ISSN 1905-7393
ISSN Online 2730-146X

วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง
JOURNAL OF FISHERIES TECHNOLOGY RESEARCH

ปีที่ 17 เล่มที่ 1 (Volume 17 Number 1)
มกราคม - มิถุนายน 2566 (January - June 2023)

วารสารวิชาการเผยแพร่ความรู้
เทคโนโลยีและส่งเสริมกิจกรรมทางการประมงและทรัพยากรทางน้ำ
ทั้งเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม
จัดทำโดย
คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง
Journal of Fisheries Technology Research
(J. Fish. Tech. Res.)
ISSN 1905-7393
ISSN Online 2730-146X

ผู้จัดทำ คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่
ที่ปรึกษา อธิการบดี มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
คณบดีคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
หัวหน้ากองบรรณาธิการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนกันต์ จิตมนัส มหาวิทยาลัยแม่โจ้
กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.ทวนทอง จุฑาเกตุ	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต ยวงสร้อย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.สำเนาว์ เสาวกูล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ศักดิ์ เหล่าดี	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
รองศาสตราจารย์ ดร.นิวุฒิ หวังชัย	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชยากร ภูมาศ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นเรศ ซ่วนยุก	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศันสนีย์ หวังวรลักษณ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เลขากองบรรณาธิการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดาพร ตงศิริ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมงจัดทำขึ้นโดยคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ กำหนดออกปีละ 2 ฉบับ (มกราคม-มิถุนายน และ กรกฎาคม - ธันวาคม) ของทุกปี โดยมีนโยบายเพื่อเผยแพร่งานวิจัยและบทความทางวิชาการ ด้านเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำให้แก่องค์กรที่เกี่ยวข้องทั่วประเทศ

ติดต่อกองบรรณาธิการ
วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง
คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่
โทร. 053 875 100 – 2 โทรสาร. 053 875 130
อีเมลล์: jfishtech.mju@gmail.com
เวปไซต์: http://www.fishtech.mju.ac.th/WEB/Journal_FT/main/index.php

วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง

Journal of Fisheries Technology Research

ปีที่ 17 **ฉบับที่** 2 **(กรกฎาคม - ธันวาคม) พ.ศ.** 2566

ISSN 1905-7393

ISSN Online 2730-146X

วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมงเป็นวารสารวิชาการ
และเป็นลิขสิทธิ์ของคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1.เผยแพร่ความรู้และผลงานทางวิชาการ โดยเน้นผลงานจากการวิจัยทางการประมงและทรัพยากรทางน้ำ ทั้งเชิงเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม

2.เป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทางวิชาการเชิงสร้างสรรค์

3.ส่งเสริมอาจารย์ นักวิชาการ นักวิจัย นักศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องให้มีส่วนร่วมในการถ่ายทอดเทคโนโลยี เผยแพร่และบริการด้านวิชาการแก่สังคม

ข้อคิดเห็นที่ปรากฏและแสดงในเนื้อหาบทความต่าง ๆ ในวารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง ถือเป็นความเห็นและความรับผิดชอบโดยตรงของผู้เขียนโดยเฉพาะ ไม่จำเป็นต้องสอดคล้องกับทรรศนะของคณะผู้จัดทำ และมิใช่ความรับผิดชอบของคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ผู้ประสงค์จะนำข้อความใด ๆ ไปพิมพ์เผยแพร่ต่อต้องได้รับอนุญาตจากวารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมงและผู้เขียนตามกฎหมายว่าด้วยลิขสิทธิ์

บทบรรณาธิการ

วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง ISSBN 1905-7393 (print) และ ISSBN 2730-146X (online) เป็นวารสารของคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ กำหนดออกปีละ 2 ฉบับ (มกราคมและกรกฎาคม) ของทุกปี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นสื่อกลางในการนำเสนอผลงานวิชาการให้กับนักวิจัย นักศึกษา บุคลากรเพื่อการเผยแพร่ข้อมูล นวัตกรรมและองค์ความรู้เชิงวิชาการระหว่างนักวิจัย นักวิชาการกับผู้ใช้ประโยชน์ทุกภาคส่วน เช่น เกษตรกร ภาคเอกชนและผู้สนใจ

วารสารฉบับนี้เป็นวารสารปีที่ 17 ฉบับที่ 1 (มกราคม – มิถุนายน 2566) เป็นฉบับแรกของปี พ.ศ. 2566 ประกอบด้วยงานวิเคราะห์ความเหมือนและความแตกต่างของคุณลักษณะประมงพื้นบ้านของประเทศไทยและประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เพื่อใช้ในการสร้างความเข้าใจลักษณะการทำประมงพื้นบ้านในระดับภูมิภาคและใช้ในการกำหนดนโยบายประมงร่วมอาเซียนในอนาคต ส่วนบทความที่เกี่ยวข้องกับปลานิลมี 2 บทความ คือ การหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำปลานิลแดดเดียวด้วยโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ สถานการณ์การเลี้ยงปลานิลในกระชังบริเวณแม่น้ำปิงตอนบนในเขตจังหวัดลำพูนและจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งแต่เดิมเคยเป็นแหล่งเลี้ยงปลานิลในกระชังที่สำคัญ ปิดเล่มด้วยการใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกเพื่อเพิ่มผลผลิตของกุ้งขาว

ในนามคณะกรรมการกองบรรณาธิการฯ ต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อผู้เขียนผลงาน คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิที่พิจารณาผลงาน คณะกรรมการวิชาการของคณะฯ และผู้ประสานงาน ในนามตัวแทนกองบรรณาธิการและกรรมการท่านอื่น ๆ ที่ไม่สามารถเอ่ยนามได้หมด ตลอดจนผู้ให้การสนับสนุนจากหลายฝ่ายด้วยกัน ผู้สนใจสามารถสืบค้นบทความวิจัยได้จากหน้าเว็บไซต์วารสาร ที่ http://www.fishtech.mju.ac.th/FishNew1/Journal_FT หรือเว็บไซต์ของศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย ที่ http://tci/trf.or.th การส่งเสริมคุณภาพวารสารและเผยแพร่ผลงานทางวิชาการที่ตีพิมพ์ในวารสาร เป็นการเพิ่มคุณค่าต่อการนำประโยชน์ต่อการศึกษาด้านวิชาการและวงการวิชาชีพด้านการประมงและทรัพยากรทางน้ำ

กองบรรณาธิการ

เปรียบเทียบนิยามและคุณลักษณะสำคัญของประมงพื้นบ้านของประเทศไทย: เหมือนหรือต่างกันอย่างไรในบริบทอาเซียน

Comparing Definitions and Key Characteristics of Small-Scale Fisheries in Thailand: Similarities and Differences in ASEAN Context

ศศิวิมล คล่องอักขระ[1] เณรตา ปิ่นเนตรหาญ[2] ศันสนีย์ หวังวรลักษณ์[3]

Sasiwimon Khlongakkhara[1], Nayrata Pinnetdharn[2], Sansanee Wangvoralak[3]

[2,3]คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตบางเขน จังหวัดกรุงเทพฯ 10900

[1]Faculty of Fisheries Kasetsart University, Bangkok 10900

Corresponding author: sasiwimonkhlong@gmail.com

Received: June 19, 2023

Revised: Sep 19, 2023

Accepted: Sep 25, 2023

บทคัดย่อ

ชาวประมงพื้นบ้านมีสัดส่วนกว่าร้อยละ 90 ของชาวประมงในโลกนี้และปริมาณสัตว์น้ำประมาณร้อยละ 50 ที่ใช้ในการบริโภคก็มาจากการทำประมงพื้นบ้าน ปัจจุบันมีความพยายามที่จะจัดตั้งนโยบายประมงร่วมอาเซียน เพื่อสร้างความเข้มแข็งให้กับภาคประมงทั้งในระดับประเทศสมาชิกและระดับภูมิภาค วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จึงมุ่งวิเคราะห์นิยามและคุณลักษณะของประมงพื้นบ้านของประเทศไทยและประเทศในกลุ่มอาเซียน 6 ประเทศ เก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารทางกฎหมาย รายงานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา ผลการวิจัยพบว่า กฎหมายไทยนิยามประมงพื้นบ้านโดยใช้คุณลักษณะด้านพื้นที่ทำการประมง ขนาดบรรทุกเรือ ขนาดเครื่องยนต์ และเครื่องมือประมง ในขณะที่มุมทางวิชาการของไทยเน้นไปที่คุณลักษณะด้านเครื่องมือประมง ขนาดเรือ และเครื่องยนต์ เมื่อเปรียบเทียบคำนิยาม/คำจำกัดความที่ให้ไว้ก่อนปี พ.ศ. 2559 และตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 เป็นต้นไป พบว่า คำนิยาม/คำจำกัดความหลังปี พ.ศ. 2559 มีความสอดคล้องกับคุณลักษณะในนิยามตามกฎหมาย ซึ่งมีเกณฑ์แบ่งแยกชัดเจน (ขนาดบรรทุกเรือ ขนาดเครื่องยนต์ เครื่องมือประมง) ส่วนคำว่านิยามและคุณลักษณะของประมงพื้นบ้านของประเทศต่าง ๆ ในอาเซียน พบว่าทุกประเทศมีการกำหนดนิยามคำว่าประมงพื้นบ้านโดยใช้คุณลักษณะของการทำประมง แต่มีเพียงกัมพูชา เมียนมา และเวียดนามที่ใช้คุณลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมเพิ่มขึ้นในการกำหนดนิยามคำว่าประมงพื้นบ้าน คุณลักษณะของการทำประมงที่ไทยใช้กำหนดนิยามประมงพื้นบ้านมีลักษณะหลากหลาย มีการให้เกณฑ์ที่มีข้อมูลกำหนดที่ชัดเจน เช่น ขนาดเรือและเครื่องยนต์ คำนิยามที่ปรากฏจะเป็นการอธิบายลักษณะการทำประมงพื้นบ้านของประเทศในกลุ่มอาเซียน ซึ่งมีลักษณะทางวัฒนธรรมที่หลากหลาย ข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ต่อการทำความเข้าใจเพื่อการสร้างความร่วมมือในการจัดทำนโยบายประมงร่วมอาเซียนต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: ประมงพื้นบ้าน, คุณลักษณะ, คำนิยาม, อาเซียน

Abstract

Small-scale fishing (SSF) comprises 90 percent of the world's fishermen and over 50 percent of the global catches. However, despite its significant contribution, there remains a lack of a clear and universally recognized definition of SSF. This research aims to study and analyze the definitions and characteristics of SSF in Thailand and compare them to those of other ASEAN countries. To achieve this objective, legal definitions of SSF were analyzed, comparing the definition of SSF in Thailand with that of six other ASEAN countries. Additionally, definitions and characteristics of SSF used by Thai academia were analyzed using descriptive statistics. The results demonstrate that the Thai legal definition of SSF is primarily based on fishing locations, size of vessels, size of vessel engines, and fishing gears. In contrast, definitions from Thai academia focus on fishing gears, vessel size, and vessel engine. Moreover, when comparing the definitions used by academia before B.E. 2559 and those used since B.E. 2559, the results indicate that the definitions used since B.E. 2559 are more aligned with the legal definition. Regarding the definitions and characteristics of SSF among the seven ASEAN countries studied, there are both similarities and differences. They are similar in terms of the categories of characteristics used to describe SSF. However, none of the seven countries use environmental parameters, and only Cambodia, Myanmar, and Vietnam use economic and social parameters while Thailand uses various and definite parameters such as vessel size and engine. These definitions describe the characteristics of SSF of ASEAN countries which have diverse cultural characteristics. This background information will prove valuable for comprehending and fostering cooperation in the development of the ASEAN Common Fisheries Policy.

Keywords: Small-scale fishery, definition, characteristics, ASEAN

บทนำ

เมื่อเอ่ยถึงชาวประมงพื้นบ้าน คาดว่าคนส่วนใหญ่น่าจะรู้จักหรือพอจะนึกภาพออกว่าเป็นชาวประมงขนาดเล็ก ตั้งบ้านเรือนอยู่ตามชายฝั่งแม่น้ำ ลำคลอง หรือชายฝั่งทะเล จับปลาเพื่อหาเลี้ยงชีพ มีวิถีชีวิตผูกพันอยู่กับท้องทะเล แม้ประมงพื้นบ้านจะดูเล็กหากมองที่ขนาดเรือหรือปริมาณสัตว์น้ำที่เรือแต่ละลำจับได้ แต่กลับมีจำนวนมากในแง่ของจำนวนคน เพราะกว่าร้อยละ 90 ของชาวประมงในโลกนี้เป็นชาวประมงพื้นบ้านหรือชาวประมงขนาดเล็ก และประมาณครึ่งหนึ่งของสัตว์น้ำที่เราบริโภคก็มาจากการทำประมงของชาวประมงกลุ่มนี้ (Rousseau *et al*., 2019; FAO, 2020) ในปี พ.ศ. 2564 ผลจับจากการทำประมงพื้นบ้านของประเทศไทยมีเพียง 270,457.77 ตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 20.8 ของปริมาณสัตว์น้ำทั้งหมดที่จับได้ ซึ่งค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับผลจับสัตว์น้ำเค็มที่ได้จากการทำประมงพาณิชย์ 1,029,061 ตัน แต่หากพิจารณาในด้านของจำนวนเรือ เรือส่วนใหญ่เป็นเรือในกลุ่มประมงพื้นบ้านซึ่งมีจำนวน 51,237 ลำ หรือคิดเป็นร้อยละ 82.86 ของจำนวนเรือทั้งหมด ขณะที่เรือประมงพาณิชย์มีจำนวนเพียงร้อยละ 17.14 (Fisheries Development Policy and Planning Division, 2022a; 2022b; 2022c)

อย่างไรก็ดี เมื่อพูดถึงประมงพื้นบ้านกลับไม่มีคำนิยามที่ชัดเจนหรือเป็นสากลและยอมรับกันอย่างแพร่หลาย (Natale *et al*., 2015; Sumaila, 2017; Davies *et al*., 2018; Rousseau *et al*., 2019) จากการศึกษานิยามของประมงพื้นบ้านในนโยบายระดับประเทศ 140 ประเทศ พบว่ามีประเทศที่ศึกษาถึงร้อยละ 30 ที่ไม่มีนิยามประมงพื้นบ้านที่ชัดเจน (Chuenpagdee *et al.,* 2006 อ้างถึงใน Smith and Basurto, 2019) สาเหตุที่ประมงพื้นบ้านไม่มีนิยามสากลที่ชัดเจน เนื่องจากประมงพื้นบ้านในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก (Johnson, 2006; FAO, 2003 อ้างถึงใน Carvalho *et al*., 2011) เช่นที่แอตแลนติคแคนาดา เรือที่มีความยาวต่ำกว่า 67 เมตรจะถือเป็นเรือประมงพื้นบ้าน ในขณะที่กองทุนกิจการทะเลและประมงสหภาพยุโรป (European Maritime and Fisheries Fund) กำหนดว่าเรือที่มีความยาวต่ำกว่า 12 เมตร และไม่ใช้เครื่องมืออวนลากเป็นเรือประมงพื้นบ้าน (Sumaila, 2017)

