaria tenuistipitata* extract improves the immunity and survival of white shrimp *Litopenaeus vannamei* challenged with white spot syndrome virus. *Fish. Shellfish Immunol*., *31*, 1239-1246.

Manganelli, R.U., Zaccaro, L., & Tomei, P. (2005). Antiviral activity in vitro of *Urtica dioica* L., *Parietaria diffusa* M. et K. and *Sambucus nigra* L. *J. Ethnopharmacol*., *98*, 323-327.

Mahdavi, M., Hajimoradloo, A. & Ghorbani, R. (2013). Effect of Aloe vera extract on growth parameters of common carp (*Cyprinus carpio*). *World J. Med. Sci*., *9*, 55-60.

Mehrabi, Z., Firouzbakhsh, F., Rahimi-Mianji, G., & Paknejad, H. (2019). Immunostimulatory effect of *Aloe vera* (*Aloe barbadensis*) on non-specific immune response, immune gene expression, and experimental challenge with *Saprolegnia parasitica* in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, *503*, 330-338.

Metwally, M. & El-Gellal, A. (2009). Used of some plant wastes for fish feeding with reference on its impact on growth performance and body composition. *World Appl. Sci. J*., *6,* 1309-1313.

Nagasawa, H., Watanabe, K. & Inatomi, H. (2002). Effects of bitter melon (*Momordica charantia* l.) or ginger rhizome (*Zingiber offifinale* rosc) on spontaneous mammary tumorigenesis in SHN mice. *Am. J. Chin. Med*., *30*, 195-205.

Ndong, D. & Fall, J. (2011). The effect of garlic (*Allium sativum*) on growth and immune responses of hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*). *J. Clin. Immnunol. Immunopathol. Res*., *3,* 1-9.

Ngo, D.T., Wade, N.M., & Pirozzi, I. (2016). Glencross, Effects of canola meal on growth, feed utilisation, plasma biochemistry, histology of digestive organs and hepatic gene expression of barramundi (Asian seabass; *Lates calcarifer*). *Aquaculture*, *464*, 95-105.

Ngugi, C.C., Oyoo-Okoth, E., Mugo-Bundi, J., Orina, P.S., Chemoiwa, E.J. & Aloo, P.A. (2015). Effects of dietary administration of stinging nettle (*Urtica dioica*) on the growth performance, biochemical, hematological and immunological parameters in juvenile and adult Victoria Labeo (*Labeo victorianus*) challenged with *Aeromonas hydrophila*. *Fish. Shellfish Immunol*., 44, 533-541.

Nya, E.J., Dawood, Z. & Austin, B. (2010). The garlic component, allicin, prevents disease caused by *Aeromonas hydrophila* in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *J. Fish. Dis*., *33*, 293-300.

Nya, E.J. & Austin, B. (2009). Use of dietary ginger, *Zingiber officinale* Roscoe, as an immunostimulant to control *Aeromonas hydrophila* infections in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *J. Fish. Dis*., *32*, 971-977.

Nya, E.J. & Austin, B. (2009). Use of garlic, *Allium sativum*, to control *Aeromonas hydrophila* infection in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *J. Fish. Dis*., *32*, 963-970.

Panchan, R., Sirisorn & Phaprom, S. (2010). *In vitro* Antibacterial Activities of Crude Extract from Garlic against *Aeromonas hydrophila* Isolated from Hybrid catfish. The 48th Kasetsart University Annual Conference, 329-335. (in Thai)

Ponpornpisit, A. (2006). The study of Indian Almond Leaves (*Terminalia catappa* L.) on Siamese fighting fish (*Betta splendens*) and guppy (*Poecilia reticulata*) diseases treatment. *Chulalongkorn University Research report*. (in Thai)

Pu, H., Li, X., Du, Q., Cui, H. & Xu, Y. (2017). Research Progress in the Application of Chinese Herbal Medicines in Aquaculture: A Review. *Engineering*, *3*, 731-737.

Ramos, F.A., Takaishi, Y., Shirotori, M., Kawaguchi, Y., Tsuchiya, K. & Shibata, H. (2006). Antibacterial and antioxidant activities of quercetin oxidation products from yellow onion (*Allium cepa*) skin. *J. Agric. food Chem*., *54*, 3551-3557.

Rao, Y., Das, B., Jyotyrmayee, P. & Chakrabarti, R. (2006). Effect of *Achyranthes aspera* on the immunity and survival of *Labeo rohita* infected with *Aeromonas hydrophila*. *Fish shellfish Immunol*., *20*, 263-273.

Reverter, M., Bontemps, N., Lecchini, D., Banaigs, B. & Sasal, P. (2014). Use of plant extracts in fish aquaculture as an alternative to chemotherapy: current status and future perspectives. *Aquaculture*, *433*, 50-61.

Richardson, K., Steffen, W. & Liverman, D. (2011). *Climate Change: Global Risks, Challenges and Decisions*. Cambridge University Press.

Saeidi asl, M.R., Adel, M., Caipang, C.M.A. & Dawood, M.A.O. (2017). Immunological responses and disease resistance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles following dietary administration of stinging nettle (*Urtica dioica*). *Fish & Shellfish Immunology*, *71*, 230-238.

Sakai, M. (1999). Current research status of fish immunostimulants. *Aquaculture*, *172*, 63-92.

Saleh, N.E., Michael, F.R. & Toutou, M.M. (2015). Evaluation of garlic and onion powder as phyto-additives in the diet of sea bass (*Dicentrarcus labrax*). *Egypt. J. Aquatic Res.*, *41*, 211-217.

Santoso, U., Lee, M.C. & Nan, F.H. (2013). Effects of dietary katuk leaf extract on growth performance, feeding behavior and water quality of grouper *Epinephelus coioides*. *Aceh Int. J. Sci. Technol.*, *2*(1),17-25.

Shalaby, A., Khattab, Y. & Rahman, A.A. (2006). Effects of garlic (*Allium sativum*) and chloramphenicol on growth performance, physiological parameters and survival of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *J. Venom. Animals Toxins Incl. Trop. Dis.*, *12*, 172-201.

Sitja-Bobadilla, A., Pe~na-Llopis, S., Gomez-Requeni, P., Medale, F., Kaushik, S. & Perez-Sanchez, J. (2005). Effect of fish meal replacement by plant protein sources on non-specific defence mechanisms and oxidative stress in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, *249*, 387-400.

Sivaram, V., Babu, M., Immanuel, G., Murugadass, S., Citarasu, T. & Marian, M. (2004). Growth and immune response of juvenile greasy groupers (*Epinephelus tauvina*) fed with herbal antibacterial active principle supplemented diets against *Vibrio harveyi* infections. *Aquaculture*, *237*, 9-20.

Skaper, S.D., Fabris, M., Ferrari, V., Carbonare, M.D. & Leon, A. (1996). Quercetin protects cutaneous tissue-associated cell types including sensory neurons from oxidative stress induced by glutathione depletion: cooperative effects of ascorbic acid. *Free Radic. Biol. Med.*, *22*, 669-678.

Soowannayan, C., Boonmee, S., Puckcharoen, S., Anatamsombat, T. & Withyachumnarnkul, B. (2019). Ginger and its component shogaol inhibit Vibrio biofilm formation in vitro and orally protect shrimp against acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND). *Aquaculture*, *504*, 139-147.

Su, B.K. & Chen, J.C.(2008). Effect of saponin immersion on enhancement of the immune response of white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its resistance against *Vibrio alginolyticus*. *Fish. Shellfish Immunol.*, *24*, 74-81.

Sun, H., Tang, J.W., Yao, X.H., Wu, Y.F., Wang, X. & Liu, Y. (2015). Partial substitution of fish meal with fermented cottonseed meal in juvenile black sea bream (*Acanthopagrus schlegelii*) diets. *Aquaculture*, *446*, 30-36.

Takaoka, O., Ji, S.C., Ishimaru, K., Lee, S.W., Jeong, G.S. & Ito, J. (2011). Effect of rotifer enrichment with herbal extracts on growth and resistance of red sea bream, *Pagrus major* (Temminck & Schlegel) larvae against *Vibrio anguillarum*. *Aquac. Res.*, *42*, 1824-1829.

Talpur, A.D. (2014). Mentha piperita (Peppermint) as feed additive enhanced growth performance, survival, immune response and disease resistance of Asian seabass, (*Lates calcarifer* Bloch) against *Vibrio harveyi* infection. *Aquaculture*, *420*, 71-78.

Talpur, A.D., Ikhwanuddin, M., & Bolong, A.M.A. (2013). Nutritional effects of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) on immune response of Asian sea bass, *Lates calcarifer* (Bloch) and disease resistance against *Vibrio harveyi*. *Aquaculture*, *400*, 46-52.

Talpur, A.D. & Ikhwanuddin, M. (2013). *Azadirachta indica* (neem) leaf dietary effects on the immunity response and disease resistance of Asian seabass, *Lates calcarifer* challenged with *Vibrio harveyi*. *Fish. Shellfish Immunol*., *34*, 254-264.