ที่ผ่านมาแวดวงวิชาการด้านประมงได้ศึกษาวิธีที่ใช้กำหนดความเป็นประมงพื้นบ้าน (Sumaila, 2017) และคุณลักษณะสำคัญที่นำมาจำแนกประมงพื้นบ้านและประมงพาณิชย์อยู่มากมาย (Johnson, 2006; Carvalho *et al*., 2011; Natale *et al*., 2015; Gibson and Sumaila, 2017; Soltanpour *et al.,* 2017; Davies *et al*., 2018; Rousseau *et al*., 2019; Halim, *et al*., 2019; Smith and Basurto, 2019) แต่ในปัจจุบัน ยังไม่มีการศึกษาและวิเคราะห์นิยามและคุณลักษณะของประมงพื้นบ้านของประเทศสมาชิกอาเซียน ทั้งที่ปรากฏในงานเชิงวิชาการและในกฎหมาย ดังนั้นเมื่อมีการจัดตั้งประชาคมอาเซียนและมีความพยายามจะพัฒนาการประมงของประเทศสมาชิก รวมถึงการเสนอให้จัดตั้งนโยบายประมงร่วมอาเซียน (ASEAN Common Fisheries Policy) เพื่อให้เกิดการทำประมงที่รับผิดชอบและยั่งยืน (Chantarawarathit, 2018) ที่ต้องอาศัยความเข้าใจลักษณะการทำประมงของประเทศสมาชิก งานวิจัยชิ้นนี้จึงมุ่งวิเคราะห์ความเหมือนและความแตกต่างของคุณลักษณะประมงพื้นบ้านของประเทศไทยและประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เพื่อใช้ในการสร้างความเข้าใจลักษณะการทำประมงพื้นบ้านในระดับภูมิภาค รวมทั้งเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับใช้ในการกำหนดนโยบายประมงร่วมอาเซียนในอนาคตต่อไป

วิธีการดำเนินงาน/การวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาข้อมูลจากเอกสาร (Documentary research) เก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารทางกฎหมายประกอบด้วย พระราชกำหนดการประมง พ.ศ. 2558 และ ฉบับแก้ไข พ.ศ. 2560 รวมถึงกฎหมายลำดับรองที่เกี่ยวข้อง รายงานที่ออกโดยหน่วยงานภาครัฐ เช่น รายงานสถิติด้านการประมงของประเทศไทย และเอกสารวิชาการภาษาอังกฤษ กฎหมายประมง และรายงานที่เกี่ยวกับประมงพื้นบ้านในประเทศกลุ่มอาเซียน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การอธิบายเชิงเปรียบเทียบเพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของคำนิยามและคุณลักษณะที่สำคัญของประมงพื้นบ้านตามพัฒนาการของกฎหมายและเอกสารทางวิชาการ รายงานของหน่วยงานภาครัฐที่ได้มีการนิยามไว้

ในส่วนของการวิเคราะห์นิยามและคุณลักษณะสำคัญของประมงพื้นบ้านจะใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) จากเอกสารวิชาการภาษาไทยและภาษาอังกฤษตั้งแต่ปี พ.ศ. 2530-2562 และสรุปออกมาเป็นกลุ่มคำของคุณลักษณะที่สำคัญเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการนับคำของคุณลักษณะดังกล่าวที่มีการนิยามหรืออ้างอิงถึง ในการศึกษาครั้งนี้ได้จัดแบ่งกลุ่มคำของคุณลักษณะของประมงพื้นบ้านออกเป็น 4 กลุ่ม คือ คุณลักษณะของการทำการประมง คุณลักษณะทางเศรษฐกิจ คุณลักษณะทางสิ่งแวดล้อม และคุณลักษณะทางสังคม และนำเสนอข้อมูลทั้งในเชิงคุณภาพแบบพรรณนาและการนำเสนอข้อมูลในเชิงปริมาณโดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ความถี่ และร้อยละ

ผลการวิจัย

1. นิยามและคุณลักษณะสำคัญของประมงพื้นบ้าน

1.1. นิยามตามเอกสารราชการและกฎหมายที่เกี่ยวข้องของไทย

นิยามตามกฎหมายของประมงพื้นบ้านปรากฏขึ้นครั้งแรกในพระราชกำหนดการประมง พ.ศ. 2558 ในมาตรา 5 ซึ่งระบุว่า "*ประมงพื้นบ้าน" หมายความว่า การทำการประมงในเขตทะเลชายฝั่งไม่ว่าจะใช้เรือประมงหรือใช้เครื่องมือโดยไม่ใช้เรือประมง ทั้งนี้ ที่มิใช่เป็นประมงพาณิชย์*" เมื่อดูตามนิยามนี้ จะเห็นว่ามีคำสองคำ คือ คำว่า "ทะเลชายฝั่ง" และ "ประมงพาณิชย์" ที่ต้องพิจารณาเพิ่มเติมว่ากฎหมายฉบับนี้นิยามไว้ว่าอย่างไร จึงจะเข้าใจนิยามของประมงพื้นบ้านอย่างชัดเจน เนื่องจากนิยามของประมงพื้นบ้านนั้นอ้างอิงถึงสองคำนี้

โดยมาตรา 5 กำหนดว่า *""ทะเลชายฝั่ง" หมายความว่า ทะเลที่อยู่ในราชอาณาจักรนับจากแนวชายฝั่งทะเลออกไปสามไมล์ทะเล เว้นแต่ในกรณีที่มีความจำเป็นเพื่อประโยชน์ในการบริหารจัดการทรัพยากรสัตว์น้ำ จะออกกฎกระทรวงกำหนดให้เขตทะเลชายฝั่งในบริเวณใดมีระยะนับจากแนวชายฝั่งทะเลออกไปน้อยหรือมากกว่าสามไมล์ทะเลก็ได้ แต่ต้องไม่น้อยกว่าหนึ่งจุดห้าไมล์ทะเลและไม่เกินสิบสองไมล์ทะเล...*" ในขณะที่นิยามของประมงพาณิชย์ คือ *"การทำการประมงโดยใช้เรือประมงที่มีขนาดตั้งแต่สิบตันกรอสขึ้นไป หรือเรือประมงที่ใช้เครื่องยนต์มีกำลังแรงม้าถึงขนาดที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด"* (Royal Ordinance on Fisheries B.E. 2558, 2015)

จากนิยามข้างต้น สรุปได้ว่าประมงพื้นบ้าน คือ การทำการประมงในเขตทะเลชายฝั่งไม่เกินสามไมล์ทะเล โดยสามารถออกกฎกระทรวงกำหนดให้อยู่ระหว่าง 1.5-12 ไมล์ทะเลได้ ทั้งที่ใช้เรือประมงหรือใช้เครื่องมือโดยไม่ใช้เรือประมง โดยหากใช้เรือประมง จะต้องมีขนาดน้อยกว่าสิบตันกรอส และใช้กำลังแรงม้าไม่เกินขนาดที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด ซึ่งตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดให้เรือประมงที่ใช้เครื่องยนต์มีกำลังแรงม้าถึงขนาดที่รัฐมนตรีประกาศกำหนดเป็นประมงพาณิชย์ พ.ศ. 2559 ระบุว่า *"ให้เรือประมงที่ใช้เครื่องยนต์มีขนาดกำลังแรงม้าตั้งแต่ 280 แรงม้าขึ้นไปทำการประมงเป็นประมงพาณิชย์"* (Department of Fisheries, 2016)

ดังนั้น เมื่อรวมพรก. การประมง พ.ศ. 2558 กับ ประกาศกระทรวงข้างต้น นิยามของประมงพื้นบ้านจึงหมายถึงการทำการประมงในเขตทะเลชายฝั่งไม่เกินสามไมล์ทะเล โดยสามารถออกกฎกระทรวงกำหนดให้อยู่ระหว่าง 1.5-12 ไมล์ทะเลได้ ทั้งที่ใช้เรือประมงหรือใช้เครื่องมือโดยไม่ใช้เรือประมง โดยหากใช้เรือประมง จะต้องมีขนาดน้อยกว่าสิบตันกรอส และใช้กำลังแรงม้าน้อยกว่า 280 แรงม้า จะเห็นได้ว่าตามกฎหมายฉบับนี้ นิยามของประมงพื้นบ้านถูกผูกไว้กับ เขตการทำการประมง (ไม่เกินสามไมล์ทะเล) ขนาดเรือ (น้อยกว่าสิบตันกรอส) และกำลังแรงม้า (น้อยกว่า 280 แรงม้า)[1]

ต่อมา เมื่อมีการแก้ไข พรก. การประมง พ.ศ. 2558 และเปลี่ยนมาใช้ พรก. การประมง (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2560 ที่มีการแก้ไขนิยามของประมงพาณิชย์ ทำให้นิยามของประมงพื้นบ้านที่อ้างอิงกับนิยามของประมงพาณิชย์จึงมีการ

[1] อย่างไรก็ดี แม้ว่าตาม พรก. การประมง พ.ศ. 2558 จะกำหนดให้เรือประมงที่มีขนาดสิบตันกรอสขึ้นไปเป็นเรือประมงพาณิชย์ แต่มาตรา 174 ในบทเฉพาะกาล ได้ระบุว่า *"ผู้ใดทำการประมงโดยใช้เรือประมงที่มีขนาดตั้งแต่สิบตันกรอสขึ้นไปแต่ไม่ถึงสิบห้าตันกรอส และได้จดทะเบียนเป็นเรือสำหรับการประมงและได้รับอาชญาบัตรอยู่ในวันก่อนวันที่พระราชกำหนดนี้ใช้บังคับ อธิบดีจะอนุญาตให้ทำการประมงพื้นบ้านต่อไปจนกว่าจะเลิกทำการประมงก็ได้"* ดังนั้นในประเทศไทยยังมีเรือประมงพื้นบ้านที่มีขนาด 10-15 ตันกรอส ซึ่งเป็นไปตามมาตรา 174

เปลี่ยนแปลงไปด้วย โดยมาตรา 3 ใน พรก. การประมง (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2560 ให้ยกเลิกนิยามคำว่า “ประมงพาณิชย์ ใน พรก. การประมง พ.ศ. 2558 แล้วใช้นิยามต่อไปนี้แทน

““ประมงพาณิชย์” หมายความว่า การทำการประมงโดยใช้เรือประมงที่มีขนาดตั้งแต่สิบตันกรอสขึ้นไปหรือที่ใช้เครื่องยนต์มีกำลังแรงม้าถึงขนาดที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด หรือใช้เรือประมงโดยมีหรือใช้เครื่องมือทำการประมงตามประเภท วิธี จำนวนแรงงานที่ใช้ หรือลักษณะการทำการประมงตามที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด และให้หมายความรวมถึงการใช้เรือประมงดังกล่าวทำการแปรรูปสัตว์น้ำไม่ว่าจะมีการทำการประมงด้วยหรือไม่ก็ตาม” (Royal Ordinance on Fisheries (No.2) B.E. 2560, 2017.)

จากนิยามของประมงพาณิชย์ข้างต้น ได้มีการเพิ่มเกณฑ์ในการกำหนดนิยามของประมงพื้นบ้านจากเดิม คือ เขตการทำการประมง (ไม่เกินสามไมล์ทะเล) ขนาดเรือ (น้อยกว่าสิบตันกรอส) และ กำลังแรงม้า (น้อยกว่า 280 แรงม้า) เกณฑ์ที่นำมาใช้ตัดสินความเป็นประมงพื้นบ้านและประมงพาณิชย์ยังรวมไปถึง ประเภทเครื่องมือทำการประมง วิธีทำการประมง จำนวนแรงงานที่ใช้ ลักษณะการทำการประมง การใช้เรือประมงทำการแปรรูปสัตว์น้ำ แต่จนถึงปัจจุบัน (เมษายน 2565) หรือผ่านมาแล้วเกือบห้าปีจากวันที่ประกาศใช้พรก. การประมง (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2560 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องยังไม่ได้ประกาศกฎหมายฉบับรองที่เกี่ยวข้องกับนิยามของประมงพาณิชย์ ทั้งเรื่องวิธีทำการประมง จำนวนแรงงานที่ใช้ หรือ ลักษณะการทำการประมง ยกเว้น เรื่องประเภทเครื่องมือทำการประมง ซึ่งมีประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดให้การใช้เรือประมงทุกขนาดประกอบเครื่องมือทำการประมงบางประเภทเป็นประมงพาณิชย์ พ.ศ. 2560 ที่ระบุว่าเรือประมงทุกขนาดที่ใช้เครื่องมือทำการประมงเจ็ดประเภทดังต่อไปนี้ อวนลากคู่ อวนลากแผ่นตะเฆ่ อวนลากคานถ่าง อวนล้อมจับ (มีสายมาน) อวนล้อมจับปลากะตัก คราดทุกชนิด ประกอบเรือกล และ เรือประกอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (เรือปั่นไฟ) เป็นเรือประมงพาณิชย์ โดยมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2561 (Department of Fisheries, 2017) พัฒนาการของนิยามของประมงพื้นบ้านในกฎหมายประมงไทยสรุปไว้ใน Figure 1

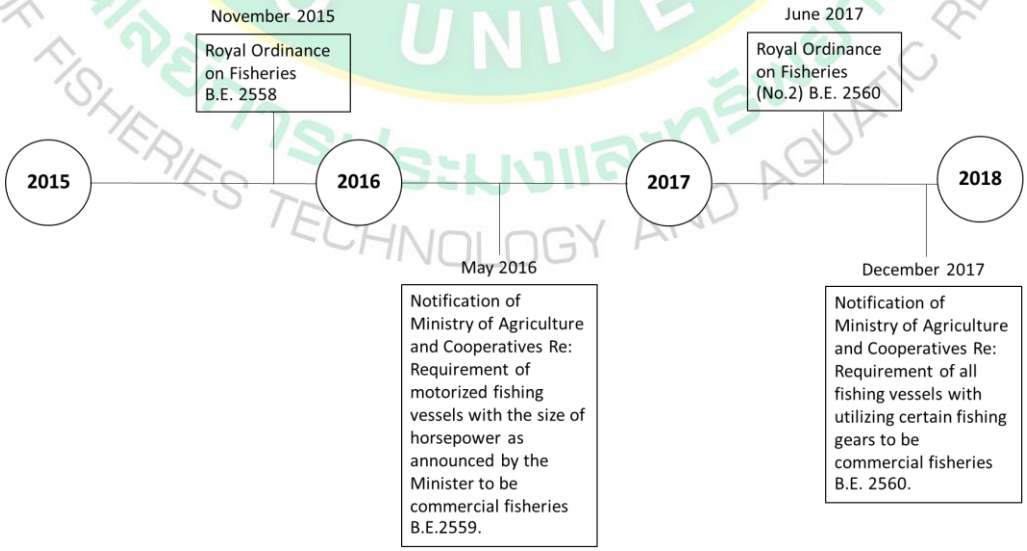

Figure 1 Timeline of SSF definitions in fisheries laws in Thailand

เนื่องจากนิยามตามกฎหมายของประมงพื้นบ้านเพิ่งจะประกาศใช้อย่างเป็นทางการในพรก. การประมง พ.ศ. 2558 จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจว่า ช่วงเวลาก่อนหน้าที่จะมีการประกาศใช้พรก. หน่วยงานรัฐที่เกี่ยวข้องหรือต้องทำงานกับประมงพื้นบ้าน ใช้หลักเกณฑ์ใดในการจำแนกประมงพื้นบ้านและประมงพาณิชย์ โดยเฉพาะการเก็บข้อมูลสถิติ ทั้งจำนวนเรือประมง ผลจับสัตว์น้ำ รวมไปถึงจำนวนครัวเรือนประมง ซึ่งในส่วนนี้เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลจากสถิติการประมงแห่งประเทศไทย รายงานสถิติเรือประมงไทย และ ผลผลิตหมู่บ้านประมงทะเล ที่ภายหลังเปลี่ยนมาใช้ชื่อ สถิติปริมาณการจับสัตว์น้ำจากการทำประมงพื้นบ้านในปีพ.ศ. 2559

สถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปีพ.ศ. 2504 เป็นหนังสือสถิติการประมงแห่งประเทศไทย ที่ตีพิมพ์ครั้งแรกในปีพ.ศ. 2506 ซึ่งรวบรวมสถิติต่าง ๆ ด้านการประมง โดยภาคผนวกได้ให้ข้อมูลวิธีการสำรวจสถิติเอาไว้ และได้อธิบายในส่วนการสำรวจผลผลิตหมู่บ้านชาวประมงว่าเป็นการสำรวจจากเครื่องมือประมงขนาดเล็กทุกประเภท ยกเว้นเครื่องมือประมง 11 ประเภท ดังต่อไปนี้ อวนลากแผ่นตะเฆ่ อวนลากคู่ อวนลากคานถ่าง อวนดำ-ฉลอม อวนตังเก อวนล้อมจับปลากะตัก อวนล้อมซั้ง อวนลอยปลาอินทรี อวนติดปลาทู อวนรุน และเครื่องมือโป๊ะ (Fisheries Statistics Sub-Division, 1986)

รายงานผลผลิตหมู่บ้านประมงทะเลตีพิมพ์ครั้งแรกในปีพ.ศ. 2527 และใช้ชื่อนี้จนถึงปีพ.ศ. 2558 ซึ่งรายงานนี้ใช้เครื่องมือประมงเป็นเกณฑ์ในการแบ่งระหว่างประมงพาณิชย์และประมงพื้นบ้าน โดยเก็บข้อมูลจากครัวเรือนที่ทำประมงทะเลทุกครัวเรือนในหมู่บ้านประมงทะเล ที่อยู่ใน 22 จังหวัดชายทะเล ที่ไม่ได้ทำการประมงด้วยเครื่องมือประมง 9 ประเภท ต่อไปนี้ อวนลากแผ่นตะเฆ่ อวนลากคู่ อวนลากคานถ่าง อวนล้อมจับ อวนล้อมจับปลากะตัก อวนลอยปลาอินทรี อวนติดปลาทู อวนรุน และโป๊ะน้ำลึก (Fisheries Statistics Analysis and Research Group, 2017) ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากรมประมงมองว่าเครื่องมือประมง คือ เกณฑ์หลักในการจำแนกประมงพาณิชย์กับประมงพื้นบ้าน ซึ่งต่อมาในปีพ.ศ. 2559 หลังจากที่พรก. การประมง พ.ศ. 2558 ได้มีผลบังคับใช้แล้ว รายงานนี้ก็ได้เปลี่ยนชื่อเป็นสถิติปริมาณการจับสัตว์น้ำจากการทำประมงพื้นบ้าน และใช้นิยามตามกฎหมายในการจำแนกประมงพื้นบ้าน (Fisheries Statistics Analysis and Research Group, 2018)

ส่วนสถิติเรือประมงไทยนั้นในอดีตไม่ได้แบ่งว่าเรือประเภทใดเป็นเรือประมงพื้นบ้านหรือประมงพาณิชย์ เพียงแต่แบ่งตามขนาดความยาวของเรือ (เมตร) และระวางบรรทุกของเรือ (ตันกรอส) (Fisheries Development Strategy and Policy Division, 2016) จนกระทั่งมีการประกาศใช้ พรก. การประมง พ.ศ. 2558 สถิติเรือประมงไทยปี 2559 จึงได้มีการแบ่งเรือประมงเป็นประมงพื้นบ้านและประมงพาณิชย์ตามนิยามใน พรก. ซึ่งการจัดจำแนกขนาดเรือ ก็เหลือเพียงระวางบรรทุกเรือ โดยตัดการจัดจำแนกโดยความยาวเรือออกไป เรือประมงพื้นบ้าน คือ เรือที่มีขนาดต่ำกว่า 10 ตันกรอส (โดยต้องพิจารณาเครื่องมือและขนาดเครื่องยนต์เรือประกอบ) จำแนกเป็น 2 กลุ่ม คือ เรือขนาดต่ำกว่า 5 ตันกรอส และเรือขนาดตั้งแต่ 5 ตันกรอส แต่ไม่ถึง 10 ตันกรอส (Fisheries Development Strategy and Policy Division, 2017) ภายหลังสถิติเรือประมงไทยตั้งแต่ปีพ.ศ. 2561 ก็ได้เพิ่มการจำแนกเรือประมงพื้นบ้านขึ้นมาอีก 1 กลุ่ม คือ เรือขนาดตั้งแต่ 10 ตันกรอสแต่ไม่ถึง 15 ตันกรอส (Fisheries Development Strategy and Policy Division, 2018)

ส่วนสำนักงานสถิติแห่งชาติที่มีการเก็บข้อมูลกับกลุ่มประมงพื้นบ้านหรือประมงขนาดเล็กก็ยังได้ให้นิยามการทำประมงทะเลขนาดเล็ก หรือ ประมงพื้นบ้าน ว่าหมายถึง *"การทำประมงทะเลด้วยเครื่องมือทำประมงขนาดเล็ก (พื้นบ้าน) ไม่ห่างจากฝั่งมากนักซึ่งเครื่องมือทำประมงที่ใช้ต้องเป็นชนิดที่ไม่ใช้เรือประมงหรือใช้กับเรือไม่มีเครื่องยนต์หรือเรือมีเครื่องยนต์นอกเรือ (เรือหางยาว) หรือใช้กับเรือมีเครื่องยนต์ในเรือที่มีระวางบรรทุกน้อยกว่า 10 ตันกรอสเท่านั้น"* (National Statistical Office of Thailand, 2021)

การเปลี่ยนแปลงคำนิยามและคุณลักษณะของคำว่าประมงพื้นบ้านทางกฎหมายนับตั้งแต่เกิด พรบ. การประมง พ.ศ. 2558 และที่แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2560 จึงมีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบและการรายงานข้อมูลทางสถิติ ซึ่งผู้ใช้ข้อมูลจำเป็นจะต้องเข้าใจให้ชัดเจนก่อนนำข้อมูลทางสถิติเหล่านั้นไปใช้ เพื่อป้องกันความผิดพลาดของการกำหนดนโยบายและแผนพัฒนาทางด้านการประมง

1.2. นิยามและคุณลักษณะสำคัญในมุมมองทางวิชาการและองค์กรต่าง ๆที่เกี่ยวข้อง

จากการตรวจหานิยาม คำจำกัดความ หรือข้อความที่อธิบายคุณลักษณะของประมงพื้นบ้านในเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องนั้น ได้นิยาม คำจำกัดความ หรือข้อความที่อธิบายคุณลักษณะรวมทั้งหมด 55 ข้อความ แล้วจึงวิเคราะห์ข้อความด้วยการคำนวณจำนวนครั้งที่มีการกล่าวถึงคุณลักษณะของประมงพื้นบ้านตามรายการ คุณลักษณะของประมงพื้นบ้านที่พัฒนาจากงานของ Johnson (2006); Carvalho *et al.* (2011) Natale *et al*., 2015; Gibson and Sumaila, 2017; Soltanpour *et al.,* (2017) Davies *et al.* (2018) Rousseau *et al.* (2019) Halim, *et al.* (2019) Smith and Basurto (2019) กอปรกับมีการเพิ่มคุณลักษณะที่มีการกล่าวถึงในเอกสารภาษาไทย จนได้เป็นรายการคุณลักษณะของประมงพื้นบ้าน 46 ข้อ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็นสี่ด้านใหญ่ คือ คุณลักษณะของการทำการประมง (25 ข้อ) คุณลักษณะทางเศรษฐกิจ (9 ข้อ) คุณลักษณะทางสิ่งแวดล้อม (8 ข้อ) และคุณลักษณะทางสังคม (4 ข้อ) โดยคุณลักษณะของการทำการประมงสามารถแบ่งได้เป็น 4 หัวข้อย่อย ดังนี้ เรือ (5 ข้อ) เครื่องยนต์เรือ (5 ข้อ) เครื่องมือประมง (9 ข้อ) และ พื้นที่และระยะเวลาการทำประมง (6 ข้อ) ในขณะที่คุณลักษณะทางเศรษฐกิจแบ่งเป็น 2 หัวข้อย่อย คือ เพื่อยังชีพ และเศรษฐกิจในชุมชน (8 ข้อ) ส่วนคุณลักษณะทางสิ่งแวดล้อมแบ่งได้เป็น 2 หัวข้อย่อย ได้แก่ รักษาสมดุลทรัพยากร และ สร้างผลกระทบต่อระบบนิเวศต่ำ (7 ข้อ) และคุณลักษณะทางสังคมแบ่งเป็น 4 ข้อย่อย คือ จำนวนลูกเรือ แรงงานในครอบครัวเป็นหลัก อาหารในครอบครัว/ชุมชน และคุณค่าทางสังคมและวัฒนธรรม

ผลวิเคราะห์สามารถระบุคุณลักษณะของประมงพื้นบ้านได้ทั้งหมด 297 ครั้ง โดยหมวดหมู่ของคุณลักษณะที่มีการกล่าวถึงมากที่สุด 3 หมวดหมู่แรก คือ เรือ 78 ครั้ง รองลงมาคือ เครื่องมือประมง 71 ครั้ง ตามด้วยเครื่องยนต์ 42 ครั้ง ส่วนหมวดหมู่ที่มีการกล่าวถึงน้อยที่สุด คือ จำนวนแรงงาน 1 ครั้ง (Figure 2)

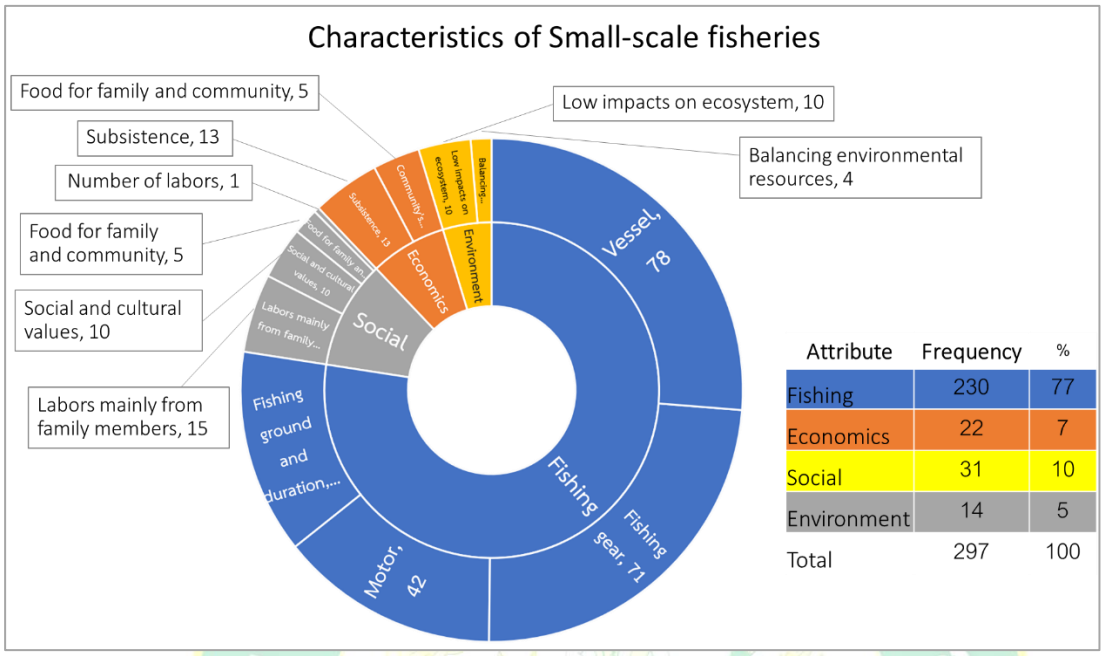

Figure 2 Characteristics of small-scale fisheries

1.3. การเปรียบเทียบนิยามและคุณลักษณะสำคัญของประมงพื้นบ้านก่อนและหลังออกพรก.การประมง พ.ศ.2558

ตามที่ได้กล่าวไว้ในเบื้องต้นว่านิยามตามกฎหมายของประมงพื้นบ้านเพิ่งจะเริ่มปรากฏครั้งแรกใน พรก. การประมง พ.ศ. 2558 งานวิจัยฉบับนี้จึงได้เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์คำนิยาม/คำจำกัดความที่ให้ไว้ก่อนปีพ.ศ. 2559 กับคำนิยาม/คำจำกัดความที่ปรากฏตั้งแต่ปีพ.ศ. 2559 เป็นต้นไป เพื่อดูว่ามีความแตกต่างระหว่างคำนิยามทั้งสองกลุ่มหรือไม่ ซึ่งอาจจะเป็นผลจากการประกาศใช้นิยามตามกฎหมาย แล้วนำมาเปรียบเทียบกับคุณลักษณะที่ใช้ในนิยามตามกฎหมายอีกครั้ง โดยคำนิยาม/คำจำกัดความก่อนปีพ.ศ. 2559 สามารถระบุคุณลักษณะของประมงพื้นบ้านได้ทั้ง 258 ครั้ง ในขณะที่คำนิยาม/คำจำกัดความหลังปีพ.ศ. 2559 สามารถระบุคุณลักษณะของประมงพื้นบ้านได้ทั้ง 34 ครั้ง เนื่องจากทั้งสองช่วงเวลามีจำนวนคำที่ระบุคุณลักษณะของประมงพื้นบ้านไม่เท่ากัน จึงเปรียบเทียบจากสัดส่วนของจำนวนคุณลักษณะแต่ละคุณลักษณะต่อจำนวนคุณลักษณะทั้งหมด

จากการเปรียบเทียบคำนิยาม/คำจำกัดของทั้งสองกลุ่มพบว่า ก่อนปีพ.ศ. 2559 เครื่องมือประมงเป็นคุณลักษณะที่มีการกล่าวถึงมากที่สุด คือ 26% รองลงมาคือ เรือ (22.9%) ในขณะที่คุณลักษณะที่มีการกล่าวถึงมากที่สุดในคำนิยาม/คำจำกัดความหลังปีพ.ศ. 2559 ได้แก่ เรือ (50%) และเครื่องยนต์ (20.6%) นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของจำนวนคุณลักษณะแต่ละคุณลักษณะต่อจำนวนคุณลักษณะทั้งหมดระหว่างสองช่วงเวลาจะพบว่า คำนิยาม/คำจำกัดความหลังปีพ.ศ. 2559 มีความสอดคล้องกับคุณลักษณะในนิยามตามกฎหมาย (ซึ่งใส่เครื่องหมายดอกจันไว้ที่คุณลักษณะ) คือ เป็นคุณลักษณะที่เน้นไปที่ด้านคุณลักษณะของการทำประมง โดยไม่มีการใช้คุณลักษณะด้านสิ่งแวดล้อมและคุณลักษณะด้านสังคม (Figure 3) เมื่อเทียบกับคำนิยาม/คำจำกัดความก่อนปีพ.ศ. 2559 ที่ใช้คุณลักษณะที่มีความหลากหลายมากกว่า ครอบคลุมทั้งด้านคุณลักษณะของการทำประมง ด้านเศรษฐกิจ ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านสังคม