Talpur, A.D. & Ikhwanuddin, M. (2012). Dietary effects of garlic (*Allium sativum*) on haemato-immunological parameters, survival, growth, and disease resistance against *Vibrio harveyi* infection in Asian sea bass, *Lates calcarifer* (Bloch). *Aquaculture*, *364*, 6-12.

Tebsun, K., Kronkpong, L., Rodloy, A. & Jintasataporn, O. (2016). The Effect of Turmeric and Kariyat Crude Extracts on Immunity and Growth Performance of Fancy Carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758). Inland Fisheries Research and Development Division. Technical Paper No. 6/2016. 41p.

Turker, H., Yıldırım, A.B. & Karakas, F.P. (2009). Sensitivity of bacteria isolated from fish to some medicinal plants. *Turkish J. Fish. Aquatic Sci*., *9*, 181-186.

Wu, C.C., Liu, C.H., Chang, Y.P. & Hsieh, S.L.. (2010). Effects of hot-water extract of *Toona sinensis* on immune response and resistance to *Aeromonas hydrophila* in *Oreochromis mossambicus*. *Fish. Shellfish Immunol*., *29*, 258-263.

Wu, Y.R., Gong, Q.F., Fang, H., Liang, W.W., Chen, M. & He, R.J. (2013). Effect of *Sophora flavescens* on non-specific immune response of tilapia (GIFT *Oreochromis niloticus*) and disease resistance against *Streptococcus agalactiae*. *Fish. Shellfish Immunol*., *34*, 220-227.

Xu, Y., Marshall, R.L. & Mukkur, T.K. (2006). An investigation on the antimicrobial activity of *Andrographis paniculata* extracts and andrographolide in vitro. *Asian J. Plant Sci*., *5*, 527-530.

Yaghoubi, M., Mozanzadeh, M.T., Marammazi, J.G., Safari, O. & Gisbert, E. (2016). Dietary replacement of fish meal by soy products (soybean meal and isolated soy protein) in silvery-black porgy juveniles (*Sparidentex hasta*). *Aquaculture*, *464*, 50-59.

Yoshida, T., Kruger, R. & Inglis, V. (1995). Augmentation of non-specific protection in African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell), by the long term oral administration of immunostimulants. J. *Fish. Dis*., *18*, 195-198.

Yuan, C., Li, D., Chen, W., Sun, F., Wu, G. & Gong, Y. (2007). Administration of a herbal immunoregulation mixture enhances some immune parameters in carp (*Cyprinus carpio*). *Fish Physiology Biochem*., *33*, 93-101.

Zaki, M., Ibrahim, M.A., Khalafalla, M., Mocuta, D., Rahoveanu, A.T. & Rahoveanu, M.M.T. (2016). Physiological and nutritional studies on improving growth of Nile Tilapia (*Oreochromis Niloticus*) fingerlings using alpinia meal (*alpinia Galanga*) as a feed additive. *Agric. Agric. Sci. Procedia*, *10*, 604-614.

Zaki, M., Labib, E., Nour, A., Tonsy, H. & Mahmoud, S. (2010). Effect some medicinal plants diets on mono sex Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), growth performance, feed utilization and physiological parameters. *APCBEE Procedia*, *4* 220-227.

Zanuzzo, F.S., Sabioni, R.E., Montoya, L.N.F., Favero, G. & Urbinati, E.C. (2017). *Aloe vera* enhances the innate immune response of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) after transport stress and combined heat killed *Aeromonas hydrophila* infection. *Fish & Shellfish Immunology*, *65*, 198-205.

Zarubaev, V., Garshinina, A., Kalinina, N., Anikin, V., Babkin, V. & Ostroukhova, L. (2010). Anti-influenza activity of dihydroquercetin against lethal influenza virus infection. *Antivir. Res.*, *34*(8), 1075-1083.

Zhang, Y., Yoshida, T., Isobe, K., Rahman, S., Nagase, F. & Ding, L. (1990). Modulation by glycyrrhizin of the cell-surface expression of H-2 class I antigens on murine tumour cell lines and normal cell populations, *Immunology*, *70*, 405-410.

Zhou, J., Ong, C.N., Hur, G.M. & Shen, H.M. (2010). Inhibition of the JAK-STAT3 pathway by andrographolide enhances chemosensitivity of cancer cells to doxorubicin. *Biochem. Pharmacol.*, *79*, 1242-1250.