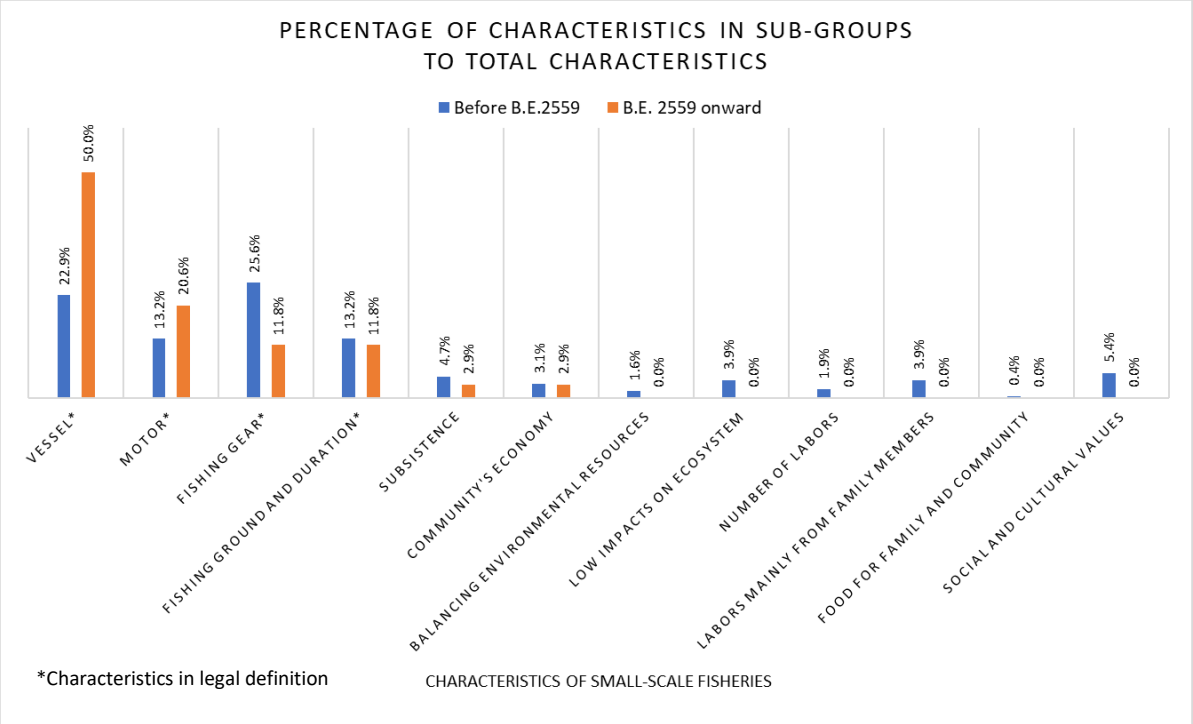

Figure 3 Percentage of characteristics in sub-groups to total characteristics before B.E. 2559 and B.E. 2559 onward

2. การเปรียบเทียบนิยามของประมงพื้นบ้านตามกฎหมายของไทยและประเทศในกลุ่มอาเซียน

2.1. นิยามประมงพื้นบ้านของประเทศในกลุ่มอาเซียน

นิยามคำว่า"ประมงพื้นบ้าน" ของประเทศในอาเซียนมีทั้งความเหมือนและความต่าง (Table 1) โดยเหมือนกันในแง่หมวดหมู่ของคุณลักษณะที่ใช้บรรยายความเป็นประมงพื้นบ้าน เช่น พื้นที่การทำประมงที่มักจะเป็นบริเวณพื้นที่ใกล้ชายฝั่ง หรือใช้เครื่องมือประมง ขนาดเรือหรือเครื่องยนต์เรือมาเป็นตัวกำหนด อย่างไรก็ดี แม้หมวดหมู่ของคุณลักษณะจะมีความคล้ายคลึงกัน แต่ก็มีความหลากหลายในรายละเอียดที่ใช้เป็นเกณฑ์กำหนด เช่น ขนาดของเครื่องยนต์ ซึ่งกัมพูชากำหนดไว้ว่าต้องต่ำกว่า 10 แรงม้า เมียนมาร์ต้องต่ำกว่า 25 แรงม้า[1] เวียดนามไม่เกิน 90 แรงม้า ไทยน้อยกว่า 280 แรงม้า นอกจากนี้ บางประเทศอย่างฟิลิปปินส์ยังกำหนดว่าประมงพื้นบ้านต้องอยู่ภายใต้การบริหารจัดการของหน่วยงานท้องถิ่น (local municipalities) (Halim *et al.*, 2019)

[1] เนื่องจากกฎหมายของเมียนมาร์แบ่งเรือประมงเป็นสองประเภท คือ เรือประมงชายฝั่ง (inshore fleet) และเรือประมงนอกชายฝั่ง (offshore fleet) (Angeles et al., 2019) ไม่มีการกำหนดเรื่องเรือประมงพื้นบ้าน ซึ่งงานวิจัยฉบับนี้ใช้เกณฑ์ของเรือประมงชายฝั่งมาพิจารณาแทน

Table 1 Definitions of small-scale fishery in ASEAN countries

Country	Definitions of Small-Scale Fishery	Reference
Cambodia	Family-scale fishing units, fishing up to depth of 20 m; with engine less than 10 HP. Inland small-scale fisheries would include family fishing with vessels with engine smaller than 5 HP and with length less than 10 m.	FAO and World Fish Center (2008); Halim *et al.* (2019)
Thailand	Fishing operations, with or without vessels, within 3 nautical miles from the coast. It can be set to be between 1.5-12 nautical miles by a ministerial regulation. Fishing vessels must be less than 10 GT and using engine less than 280 HP, not using seven types of fishing gears.	Royal Ordinance on Fisheries B.E. 2558 (2015) and (No.2) B.E. 2560 (2017)
Philippines	Motorised and non-motorised vessels less than 3 GT; operating in coastal area within 15 km from shore and under management of local municipalities. All inland fishing is small-scale.	FAO and World Fish Center (2008); Halim *et al.* (2019)
Malaysia	Fishing with traditional gears (hook-and-line, bag net, trammel net, lift net, and traps)	Halim *et al.* (2019)
Myanmar	Fishing within 10 nautical miles from the shore, on vessels less than 30 feet long and with engine power (if any) of less than 25 HP with 3-5 people on the vessel going out to sea between 1-3 days. Fishing gears used include drift nets, gill nets and longlines	Angeles *et al.* (2019)
Vietnam	Near-shore fisheries without or with vessels operated by owners, and with engines of less than 90 HP. Small-scale fisheries fall under provincial authority. All inland fisheries are small-scale.	FAO and World Fish Center (2008); Halim *et al.* (2019)
Indonesia	Fishing with or without fishing vessel of less than 10 GT; fishing with vessels relying on sail or outboard engines for propulsion	Halim *et al.* (2019)

2.2. การเปรียบเทียบนิยามและคุณลักษณะสำคัญของประมงพื้นบ้านของไทยและประเทศในอาเซียน

เมื่อเปรียบเทียบนิยามและคุณลักษณะสำคัญของประมงพื้นบ้านของประเทศในอาเซียน (Table 2) พบว่า หมวดหมู่ของคุณลักษณะที่ถูกใช้มากที่สุด 3 หมวดหมู่แรก คือ เรือ 6 ประเทศ รองลงมาคือเครื่องยนต์ และพื้นที่และระยะเวลาการทำประมง อย่างละ 5 ประเทศ เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะของประมงพื้นบ้านไทยกับประเทศในอาเซียนพบว่า คุณลักษณะที่ไทยใช้ในนิยามคล้ายกับประเทศสมาชิกอาเซียน คือส่วนใหญ่เป็นการใช้คุณลักษณะของการทำการประมง ในขณะที่มีเพียง 3 ประเทศ คือ กัมพูชา เมียนมา และเวียดนาม ที่ใช้คุณลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม ส่วนคุณลักษณะทางสิ่งแวดล้อม ไม่มีประเทศใดใช้ในคำนิยาม อย่างไรก็ดี นิยามของไทยใช้คุณลักษณะ

ค่อนข้างมากและหลากหลาย คล้ายกับกัมพูชา เมียนมาและเวียดนาม ซึ่งต่างจากมาเลเซียและอินโดนีเซียที่ใช้เพียงไม่กี่คุณลักษณะมากำหนดคำนิยาม

Table 2 Characteristics of small-scale fishery in legal/official definitions from seven ASEAN countries

COUNTRY	CHARACTERISTICS																						SOURCE
	FISHING																						
	Vessel	Either using or not using vessel	Using vessel	Vessel length	Vessel tonnage	**Motor**	Either using or not using engine	Outboard motor	Size of engine	**Fishing gear**	Traditinal, low-tech gear	Ban on certain type of gears	**Fishing ground and duration**	Distance from shore	Coastal/Close to their community	Fishing duration	**Others**	**ECONOMICS**	Subsistence	Owner-operator	**ENVIRONMENT**	**SOCIAL**	Number of crew	Household labor	
Cambodia	**x**		x			**x**			x				**x**				x	**x**	x			**x**		x	FAO & World Fish (2008); Halim et al. (2019)
Indonesia	**x**	x			x	**x**		x																	Halim et al. (2019)
Malaysia										**x**	x														Halim et al. (2019)
Myanmar	**x**		x	x		**x**	x		x	**x**			**x**	x		x						**x**	x		Angeles et al. (2019)
Philippines	**x**		x		x								**x**	x	x		x								FAO & World Fish (2008); Halim et al. (2019)
Thailand	**x**	x			x	**x**			x	**x**		x	**x**	x	x										Royal Ordinance on Fisheries B.E. 2558 and B.E. 2560
Vietnam	**x**	x				**x**			x				**x**		x			**x**		x					FAO & World Fish (2008); Halim et al. (2019)

วิจารณ์ผลการวิจัย

กฎหมายไทยได้ให้คำนิยามของประมงพื้นบ้านโดยใช้คุณลักษณะด้านพื้นที่ทำการประมง(ชายฝั่ง) ขนาดบรรทุกของเรือประมง (น้อยกว่า 10 ตันกรอส) ขนาดเครื่องยนต์เรือ (น้อยกว่า 280 แรงม้า) และเครื่องมือประมง (ไม่ใช้เครื่องมือประมงพาณิชย์ 7 ประเภท) ในขณะที่คำนิยามหรือคำจำกัดจากมุมทางวิชาการของไทยให้ความสำคัญคุณลักษณะที่เกี่ยวกับเครื่องมือประมง ขนาดเรือ และเครื่องยนต์ อย่างไรก็ตาม เมื่อนำคำนิยาม/คำจำกัดความที่ให้ไว้ก่อนปีพ.ศ. 2559 กับคำนิยาม/คำจำกัดความที่ปรากฏตั้งแต่ปีพ.ศ. 2559 เป็นต้นไปมาเปรียบเทียบกันก็พบว่าคำนิยาม/คำจำกัดความหลังปีพ.ศ. 2559 มีความสอดคล้องกับคุณลักษณะในนิยามตามกฎหมาย โดยเน้นไปที่ด้านคุณลักษณะของการทำประมง โดยไม่มีการใช้คุณลักษณะด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม ส่วนคำนิยามและคุณลักษณะสำคัญของประมงพื้นบ้านของประเทศต่าง ๆ ในอาเซียนมีทั้งความเหมือนและความต่าง โดยเหมือนกันในแง่หมวดหมู่ของคุณลักษณะที่ใช้บรรยายความเป็นประมงพื้นบ้าน หมวดหมู่ของคุณลักษณะที่ถูกใช้มากที่สุด 3 หมวดหมู่แรก คือ เรือ รองลงมาคือเครื่องยนต์ และพื้นที่และระยะเวลาการทำประมง อย่างไรก็ดี แม้หมวดหมู่ของคุณลักษณะจะมี

ความคล้ายคลึงกัน แต่ก็มีความหลากหลายในรายละเอียดที่ใช้เป็นเกณฑ์กำหนด นอกจากนี้ ทั้ง 7 ประเทศ ไม่มีประเทศใดใช้คุณลักษณะทางสิ่งแวดล้อมในคำนิยาม มีเพียง 3 ประเทศ คือ กัมพูชา เมียนมาและเวียดนาม ที่ใช้คุณลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมเป็นส่วนประกอบในคำนิยาม ดังนั้น ในอนาคต หากประเทศสมาชิกอาเซียนต้องการจะจัดตั้งนโยบายประมงร่วมอาเซียนอาจจะต้องพิจารณาถึงลักษณะที่แตกต่างของประมงพื้นบ้านในประเทศสมาชิกด้วย รวมถึงอาจจะพิจารณานำคุณลักษณะทางสังคมและสิ่งแวดล้อมเข้ามาเป็นตัวกำหนดนิยามของประมงพื้นบ้าน หากต้องการให้เกิดการทำประมงอย่างรับผิดชอบและยั่งยืนในภูมิภาคนี้

นอกจากนี้ เมื่อวิเคราะห์นิยามของประมงพื้นบ้านทั้งของไทยและของประเทศสมาชิกอาเซียน รวมถึงคุณลักษณะที่ใช้ในแวดวงวิชาการไทยจะพบว่าคุณลักษณะที่ใช้มีทั้งแบบที่บรรยายลักษณะของประมงพื้นบ้าน เช่น ใช้เครื่องมือที่เลือกจับสัตว์ ทำการประมงใกล้ชายฝั่ง หรือ ใช้แรงงานในครัวเรือน กับคุณลักษณะที่มีเกณฑ์ที่ใช้จำแนกว่าใช่หรือไม่ใช่ประมงพื้นบ้านอย่างชัดเจน อาทิ ขนาดบรรทุกเรือน้อยกว่า 10 ตันกรอส หรือ เครื่องยนต์เรือมีขนาดต่ำกว่า 280 แรงม้า ซึ่ง Rousseau *et al.* อธิบายว่าเป็นคุณลักษณะแบบการชี้ขาด (decisive) ซึ่งเป็นการระบุเกณฑ์ที่ชี้ชัดไปเลยว่าอะไรใช่หรือไม่ใช่สิ่งนั้น มีจุดตัด (cut-off point) ที่แน่นอน มีทั้งที่เป็นการระบุเกณฑ์ว่าอะไรไม่ใช่ (by exclusion) เช่น การระบุว่าประมงพื้นบ้านจะต้องไม่ใช้เครื่องมือประมงพาณิชย์เจ็ดประเภทของไทย และการใช้หนึ่งหรือหลายเกณฑ์มากำหนด (single or multi-field criteria) เช่นการใช้ขนาดบรรทุก หรือขนาดเครื่องยนต์มาเป็นตัวกำหนด (2019) ซึ่งการใช้คำนิยามที่มีลักษณะชี้ขาดแบบนี้ช่วยให้การบริหารจัดการประมงเป็นไปได้โดยสะดวกเพราะมีเกณฑ์ที่ชัดเจนไม่ต้องอาศัยการตีความจากเจ้าหน้าที่เกี่ยวข้อง

เอกสารอ้างอิง

Angeles, M. B., Barbesgaard, M., and Franco, J. 2019. Trends in smallscale fishery in Myanmar: Tenure rights and gender in Mon State and Tanintharyi Division. Transnational Institute.

Carvalho, N., Edwards-Jones, G., and Isidro, E. 2011. Defining scale in Fisheries: Small versus large-scale fishing operations in the Azores. Fisheries Research 109(2-3): 360-369.

Chantarawarathit, C. 2018. Development of ASEAN Common Fisheries Policy. Fisheries Foreign Affairs Division. Department of Fisheries. Bangkok. [in Thai]

Davies, P., Williams, C., Carpenter, G., and Stewart, B. D. 2018. Does size matter? Assessing the use of vessel length to manage fisheries in England. Marine Policy 97: 202-210.

Department of Fisheries. 2017. Notification of Ministry of Agriculture and Cooperatives Re: Requirement of all fishing vessels with utilizing certain fishing gears to be commercial fisheries B.E. 2560. Royal Thai Government Gazette. 134.(Pt. 321 Ngor(Special issue)): 25. [in Thai]

Department of Fisheries. 2016. Notification of Ministry of Agriculture and Cooperatives Re: Requirement of motorized fishing vessels with the size of horsepower as announced by the Minister to be commercial fisheries B.E.2559. Royal Thai Government Gazette 133.(Pt. 107 Ngor(Special issue)): 5. [in Thai]

FAO. 2020. Making a difference for food security and nutrition: FAO and the Committee on World Food Security (CFS) instruments for sustainable small-scale fisheries food systems. FAO. Rome

FAO and World Fish Center. 2008. Small-scale capture fisheries – a global overview with emphasis on developing countries. A preliminary report of the Big Numbers Project.

Fisheries Development Policy and Planning Division. 2022a. Thai Fishing Vessels Statistics 2022. Department of Fisheries. Bangkok. [in Thai]

Fisheries Development Policy and Planning Division. 2022b. Marine Capture Production of Commercial Fisheries 2021. Department of Fisheries. Bangkok. [in Thai]

Fisheries Development Policy and Planning Division. 2022c. Statistics of Marine Capture of Artisanal Fisheries 2021. Department of Fisheries. Bangkok. [in Thai]

Fisheries Development Strategy and Policy Division. 2016. Thai Fishing Vessels Statistics 2015. Department of Fisheries. Bangkok. [in Thai]

Fisheries Development Strategy and Policy Division. 2017. Thai Fishing Vessels Statistics 2016. Department of Fisheries. Bangkok. [in Thai]

Fisheries Development Strategy and Policy Division. 2018. Thai Fishing Vessels Statistics 2017. Department of Fisheries. Bangkok. [in Thai]

Fisheries Statistics Analysis and Research Group. 2017. Fishing Community Production Survey in 2015. Department of Fisheries. Bangkok. [in Thai]

Fisheries Statistics Analysis and Research Group. 2018. Statistics of Aquatic Animals Catch from Artisanal Fishing 2016. Department of Fisheries. Bangkok. [in Thai]

Fisheries Statistics Sub-Division. 1986. Fishing Record of Thailand 1984. Department of Fisheries. Bangkok. [in Thai]

Gibson, D., and Sumaila, U. R. 2017. Determining the degree of 'small-scaleness' using fisheries in British Columbia as an example. Marine Policy 86: 121-126.

Halim, A., Wiryawan, B., Loneragan, N. R., Hordyk, A., Sondita, M. F., White, A. T., Koeshendrajana, S., Ruchimat, T., Pomeroy, R. S., and Yuni, C. 2019. Developing a functional definition of small-scale fisheries in support of marine capture fisheries management in Indonesia. Marine Policy 100: 238-248.

Johnson, D. S. 2006. Category, narrative, and value in the governance of small-scale fisheries. Marine Policy 30.(6): 747-756.

Natale, F., Carvalho, N., and Paulrud, A. 2015. Defining small-scale fisheries in the EU on the basis of their operational range of activity The Swedish fleet as a case study. Fisheries Research 164: 286-292.

National Statistical Office of Thailand. 2021. Concepts and Definitions. In Small-Scale Fisheries Household's Income Survey. [in Thai]

Rousseau, Y., Watson, R. A., Blanchard, J. L., and Fulton, E. A. 2019. Defining global artisanal fisheries. Marine Policy. 108: 1-8.

Royal Ordinance on Fisheries (No.2) B.E. 2560. 2017. Royal Thai Government Gazette. 134.(Pt. 67 Gnor): 2. [in Thai]

Royal Ordinance on Fisheries B.E. 2558. 2015. Royal Thai Government Gazette. 132.(Pt. 108 Gnor): 3-4. [in Thai]

Smith, H., and Basurto, X. 2019. Defining Small-Scale Fisheries and Examining the Role of Science in Shaping Perceptions of Who and What Counts: A Systematic Review. Frontiers in Marine Science 6(236): 1-19.

Soltanpour, Y., Monaco, C., and Peri, I. 2017. Defining Small-Scale Fisheries from a Social Perspective. Quality - Access to Success 18: 425-430.

Sumaila, U. R. 2017. Small-scale fisheries and subsidies disciplines: Definitions, catches, revenues, and subsidies. International Centre for Trade and Sustainable Development (ICTSD). Geneva. pp. 9.

MAEJO UNIVERSITY
FACULTY OF FISHERIES TECHNOLOGY AND AQUATIC RESOURCES

การหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำปลานิลแดดเดียวด้วยโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยวิธีพื้นที่ผิวตอบสนอง

Optimization of Nile Tilapia Drying Using Solar Green House by Response Surface Methodology

ปรียา สาพา[1], ปริฉัตร ปรากฏรัตน์[1] และ นงพงา แสงเจริญ[1*]

Preeya Sapa[1], Parichat Prakotrat[1] and Nongpanga Sangcharoen[1*]

[1]คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

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

*Corresponding author: nongpanga_sc@mju.ac.th

Received: May 9, 2023

Revised: Sep 14, 2023

Accepted: Sep 25, 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำปลานิลแดดเดียวด้วยโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยวิธีพื้นที่ผิวตอบสนอง (RSM) และออกแบบการทดลองแบบ Box-Behnken Design ตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้แก่ (1) ขนาดของปลา (X_1) คือ 200, 300 และ 400 กรัม/ตัว (2) ความเข้มข้นของน้ำเกลือ (X_2) คือ 0, 5 และ 10% (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) และ (3) ระยะเวลาในการทำแห้ง (X_3) คือ 5, 6 และ 7 ชั่วโมง ผลการศึกษาจากกราฟพื้นที่ผิวตอบสนองพบว่า เมื่อระยะเวลาในการทำแห้งเพิ่มขึ้นปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียวลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) ในขณะที่เมื่อขนาดของปลาและความเข้มข้นของน้ำเกลือเพิ่มขึ้นปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียวเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ (p>0.05) ปลานิลแดดเดียวที่ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสจำนวน 30 คนให้การยอมรับมากที่สุดคือปลานิลที่ผ่านการทำเค็มและมีขนาด 300 และ 400 กรัม/ตัว ทำให้สภาวะที่เหมาะสมในการทำปลานิลแดดเดียวคือ ใช้ปลานิลขนาด 400 กรัม น้ำเกลือความเข้มข้น 1.8% และระยะเวลาในการทำแห้ง 5.3 ชั่วโมง ซึ่งจะทำให้ปลานิลแดดเดียวที่ได้มีความชื้นเท่ากับ 80.87% อย่างไรก็ตาม เพื่อให้ปลานิลแดดเดียวที่ได้มีปริมาณความชื้นตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลาแดดเดียว (มผช. 298/2549) กำหนดคือไม่เกิน 65% จะต้องใช้ระยะเวลาในการทำแห้งมากกว่า 8.2 ชั่วโมง ซึ่งคำนวณจากสมการที่ได้จากการทดลอง

คำสำคัญ : ปลานิลแดดเดียว, โรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์, พื้นที่ผิวตอบสนอง

Abstract

This research aims to optimize the condition for Nile tilapia drying using solar green house by response surface methodology (RSM) and Box-Behnken Design. The independent variable factors included (1) fish size (X_1): 200, 300, and 400 g/body (2) brine concentration (X_2): 0, 5, and 10% (w/v) and (3) drying time (X_3): 5, 6, and 7 hr. The results from the response surface revealed that when the drying time increased, the moisture content of semi-dried fish significantly decreased ($p<0.05$). Whereas when the fish size and brine concentration increased, the moisture content of semi-dried fish non-significantly increased ($p>0.05$). The sensory evaluation showed that 30 panelists accepted salted with 300 and 400 g/body of semi-dried Nile tilapia. The optimum condition for semi-dried Nile tilapia was 400 g/body, 1.8%, and 5.3 hr for fish size, brine concentration, and drying time, respectively. Under this condition, the moisture content of semi-dried Nile tilapia was 80.87%. However, to control the moisture content of semi-dried Nile tilapia specified by the Thai Community Product Standards for Dried Fish (no. 298/2006) not more than 65%, the drying time was longer than 8.2 hr.

Keywords : Semi-dried Nile tilapia, Solar green house, Response surface methodology

บทนำ

ปลานิลเป็นปลาน้ำจืดที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจของไทย เนื่องจากสามารถสร้างอาชีพและรายได้ให้แก่เกษตรกรผู้ประกอบอาชีพการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้เป็นอย่างดี มีการเพาะเลี้ยงมากที่สุดในกลุ่มสัตว์น้ำจืด ข้อมูลสถิติการเพาะเลี้ยงปลานิล ปี พ.ศ. 2564 พบว่ามีปริมาณผลผลิต 253,489 ตัน คิดเป็นมูลค่า 11,722 ล้านบาท เนื้อที่เลี้ยง 528,293 ไร่ ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ 480 กิโลกรัม จำแนกเป็นปริมาณผลผลิตจากการเพาะเลี้ยง 218,329 ตัน คิดเป็น 91.92% ของผลผลิตทั้งหมด และผลผลิตจากการจับตามธรรมชาติ 19,181 ตัน คิดเป็น 8.08% ของผลผลิตทั้งหมด ปริมาณผลผลิตปลานิลที่ผลิตได้ส่วนใหญ่นำมาบริโภคภายในประเทศ 96.58% และส่งออกเล็กน้อย (3.42%) (Nooritthi and Boonake, 2023) การบริโภคปลานิลภายในประเทศ ส่วนใหญ่เป็นการบริโภคสด (89%) ที่เหลือเป็นการนำมาแปรรูปโดยการทำเค็มและตากแห้ง (5%) นึ่งหรือย่าง (3%) และการแปรรูปในรูปอื่น ๆ (3%) เช่น ปลาร้า ปลาเจ่า (Inland Fisheries Research and Development Division, 2010) สำหรับการผลิตปลานิลแดดเดียวพบว่าวิธีการที่นิยมใช้คือการตากโดยใช้แสงอาทิตย์ เนื่องจากมีต้นทุนในการผลิตต่ำ แต่มักพบปัญหาด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ เช่น มีการปนเปื้อนของแมลง ไข่แมลงวัน และฝุ่นละออง แสงแดดไม่เพียงพอโดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน (Tantipongarpa *et al.*, 2022) วิธีการหนึ่งที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าวคือการตากในโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก หรือพาราโบล่าโดม (parabola dome) ซึ่งเป็นระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่ประกอบด้วยโครงเหล็กโค้งเป็นรูปพาราโบล่ายึดติดบนพื้นคอนกรีตและปิดคลุมด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนต ด้านหน้ามีประตูทางเข้าและช่องอากาศไหลเข้า ส่วนด้านหลังมีประตูทางออกและพัดลมระบายอากาศที่ทำงานโดยใช้ไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ หากเป็นระบบขนาดใหญ่จะมีท่ออากาศจากเครื่องเผาไหม้แก๊ส (LPG gas burner) เพื่อให้ความร้อน

เสริม ซึ่งระบบความร้อนเสริมนี้จะติดตั้งอยู่นอกระบบอบแห้งทางด้านหลังโดยมีหลังคาคลุม (Mahayothee and Boonrawd, 2018) โรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกนี้จะใช้หลักการไหลเวียนอากาศร้อน เพื่อระบายความชื้นด้วยวิธีธรรมชาติ กล่าวคือ เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบระบบอบแห้งจะส่งผ่านไปยังผลิตภัณฑ์ที่อยู่บนชั้นวาง บางส่วนจะตกกระทบพื้นของระบบอบแห้ง ทำให้ภายในระบบอบแห้งมีอุณหภูมิสูงขึ้น และแผ่รังสีอินฟราเรดออกมา แต่เนื่องจากรังสีอินฟราเรดเป็นรังสีคลื่นยาวซึ่งส่วนมากไม่สามารถผ่านแผ่นโพลีคาร์บอเนตออกไปภายนอกได้ จึงถูกกักเก็บอยู่ภายในระบบอบแห้ง อุณหภูมิภายในส่วนอบแห้งจึงสูงขึ้น ทำให้น้ำในผลิตภัณฑ์ระเหยออกมา และถูกพัดลมดูดอากาศด้านหลังของระบบอบแห้งดูดออกไปภายนอก อากาศแวดล้อมจะไหลผ่านช่องอากาศด้านหน้าเข้ามาแทนที่ ความชื้นของผลิตภัณฑ์จึงค่อย ๆ ลดลง ทำให้ผลิตภัณฑ์แห้งเร็วกว่าการตากแดดตามธรรมชาติ นอกจากนี้ยังไม่มีปัญหาเรื่องแมลงรบกวนและการปนเปื้อนของฝุ่นละออง หรือการเปียกน้ำฝนด้วย (Mahayothee *et al.*, 2022) อย่างไรก็ตามการใช้งานโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกควรต้องมีการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมด้วยเทคนิคหนึ่งที่นิยมใช้คือวิธีพื้นที่ผิวตอบสนอง (response surface methodology; RSM) ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้เทคนิคทางสถิติและคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพในการหาสภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการผลิต การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือปรับปรุงผลิตภัณฑ์เดิม (Mahae *et al.*, 2015) สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้ดี โดย RSM สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น คือปัจจัยต่าง ๆ ต่อตัวแปรตาม คือค่าตอบสนอง (response variable) ค่าตอบสนองเป็นค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ เช่น ผลผลิต (yield) ค่าความแข็ง คะแนนความชอบ ระดับความเข้ม (ทางประสาทสัมผัส) เป็นต้น โดยจะแสดงให้เห็นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าการตอบสนอง เมื่อระดับของปัจจัยมีการเปลี่ยนแปลง และสามารถหาระดับของปัจจัยที่เหมาะสม (optimum value) ที่จะทำให้ได้ค่าตอบสนองที่ดีที่สุด หรือสามารถเลือกจุดที่เหมาะสมได้จากค่าตอบสนองหลาย ๆ ค่าได้ โดยในการศึกษาหาความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและค่าตอบสนองจะต้องมีการวางแผนและออกแบบการทดลองให้เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล (Box *et al.*, 2005) การออกแบบการทดลองที่นิยม ได้แก่ Central composite design (CCD) และ Box-Behnken design (BBD) สำหรับ CCD เป็นแผนการทดลองที่ดัดแปลงมาจากการจัดสิ่งทดลองแบบแฟคทอเรียล ซึ่งเป็นการเพิ่มสิ่งทดลองระหว่างระดับของปัจจัย แต่เป็นการลดสิ่งทดลอง เช่น ถ้าในการทดลองมี 3 ปัจจัย แต่ละปัจจัยมี 3 ระดับ หากจัดสิ่งทดลองแบบ 3^3 factorial design จะได้สิ่งทดลองทั้งหมด 27 สิ่งทดลอง ในขณะที่แผนการทดลอง CCD 3 ปัจจัย จะมีระดับของปัจจัยเท่ากับ 5 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำ (-1) ระดับกลาง (0) ระดับสูง (+1) ระดับลบแอลฟา ($-\alpha$) และระดับบวกแอลฟา ($+\alpha$) และมีสิ่งทดลองทั้งหมด $2^3+(2\times3+1)$ โดยที่เทอม (2n+1) เป็นจุดพิเศษที่เพิ่มขึ้นมา และเพิ่มการทดลองที่จุดตรงกลาง 3 ถึง 5 ซ้ำ จะได้เท่ากับ 17 ถึง 20 สิ่งทดลอง ส่วน BBD เป็นการออกแบบที่คล้ายกับ CCD แต่ต่างกันที่จุดบนแกนจะอยู่ในระนาบเดียวกับจุดที่เป็น factorial และทำซ้ำที่จุดกึ่งกลาง แต่ละปัจจัยมี 3 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำ (-1) ระดับกลาง (0) และระดับสูง (+1) BBD จึงมีจำนวนครั้งในการทดลองที่ลดลง รวมถึงมีต้นทุนที่ถูกกว่าเมื่อเทียบกับการออกแบบการทดลองแบบ CCD งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำปลานิลแดดเดียวด้วยโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้วิธีพื้นที่ผิวตอบสนอง (response surface methodology; RSM) โดยนำมาใช้ร่วมกับการออกแบบการทดลองแบบ Box-Behnken design (BBD) ต่อปริมาณความชื้นและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของปลานิลแดดเดียว

วิธีการดำเนินงาน

1. การเตรียมปลานิล

นำปลานิลที่มีขนาด 200, 300 และ 400 (±25) กรัมต่อตัว มาขอดเกล็ด ตัดหัว ควักไส้ ตัดครีบและหาง และบั้งทั้งสองด้าน ล้างด้วยน้ำสะอาด กำจัดกลิ่นคาวและกลิ่นโคลนของปลานิลโดยแช่ในน้ำเกลือความเข้มข้น 4% (โดยน้ำหนัก) ด้วยอัตราส่วนปลาต่อน้ำเกลือเท่ากับ 1:1 (โดยน้ำหนัก) เป็นเวลา 10 นาที เมื่อครบเวลาล้างปลาด้วยน้ำสะอาด ทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำ

2. การออกแบบการทดลองด้วยวิธีพื้นที่ผิวตอบสนองร่วมกับการออกแบบการทดลองแบบ Box-Behnken Design

ออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งปลานิลด้วยโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้วิธีพื้นที่ผิวตอบสนอง (RSM) ร่วมกับการออกแบบการทดลองแบบ Box-Behnken Design ที่มี 3 ตัวแปร คือ ขนาดของปลา (X_1) ความเข้มข้นของน้ำเกลือ (X_2) และระยะเวลาในการทำแห้ง (X_3) แต่ละตัวแปรมี 3 ระดับ คือ ระดับต่ำ (-1) ระดับกลาง (0) และระดับสูง (1) ดังแสดงใน Table 1 และมีการทดลองซ้ำที่ตำแหน่งกึ่งกลางจำนวน 3 ซ้ำ รวมทั้งสิ้น 15 ชุดการทดลอง ดัง Table 2 ผลิตปลานิลแดดเดียวตามสภาวะที่กำหนดในแต่ละชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ โดยนำปลานิลที่ตัดแต่งแล้วในข้อ 1 แช่น้ำเกลือในอัตราส่วนปลาต่อน้ำเกลือเท่ากับ 1:1 โดยน้ำหนัก เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำขึ้นทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำเข้าตากในโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ กลับปลาทุก ๆ 1 ชั่วโมง

Table 1 Experimental ranges and level of independent variables in the experimental design

Factors	Level		
	-1	0	1
X_1 : Fish size (g/body)	200	300	400
X_2 : Salt concentration (%, w/w)	0	5	10
X_3 : Drying time (hr)	5	6	7

Table 2 Experimental design for Nile tilapia drying using the Box-Behnken Design

Treatment	Coded values			Uncoded values		
	X_1	X_2	X_3	Fish size (g/body)	Salt concentration (%)	Drying time (hr)
1	-1	-1	0	200	0	6
2	1	-1	0	400	0	6
3	-1	1	0	200	10	6
4	1	1	0	400	10	6
5	-1	0	-1	200	5	5
6	1	0	-1	400	5	5

Table 2 Continue.

Treatment	Coded values			Uncoded values		
	X_1	X_2	X_3	Fish size (g/body)	Salt concentration (%)	Drying time (hr)
7	-1	0	1	200	5	7
8	1	0	1	400	5	7
9	0	-1	-1	300	0	5
10	0	1	-1	300	10	5
11	0	-1	1	300	0	7
12	0	1	1	300	10	7
13	0	0	0	300	5	6
14	0	0	0	300	5	6
15	0	0	0	300	5	6

3. การทดสอบทางประสาทสัมผัสและการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในปลานิลแดดเดียว

3.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัสปลานิลแดดเดียว

นำปลานิลแดดเดียวมาทอดในน้ำมันปาล์ม โดยใช้ไฟปานกลางเพื่อไม่ให้บริเวณผิวหนังของปลาแห้งกรอบ ใช้ระเวลาในการทอดประมาณ 10 นาที สะเด็ดน้ำมัน แกะเนื้อปลาเป็น 2 ซีก แล้วตัดเป็นชิ้นให้มีขนาดใกล้เคียงกันเพื่อนำเสนอให้กับผู้ทดสอบ โดยผู้ทดสอบแต่ละคนจะได้ชิ้นปลาส่วนเดียวกันจากทุกชุดการทดลอง ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลานิลแดดเดียวทั้ง 15 ชุดการทดลอง ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวม โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ใช้แบบประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสแบบ 9-point hedonic scale โดยมีระดับความชอบคือ 1 ไม่ชอบมากที่สุด 2 ไม่ชอบมาก 3 ไม่ชอบปานกลาง 4 ไม่ชอบเล็กน้อย 5 เฉย ๆ 6 ชอบเล็กน้อย 7 ชอบปานกลาง 8 ชอบมาก และ 9 ชอบมากที่สุด เนื่องจากตัวอย่างปลานิลแดดเดียวมีจำนวนมาก จึงแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ครั้ง ๆ ละ 5 ชุดการทดลอง โดยใช้ผู้ทดสอบกลุ่มเดียวกัน นำผลการทดสอบที่ได้มาคำนวณและแสดงผลเป็นค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.2 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในปลานิลแดดเดียว

นำตัวอย่างปลานิลแดดเดียวทั้ง 15 ชุดการทดลองมาหาความชื้นด้วยวิธี AOAC (2005) โดยอบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2-3 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ในโถดูดความชื้น หลังจากนั้นชั่งหาน้ำหนัก (ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ดำเนินการซ้ำจนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกัน ไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม หลังจากนั้นชั่งตัวอย่างปลาที่สับละเอียดให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ประมาณ 3-5 กรัม ใส่ลงในภาชนะหาความชื้นซึ่งทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว นำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ในโถดูดความชื้น หลังจากนั้นชั่งหาน้ำหนัก แล้วอบซ้ำอีกครั้ง ๆ ละประมาณ 30 นาที และ

ทำเช่นเดิมจนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม นำมาคำนวณหาปริมาณความชื้นจากสมการที่ (1)

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{(W1 - W2)}{W2} \times 100 \quad \text{----- (1)}$$

โดย W1 = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W2 = น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

4. การวิเคราะห์ผลทางสถิติเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำปลานิลแดดเดียวด้วยโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยวิธีพื้นที่ผิวตอบสนอง

การวิเคราะห์ผลทดลองที่ออกแบบด้วยวิธีพื้นที่ผิวตอบสนองร่วมกับการออกแบบการทดลองแบบ Box-Behnken Design แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R-square) และการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) (Mahae *et al*., 2015) นำค่าที่ได้มาสร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลของตัวแปรที่ศึกษา คือ ขนาดของปลานิล ความเข้มข้นของน้ำเกลือ และระยะเวลาในการทำแห้ง ต่อปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียว ดังสมการที่ (2)

$$Y = \beta_0+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\beta_3X_3+\beta_{11}X_1^2+\beta_{22}X_2^2+\beta_{33}X^2+\beta_{12}X_1X_2+\beta_{13}X_1X_3+\beta_{23}X_2X_3 \quad \text{----- (2)}$$

โดยที่ Y คือ ปริมาณความชื้น (%) ของปลานิลแดดเดียว X_1 คือ ขนาดของปลานิล X_2 คือ ความเข้มข้นของน้ำเกลือ และ X_3 คือ ระยะเวลาในการทำแห้ง ส่วนค่า β คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (regression coefficients)

นำสมการที่ได้มาสร้างกราฟพื้นผิวตอบสนอง (response surface plot) ที่แสดงค่าปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียวในแนวแกนตั้งและแสดงระดับของขนาดปลานิล ความเข้มข้นของน้ำเกลือ และระยะเวลาในการทำแห้งในแนวระนาบ และสร้างกราฟโครงร่าง (contour plot) ที่แสดงค่าปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียวกับระดับของขนาดปลานิล ความเข้มข้นของน้ำเกลือ และระยะเวลาในการทำแห้ง หลังจากนั้นหาค่าปัจจัยที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการทำแห้งปลานิล โดยใช้ฟังก์ชัน response optimizer ในโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติซึ่งเป็นฟังก์ชันที่ใช้หาค่าที่เหมาะสมที่สุดของแต่ละปัจจัย

ผลการดำเนินงาน

1. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสปลานิลแดดเดียว

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปลานิลแดดเดียวที่ผลิตด้วยโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมมากที่สุด (p<0.05) ในปลานิลแดดเดียวจากชุดการทดลองที่ 15 ซึ่งมีขนาดของปลานิล 300 กรัม/ตัว ความเข้มข้นของน้ำเกลือ 5% และระยะเวลาในการทำแห้ง 6 ชั่วโมง โดยมีคะแนนความชอบเฉลี่ยในแต่ละด้านเท่ากับ 7.8, 7.8, 7.0, 7.2, 7.5 และ 7.8 ตามลำดับ ส่วนปลานิลแดดเดียวที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบน้อยที่สุด (p<0.05) คือปลานิลแดดเดียวจากชุดการทดลองที่ 1 ซึ่งมีขนาดของปลานิล 200 กรัม/ตัว ความเข้มข้นของน้ำเกลือ 0% และระยะเวลาในการทำแห้ง 6 ชั่วโมง โดยมีคะแนนความชอบเฉลี่ยในแต่ละด้านเท่ากับ 6.4, 6.8, 6.5, 5.4, 5.2 และ 5.9 ตามลำดับ ผู้ทดสอบระบุว่าปลานิลแดดเดียวจากชุดการทดลองที่ 15 มีความเค็มปานกลาง เนื้อสัมผัสนุ่ม ไม่แห้งหรือแฉะเกินไป ในขณะที่ปลานิลแดดเดียวจากชุดการทดลองที่ 1 มีรสจืด ลักษณะปรากฏเป็นแผ่นบาง เนื้อสัมผัสแข็งและเหนียว ทั้งนี้เนื่องจากปลานิลแดดเดียวจากชุดการทดลองที่ 1 ใช้ปลานิลที่มีขนาดเล็กที่สุดคือ 200 กรัม/ตัว จึงทำให้เนื้อปลาแห้งมากกว่าปลานิลแดดเดียวที่ผลิตจากปลาที่มีขนาด 300 และ 400 กรัม/ตัว (Table 3) นอกจากนี้ หากพิจารณาจากคะแนนความชอบรวม พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบรวมมากกว่าหรือเท่ากับ 7 คะแนน ในตัวอย่างปลานิลแดดเดียวที่ผลิตจากปลานิลมีขนาด 300 กรัม/ตัว ที่ผ่านการทำเค็มด้วยน้ำเกลือที่มีความเข้มข้น 5% และ 10% และปลานิลที่มีขนาด 400 กรัม/ตัว ที่ผ่านการทำเค็มด้วยน้ำเกลือที่มีความเข้มข้น 5%

Table 3 Sensory properties of the semi-dried Nile tilapia using solar green house

Treatment	Fish size (g/body)	Salt concentration (%)	Drying time (hr)	Sensory scores (Mean ± SD)					
				Appearance	Color	Odor	Texture	Taste	Overall
1	200	0	6	6.4±1.5^{d}	6.8±1.3^{b}	6.5±1.5^{ab}	5.4±1.8^{e}	5.2±2.0^{fg}	5.9±1.8^{e}
2	400	0	6	7.0±1.3^{abcd}	7.0±1.3^{ab}	6.2±1.2^{b}	5.6±1.9^{de}	5.0±1.9^{g}	5.9±1.7^{e}
3	200	10	6	6.6±1.5^{bcd}	7.2±1.6^{ab}	6.6±1.7^{ab}	6.6±1.6^{abc}	6.0±1.9^{def}	6.5±1.6^{cde}
4	400	10	6	7.0±1.3^{abcd}	7.4±1.1^{ab}	7.3±1.1^{a}	6.2±1.6^{bcd}	6.4±1.9^{cde}	6.9±1.4^{bcd}
5	200	5	5	6.5±1.6^{cd}	6.8±1.3^{b}	6.7±1.7^{ab}	6.7±1.3^{abc}	6.9±1.5^{abcd}	6.9±1.0^{bcd}
6	400	5	5	7.4±1.4^{ab}	7.5±1.2^{a}	7.0±1.2^{ab}	6.5±1.4^{abcd}	6.9±1.7^{abc}	7.2±1.1^{abc}
7	200	5	7	7.0±1.5^{abcd}	7.0±1.5^{ab}	6.4±1.6^{ab}	5.9±1.6^{cde}	6.5±1.5^{bcd}	6.6±1.4^{cde}
8	400	5	7	7.4±1.6^{a}	7.5±1.4^{ab}	7.0±1.5^{ab}	7.0±1.0^{ab}	7.0±1.4^{abc}	7.2±1.2^{abc}
9	300	0	5	7.2±1.6^{abc}	7.2±1.5^{ab}	6.4±1.7^{ab}	6.6±1.5^{abc}	5.5±1.6^{efg}	6.3±1.4^{de}
10	300	10	5	7.6±1.4^{a}	7.6±1.5^{a}	7.1±1.4^{a}	6.9±1.9^{ab}	6.7±1.7^{abcd}	7.1±1.6^{abc}
11	300	0	7	7.2±1.5^{abc}	7.7±1.3^{a}	6.6±1.8^{ab}	6.4±1.7^{abcd}	6.3±1.5^{cde}	6.6±1.3^{cde}
12	300	10	7	7.5±1.4^{a}	7.5±1.3^{a}	7.1±1.3^{a}	7.1±1.4^{a}	6.9±1.8^{abcd}	7.2±1.3^{abc}
13	300	5	6	7.5±1.2^{a}	7.7±1.1^{a}	7.0±1.6^{ab}	7.1±1.4^{ab}	7.4±1.3^{ab}	7.6±1.2^{ab}
14	300	5	6	7.5±1.4^{a}	7.7±1.2^{a}	7.0±1.4^{ab}	7.2±1.5^{a}	7.2±1.3^{abc}	7.2±1.4^{abc}
15	300	5	6	7.8±1.3^{a}	7.8±1.2^{a}	7.0±1.7^{ab}	7.2±1.4^{a}	7.5±1.3^{a}	7.8±1.1^{a}

Different letters within the same column represent significant differences (p<0.05).

2. ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในปลานิลแดดเดียว

ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในปลานิลแดดเดียวที่ผลิตด้วยโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่าปลานิลแดดเดียวทั้ง 15 ชุดการทดลอง มีปริมาณความชื้นอยู่ระหว่าง 72.75 – 80.36% โดยตัวอย่างปลานิลแดดเดียวจากชุดการทดลองที่ 12 ซึ่งมีขนาดของปลานิล 300 กรัม/ตัว ความเข้มข้นของน้ำเกลือ 10% และระยะเวลาในการทำแห้ง 7 ชั่วโมง มีปริมาณความชื้นต่ำที่สุด (p<0.05) คือ 72.75% ในขณะที่ตัวอย่างปลานิลแดดเดียวจากชุดการทดลองที่ 13 ซึ่งมีขนาดของปลานิล 300 กรัม/ตัว ความเข้มข้นของน้ำเกลือ 5% และระยะเวลาในการทำแห้ง 6 ชั่วโมง มีปริมาณความชื้นมากที่สุด (p<0.05) คือ 80.36% (Table 4) นอกจากนี้จะเห็นได้ว่า ปลานิลแดดเดียวที่มีระยะเวลาในการทำแห้งนานที่สุด คือ 7 ชั่วโมง (ชุดการทดลองที่ 7, 8, 11 และ 12) มีปริมาณความชื้นต่ำกว่าปลานิลแดดเดียวที่มีระยะเวลาในการทำแห้ง 5 และ 6 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) โดยมีความชื้นอยู่ระหว่าง 72.75 – 73.98%

Table 4 The moisture contents of dried Nile tilapia generated from Box-Behnken Design

Treatment	Fish size (g/body)	Salt concentration (%)	Drying time (hr)	Moisture content of semi-dried fish (%) (Mean ± SD)
1	200	0	6	78.50 ± 0.51^{b}
2	400	0	6	80.17 ± 2.11^{b}
3	200	10	6	78.26 ± 0.27^{b}
4	400	10	6	79.21 ± 1.22^{b}
5	200	5	5	79.98 ± 1.02^{b}
6	400	5	5	80.24 ± 1.67^{b}
7	200	5	7	73.11 ± 1.26^{a}
8	400	5	7	73.98 ± 0.74^{a}
9	300	0	5	79.94 ± 0.72^{b}
10	300	10	5	80.13 ± 0.09^{b}
11	300	0	7	73.98 ± 0.69^{a}
12	300	10	7	72.75 ± 0.36^{a}
13	300	5	6	80.36 ± 0.54^{b}
14	300	5	6	79.28 ± 1.00^{b}
15	300	5	6	78.63 ± 2.33^{b}

Different letters within the same column represent significant differences (p<0.05).

3. ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำปลานิลแดดเดียวด้วยโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยวิธีพื้นที่ผิวตอบสนอง

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 3 ตัวแปร กับปริมาณความชื้นในปลานิลแดดเดียวที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงใน Table 5 พบว่าแบบจำลองมีค่านัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.000) แสดงให้เห็นว่าตัวแปรที่ศึกษามีผลต่อค่าการตอบสนอง (ปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียว) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% มีค่า R^2 = 88.14% ซึ่งควรมีค่ามากกว่า 80% จะแสดงให้เห็นว่าค่าการตอบสนองที่ได้เป็นผลมาจากตัวแปรที่ศึกษาถึง 80% ส่วนที่เหลือนั้นเป็นผลมาจากตัวแปรอื่นที่ไม่สามารถควบคุมได้ และ lack of fit ของแบบจำลองไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.896) แสดงว่าผลการศึกษานี้สามารถนำไปสร้างสมการทำนายเพื่อหาค่าปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียวได้

เมื่อวิเคราะห์สมการถดถอยในรูปแบบของสมการกำลังสองของสภาวะการทำแห้งปลานิลต่อปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียว ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้แสดงถึงขนาดและทิศทางของตัวแปรต่าง ๆ และอิทธิพลร่วมระหว่างตัวแปรที่มีผลต่อค่าตอบสนอง จาก Table 6 จะเห็นได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์ของเส้นตรงและค่าสัมประสิทธิ์ของกำลังสองของระยะเวลาในการทำแห้ง (X_3 และ X_3^2) มีผลต่อปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียวอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05) ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของเส้นตรงและค่าสัมประสิทธิ์ของกำลังสองขนาดของปลาและความเข้มข้นของน้ำเกลือ (X_1, X_2, X_1^2 และ X_2^2) รวมทั้งรวมทั้งค่าสัมประสิทธิ์ของอิทธิพลร่วมของทั้ง 3 ตัวแปร (X_1X_2, X_1X_3 และ X_2X_3) ไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียว ค่าสัมประสิทธิ์ทั้งหมดนำมาใช้ในการสร้างสมการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของปลานิล (X_1) ความเข้มข้นของน้ำเกลือ (X_2) และระยะเวลาในการทำแห้ง (X_3) ต่อปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียวได้ดังสมการที่ (3)

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = 8.004+0.005\,X_1+0.582\,X_2+26.180\,X_3-0.010\,X_2^2-2.466X_3^2+0.002X_1X_3-0.071\,X_2X_3 \quad ....(3)$$

Table 5 ANOVA of quadratic polynomial model of the moisture content in semi-dried Nile tilapia using solar green house

Source	DF	Seg SS	Adj MS	*F*-value	*P*-value
Model	9	339.270	37.6967	28.89	0.000
Lack-of-fit	3	0.839	0.2798	0.20	0.896
Pure error	32	44.827	1.4009		
Total	44	384.937			

R^2 = 88.14%, Adj-R^2 = 85.09%

Table 6 Regression coefficients for the model fitted to the moisture content of semi-dried Nile tilapia using solar green house

Term	coefficient	SE coefficient	*F*-value	*P*-value
Constant	8.0042	14.3214	28.89	0.000
Fish size (X_1)	0.0052	0.0288	0.03	0.857
Salt concentration (X_2)	0.5819	0.4655	1.56	0.229
Drying time (X_3)	26.1795	4.2548	37.86	0.000
Fish size^2 (X_1^2)	-0.0000	0.0000	0.15	0.704
Salt concentration^2 (X_2^2)	-0.0103	0.0137	0.56	0.458
Drying time^2 (X_3^2)	-2.4657	0.3432	51.61	0.000
Fish size * Salt concentration (X_1X_2)	-0.0004	0.0007	0.30	0.589
Fish size *Drying time (X_1X_3)	0.0015	0.0033	0.21	0.647
Salt concentration*Drying time (X_2X_3)	-0.0711	0.0659	1.16	0.288

สมการสำหรับทำนายค่าปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียวที่ได้ สามารถนำมาสร้าง response surface plot และ contour plot ได้ดัง Figure 1 ซึ่ง response surface plot และ contour plot ที่ได้ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของปลานิล ความเข้มข้นของน้ำเกลือ และระยะเวลาในการทำแห้งต่อปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียว โดยมีรายละเอียดดังนี้

Figure 1(a) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของปลานิลและความเข้มข้นของน้ำเกลือต่อปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียว โดยมีระยะเวลาในการทำแห้งอยู่ที่ระดับกลางคือ 6 ชั่วโมง จะเห็นได้ว่าเมื่อขนาดของปลานิลเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียวเพิ่มขึ้นเล็กน้อยอย่างไม่มีนัยสำคัญ (p>0.05) โดยเมื่อความเข้มข้นข้นของน้ำเกลือเป็น 0% ทำให้ปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียวเพิ่มขึ้นจาก 78.50% เป็น 80.17% ส่วนที่ความเข้มข้นของน้ำเกลือเป็น 10% ทำให้ปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียวเพิ่มขึ้นจาก 78.26% เป็น 79.21% เมื่อขนาดของปลานิลเพิ่มขึ้นจาก 200 กรัม/ตัว เป็น 400 กรัม/ตัว ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อความเข้มข้นของน้ำเกลือเพิ่มขึ้นพบว่าไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียว (p>0.05) โดยปลานิลที่มีขนาด 200 กรัม/ตัว ปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียวเท่ากับ 78.50% และ 78.26% และปลานิลที่มีขนาด 400 กรัม/ตัว ปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียวเท่ากับ 80.17% และ 78.26% เมื่อความเข้มข้นของน้ำเกลือเพิ่มขึ้นจาก 0% เป็น 10% ตามลำดับ

Figure 1(b) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของปลานิลและระยะเวลาในการทำแห้งต่อปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียว โดยมีความเข้มข้นของน้ำเกลืออยู่ที่ระดับกลางคือ 5% จะเห็นได้ว่าเมื่อระยะเวลาในการทำแห้งเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียวลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) โดยปลานิลมีขนาด 200 กรัม/ตัว ปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียวลดลงจาก 79.98% เป็น 73.11% ส่วนปลานิลที่มีขนาด 400 กรัม/ตัว ปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียวเท่ากับ 80.24% เป็น 73.98% เมื่อระยะเวลาในการทำแห้งเพิ่มขึ้นจาก 5 ชั่วโมง เป็น 7 ชั่วโมง ตามลำดับ อย่างไรก็ตามพบว่าขนาดของปลานิลที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียว (p>0.05) โดยเมื่อระยะในการทำแห้งเท่ากับ 5 ชั่วโมง ความชื้นของปลานิลแดดเดียวเท่ากับ 79.98% และ 80.24% และเมื่อระยะเวลาในการทำแห้งเท่ากับ 7 ชั่วโมง ความชื้นของปลานิลแดดเดียวเท่ากับ 73.11% และ 73.98% เมื่อขนาดของปลานิลเพิ่มขึ้นจาก 200 เป็น 400 กรัม/ตัว ตามลำดับ

Figure 1(c) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำเกลือและระยะเวลาในการทำแห้งต่อปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียว โดยมีขนาดของปลานิลอยู่ที่ระดับกลางคือ 300 กรัม/ตัว จะเห็นได้ว่าเมื่อระยะเวลาในการทำแห้งเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียวลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) โดยที่ความเข้มข้นของน้ำเกลือเท่ากับ 0% ปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียวลดลงจาก 79.94% เป็น 73.98% ส่วนที่ความเข้มข้นของน้ำเกลือเท่ากับ 10% ปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียวเท่ากับ 80.13% เป็น 72.75% เมื่อระยะเวลาในการทำแห้งเพิ่มขึ้นจาก 5 ชั่วโมง เป็น 7 ชั่วโมง ตามลำดับ อย่างไรก็ตามพบว่าความเข้มข้นของน้ำเกลือที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียว (p>0.05) โดยเมื่อระยะในการทำแห้งเท่ากับ 5 ชั่วโมง ความชื้นของปลานิลแดดเดียวเท่ากับ 79.94% และ 80.13% และเมื่อระยะเวลาในการทำแห้งเท่ากับ 7 ชั่วโมง ความชื้นของปลานิลแดดเดียวเท่ากับ 73.98% และ 72.75% เมื่อความเข้มข้นของน้ำเกลือเพิ่มขึ้นจาก 0% เป็น 10% ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์หาค่าปัจจัยที่เหมาะสมที่สุดด้วยฟังก์ชัน response optimizer ร่วมกับการนำผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสมาใช้ในการพิจารณา พบว่าสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการทำปลานิลแดดเดียวด้วยโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์คือใช้ปลานิลที่มีขนาด 400 กรัม/ตัว ทำเค็มในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้น 1.8% และมีระยะเวลาในการทำแห้งเท่ากับ 5.3 ชั่วโมง โดยภายใต้สภาวะการผลิตดังกล่าวจะทำให้ได้ปลานิลที่มีความชื้นเท่ากับ 80.87%

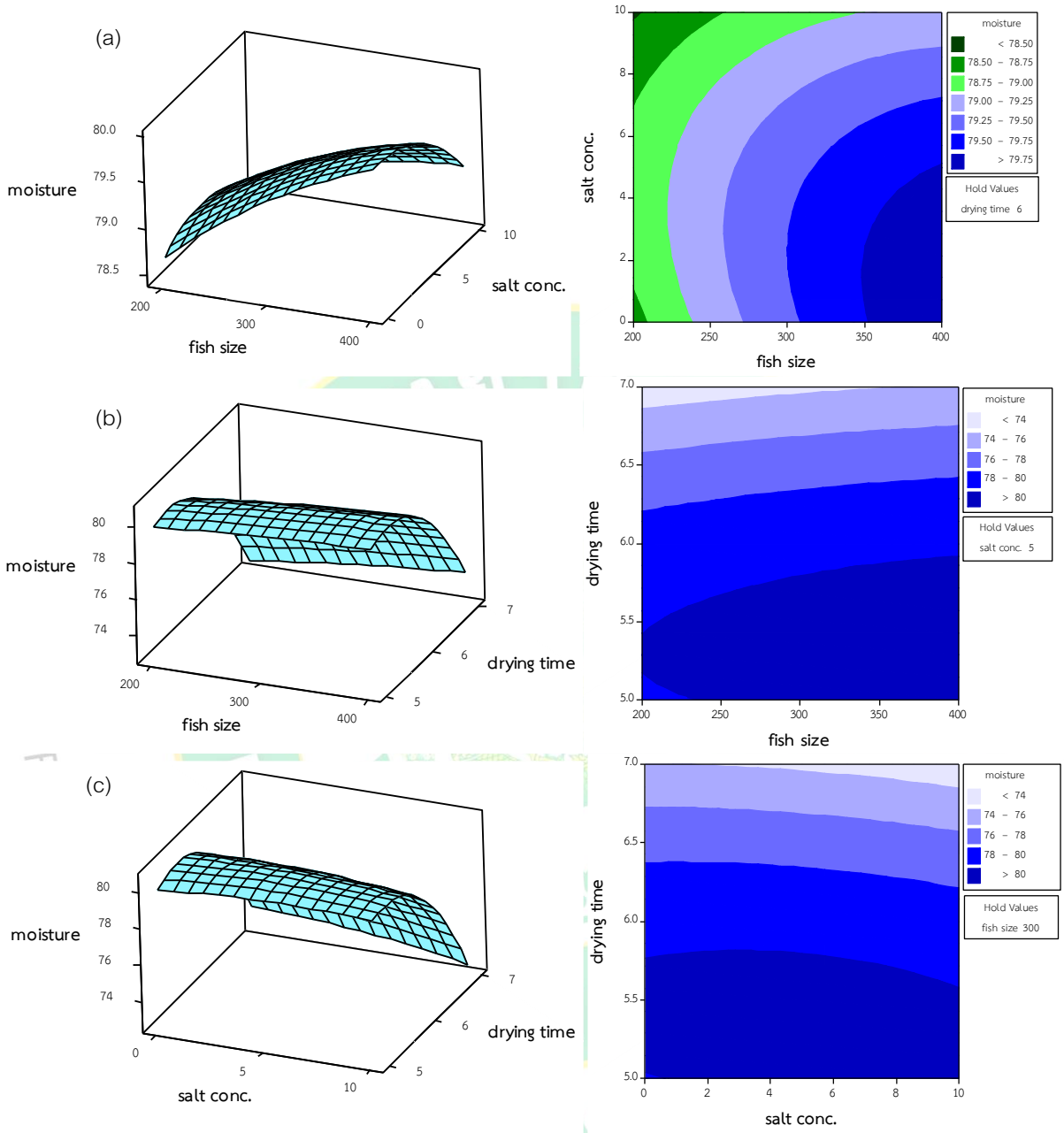

Figure 1 Response surface plot (left) and contour plot (right) for the combined effect of (a) fish size (g/body) and salt concentration (%, w/w) (b) fish size and drying time (hr) (c) salt concentration and drying time on the moisture content (%) of semi-dried Nile tilapia using solar green house

วิจารณ์ผลการดำเนินงาน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลาแดดเดียว (Thai Industrial Standards Institute Ministry of Industry, 2004) กำหนดให้ผลิตภัณฑ์ปลาแดดเดียวต้องมีความชื้นไม่เกิน 65% แต่จากผลการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตปลานิลแดดเดียวด้วยโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้วิธี RSM ร่วมกับ BBD พบว่าปลานิลแดดเดียวที่ได้มีความชื้นสูงกว่ามาตรฐานกำหนด โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 72.75 – 80.36% ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิระหว่างการทำแห้งค่อนข้างต่ำ คือ 32 – 45 องศาเซลเซียส อันเกิดจากการศึกษาในช่วงที่มีอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ งานวิจัยส่วนใหญ่มีอุณหภูมิในการทำปลาแดดเดียวสูงกว่า 45 องศาเซลเซียส โดย Kanpairo (2016) พบว่าการอบแห้งปลาซาร์ดีนแดดเดียวที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทำให้ปลาซาร์ดีนแดดเดียวที่ได้มีความชื้น 30 – 40% ส่วน Pansawat *et al*. (2017) ผลิตปลาสลิดหอมในตู้อบลมร้อนที่มีอุณหภูมิ 47 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง พบว่าปลาสลิดหอมที่ได้มีความชื้น 63.92 – 70.67% จะเห็นได้ว่าเมื่ออุณหภูมิในการทำปลาแดดเดียวสูงกว่า 45 องศาเซลเซียส ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณความชื้นต่ำกว่า 65% สอดคล้องตามมาตรฐานกำหนด นอกจากนี้งานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่านอกเหนือจากความชื้นแล้ว ปริมาณน้ำอิสระ (water activity; a_w) ในปลาแดดเดียวเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาปลาแดดเดียว ซึ่ง Thai Industrial Standards Institute Ministry of Industry (2006) กำหนดให้ผลิตภัณฑ์ปลาแดดเดียวต้องมีค่า a_w ไม่เกิน 0.85 อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้ไม่ได้ศึกษาค่า a_w ที่มีในปลานิลแดดเดียวที่ผลิตได้ แต่หากเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมา จากงานวิจัยของ Tantipongarpa *et al*. (2022) ได้อบปลานิลด้วยกระโจมตากปลาพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งมีอุณหภูมิเท่ากับ 55 องศาเซลเซียส พบว่าภายหลังการอบเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ความชื้นในปลานิลค่อย ๆ ลดลงจาก 69.16% เป็น 47.72% ในขณะที่ค่า a_w ลดลงจาก 0.94 เป็น 0.78 แสดงให้เห็นว่าการทำแห้งที่อุณหภูมิสูงกว่า 45 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณความชื้นและค่า a_w ต่ำ ตรงกันข้ามกับผลการศึกษาของ Nanthajirapong *et al*. (2019) ซึ่งพบว่าปลาสลิดแดดเดียวที่ตากด้วยตู้อบแห้งอุณหภูมิ 35 และ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 และ 3 ชั่วโมง ตามลำดับ มีค่า a_w เท่ากับ 0.99 ทั้ง 2 สภาวะ ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานกำหนด แสดงให้เห็นว่าการทำแห้งที่อุณหภูมิค่อนข้างต่ำ (ต่ำกว่า 45 องศาเซลเซียส) จะส่งผลให้ค่า a_w ในผลิตภัณฑ์ที่ได้นั้นสูง ค่า a_w ที่สูงกว่ามาตรฐานกำหนดอาจเกิดจากค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้อบที่มีค่าสูงถึง 60% และอุณหภูมิที่ใช้ในการอบดังกล่าวเป็นช่วงอุณหภูมิที่จุลินทรีย์สามารถเจริญได้ดี จากการที่อุณหภูมิที่ใช้ในการทำแห้งมีผลต่อปริมาณความชื้นและค่า a_w ในผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ Obayopo and Alonge (2018) จึงแนะนำว่าอุณหภูมิที่จะใช้ในการทำแห้งปลานั้น ควรมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกไม่น้อยกว่า 35 องศา ซึ่งการทำแห้งที่อุณหภูมิสูงกว่าจะทำให้อัตราเร็วในการทำแห้งสูงกว่าตามไปด้วย (Reza *et al*., 2009) นอกเหนือจากอุณหภูมิแล้ว จากการนำ RSM มาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ พบว่าระยะเวลาในการทำแห้งมีอิทธิพลต่อปริมาณความชื้นของปลานิลแดดเดียว สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Ikrang and Umani (2019) ซึ่งศึกษาผลของอุณหภูมิ ความหนาของชิ้นปลา ความเข้มข้นของเกลือ และระยะเวลาในการทำแห้งที่เหมาะสมต่อความชื้นของปลาดุกตากแห้งด้วย RSM พบว่าอุณหภูมิและระยะเวลาในการทำแห้งมีอิทธิพลต่อปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่ได้มากกว่าความหนาของชิ้นปลาและความเข้มข้นของเกลือ

อย่างไรก็ตามในการผลิตปลาแดดเดียวเพื่อจำหน่าย หากผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความชื้นต่ำ แม้จะส่งผลดีต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ แต่จะทำให้ผู้ประกอบการมีปริมาณผลผลิตลดลงและต้นทุนในการผลิตเพิ่มขึ้น จึงพบว่าผู้ประกอบการส่วนใหญ่มีการทำแห้งปลาแดดเดียวเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เพื่อรักษาน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ Waiprib *et al*. (2017) รายงานว่าปลาสลิดแดดเดียวที่รวบรวมจากผู้ผลิตในจังหวัดสมุทรปราการ สุพรรณบุรี และสมุทรสาคร มีปริมาณความชื้นอยู่ระหว่าง 68.54 – 78.87% และมีค่า a_w ระหว่าง 0.978 – 0.995 ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานกำหนด และทั้งหมดเป็นปลาสลิดแดดเดียวชนิดเค็มน้อย เนื่องจากมีปริมาณเกลือน้อยกว่า 5.0% สอดคล้องกับผลการศึกษาในงานวิจัยนี้ที่พบว่าความเข้มข้นของน้ำเกลือที่เหมาะสมในการทำปลานิลแดดเดียวคือ 1.8%

แนวทางในการนำผลการศึกษานี้ไปใช้ประโยชน์สามารถทำได้ใน 2 รูปแบบ คือ 1) การใช้ปลานิลที่มีขนาด 400 กรัม/ตัว ทำเค็มในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้น 1.8% และมีระยะเวลาในการทำแห้งเท่ากับ 5.3 ชั่วโมง ซึ่งจะได้ปลานิลแดดเดียวที่มีความชื้นสูง (80.87%) สอดคล้องกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูง ซึ่งจะช่วยให้ผู้ประกอบได้ผลผลิตปริมาณมากและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เหมาะสำหรับผู้ประกอบการที่เป็นรายย่อยที่ไม่ต้องการขอมาตรฐานผลิตภัณฑ์ และ 2) การใช้ปลานิลที่มีขนาด 400 กรัม/ตัว ทำเค็มในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้น 1.8% และมีระยะเวลาในการทำแห้งมากกว่า 8.2 ชั่วโมง ซึ่งจะได้ปลานิลแดดเดียวที่มีปริมาณความชื้นต่ำกว่า 65% โดยระยะเวลาดังกล่าวได้จากการนำสมการที่ได้จากการทดลองด้วยวิธีพื้นที่ผิวตอบสนองมาใช้ในการคำนวณหาระยะเวลาในการทำแห้ง

กิตติกรรมประกาศ:

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่เอื้อเฟื้อโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ห้องปฏิบัติการแปรรูปทางการประมง และห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์น้ำ สำหรับการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

AOAC. 2005. Determination of Moisture. In Official Methods of Analysis of AOAC International (18th ed). AOAC, Washington DC.

Box, G.E.P., Hunter, J.S. and Hunter, W.G. 2005. Statistics for Experimenters: Design, innovation, and discovery. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.

Ikrang, E.G. and Umani, K.C. 2019. Optimization of process conditions for drying of catfish (*Clarias gariepinus*) using response surface methodology (RSM). Food Science and Human Wellness. 8, 46 – 52. Available from doi.org/10.1016/ j.fshw.2019.01.002.

Inland Fisheries Research and Development Division. 2010. A Guide for Nile Tilapia Farming. Department of Fisheries, Bangkok. 36 p. [in Thai].

Kanpairo, K. (2016). The development of intermediate moisture Pacific sardines (*Sardinops sagax*) by hot air oven. YRU Journal of Science and Technology. 1(2): 7 – 21. [in Thai].

Mahae, N., Awapak, D. and Pitchairat, D. 2015. Optimization of high protein content protein hydrolysate extraction from hard clam (*Meretrix casta*) using response surface methodology. KKU Science Journal 43(3): 425 – 438. [in Thai].

Mahayothee, B. and Boonrawd, Y. 2018. Manual of Solar Dryer Subsidy Program. Phetkasem Printing Group. Nakhon Pathom. 58 p. [in Thai].

Mahayothee, B., Khuwijitjaru, P., Phupaichitkun, S., Boonrawd, Y. and Kanjina, S. 2022. Quality Improving of Dried Fish and Processing of Local Fruits Using a Parabolic Type Solar Dryer. National Research Council of Thailand, Bangkok. 181 p. [in Thai].

Nanthajirapong, N., Sirinam, S. and Konkanatnikorn, R. 2019. Factors that affect the quality of the *Trichogaster pectoralis* dried fish by the solar dried oven. Huachiew Chalermprakiet Science and Technology Journal 5(2): 72 – 83. [in Thai].

Nooritthi, K. and Boonake, P. 2023. Situation Report of Nile Tilapia in 2022 and 2023 Trend. Fisheries Development Policy and Planning Division, Department of Fisheries, Bangkok. [Online]. Available from https://www.fisheries.go.th/strategy/fisheconomic/Monthly%20report/tilapia/3.%E0%B8%AA%E0%B8%96%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%93%E0%B9%8C%E0%B8%9B%E0%B8%A5%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%B4%E0%B8%A5%20Q4%2064.pdf [2023, April 5] [in Thai].

Obayopo, S.O.O. and Alonge, O.I. 2018. Development and quality analysis of a direct solar dryer for fish. Food and Nutrition Science. 9, 474 – 488. Available from doi.org/10.4236/fns.2018.95037.

Pansawat, N., Mookdasanit, J. and Maneerote, J. 2017. Preparation and storage of raw materials that suitable for salted snakeskin gourami (*Trichogaster pectoralis* Regan) products. In: Enhancing Aquaculture Potential and Quality and Safety of Processed Snakeskin Qourami Fish (*Tricogaster pectoralis* Regan) Products. Agricultural Research Development Agency (Public Organization), Bangkok. pp. 200 – 263. [in Thai].

Reza, M.D.S., Bapary, M.D.A.J., Islam, M.D.N. and Kamal, M.D. 2009. Optimization of marine fish drying using solar tunnel dryer. Journal of Food Processing and Preservation. 33, 47 – 59. Available from doi:10.1111/j.1745-4549.2008.00236.x.

Tantipongarpa, J., Thipmonta, N., Podkumnerd, N., Wijitphan, D., Rattanapon, R., Chupul, N. and Thipjumnong, A. 2022. The Development of Processing Technology and Innovation of Nile Tilapia Product in Kho Yai Sub-district, Krasae Sin District, Songkhla Province. Program Management Unit on Area Based Development, Bangkok. 150 p. [in Thai].

Thai Industrial Standards Institute Ministry of Industry. 2004. Thai Community Product Standards for Dried Fish (no.298/2547). Ministry of Industry, Bangkok. [in Thai].

Thai Industrial Standards Institute Ministry of Industry. 2006. Thai Community Product Standards for Dried Fish (no.298/2549). Ministry of Industry, Bangkok. [in Thai].

Waiprib, Y., Na- Nakorn, U., Runglerdkriangkrai, J., Pansawat, N., Maneerote, J., Mookdasanit, J., Jintasataporn, O., Jintasataporn, O. and Thaitoongchin, C. 2017. Enhancing aquaculture potential and quality and safety of processed Snakeskin gourami fish (*Tricogaster pectoralis* Regan) products. Agricultural Research Development Agency (Public Organization). Bangkok. 342 p. [in Thai].

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ FACULTY OF FISHERIES TECHNOLOGY AND AQUATIC RESOURCES

สถานการณ์การเลี้ยงปลานิลในกระชังบริเวณแม่น้ำปิงตอนบน: พื้นที่อำเภอป่าซาง อำเภอเวียงหนองล่อง จังหวัดลำพูน และ อำเภอสันป่าตอง อำเภอดอยหล่อ จังหวัดเชียงใหม่

The Nile Tilapia Cage Culture Situation at Upper Ping River: Pa Sang District Wiang, Nong Long District, Lamphun Province and San Pa Tong District, Doi Lor District, Chiang Mai Province

ชนกันต์ จิตมนัส[1,*] วาสนา กองสมบัติ[1] รุจิราภรณ์ มุสิกะพันธ์[1] และวชิระ เลิศพรกุลรัตน์[1]

Chanagun Chitmanat [1*], Wassana Kongsombat[1], Rujiraphorn Musigapan[1], and Wachira Lertpornkulrat[1]

[1*]คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

*Corresponding author. E-mail address: Chanagun1@hotmail.com

Received: July 12, 2023

Revised: Aug 29, 2023

Accepted: Sep 25, 2023

บทคัดย่อ

สถานการณ์การเลี้ยงปลานิลกระชังบริเวณแม่น้ำปิงตอนบนในพื้นที่ อำเภอป่าซาง อำเภอเวียงหนองล่อง จังหวัดลำพูน และอำเภอสันป่าตอง อำเภอดอยหล่อ จังหวัดเชียงใหม่ โดยการสุ่มสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลในกระชัง จำนวน 23 ราย ในเดือนมกราคม - มีนาคม 2564 พบว่า ขนาดปลาที่ปล่อยเฉลี่ย 45 กรัม/ตัว อัตรารอดเฉลี่ย 80% น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อจับจำหน่าย 0.9 กิโลกรัม/ตัว ราคาจำหน่ายเฉลี่ยที่หน้าฟาร์ม 86 บาท อัตราแลกเนื้อ (FCR) เฉลี่ย 1.8 พบปัญหาสภาวะน้ำแล้งโดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อน ทำให้ปลาที่เลี้ยงเสี่ยงต่อการขาดออกซิเจน ในขณะที่ช่วงน้ำหลาก ปลาเสี่ยงต่อการตายจำนวนมากอย่างฉับพลัน เกษตรกรพบปัญหาปลาตายจากโรคติดเชื้อตลอดทั้งปี แต่แทบจะไม่ได้รับการตรวจวินิจฉัยโรค เกษตรกรบางรายมีการเพิ่มอากาศในการเลี้ยงปลาในกระชังและมีการเคลื่อนย้ายกระชังไปบริเวณที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามในระยะยาว ควรหาแนวทางในการเลี้ยงปลาในระบบปิดที่มีต้นทุนผลตอบแทนในระดับที่ยอมรับได้แทนการเลี้ยงปลาในแหล่งน้ำเปิดเพื่อลดความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: การเลี้ยงปลานิลในกระชัง ความเสี่ยงของการเลี้ยงปลา โรคปลานิล การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบยั่งยืน

Abstract

The Nile tilapia cage culture situation at upper Ping River was investigated in Pa Sang District Wiang Nong Long District, Lamphun Province and San Pa Tong District, Doi Lor District, Chiang Mai Province by randomly interviewing 23 farmers during January – March 2021. It was found that the average released size was 45 g/fish; survival rates were approximately 80%, the average weight of harvested size was 0.9 kg/fish, and the average on-farm price was 86 Baht; feed conversion ratio (FCR) was 1.8. The drought especially during the summer caused the fish at risk of lack of oxygen while during the wet season, fish

were prone to sudden massive death. Farmers faced the fish death due to infectious diseases throughout the year, a few got the diagnosis. Some have added air to raise fish in the cages and moved cages to safe areas. However, in the long run the closed system which has acceptable cost and return should be replaced the cage culture in rivers to reduce the increasing risk.

Keywords: Tilapia cage culture, The risks of fish culture, Tilapia disease, sustainable aquaculture

บทนำ

ปลานิล (*Oreochromis niloticus*) เป็นปลาน้ำจืดที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจสูง เดิมจัดว่าเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย เติบโตเร็ว ทำให้มีการเลี้ยงปลานิลกันอย่างแพร่หลายทั้งในบ่อและกระชัง รวมทั้งมีการขยายตัวไปเลี้ยงในพื้นที่น้ำกร่อย โดยเลี้ยงปลานิลร่วมกับกุ้งขาวและกุ้งก้ามกราม มีรายงานผลผลิตปลานิล ในปี 2565 ปริมาณ 246,192 ตัน ลดลง 2.9% เมื่อเทียบกับปี 2564 ซึ่งมีผลผลิต 253,489 ตัน สำหรับปี 2566 คาดว่ามีผลผลิต 253,098 ตัน เพิ่มขึ้น 2.8% เนื่องจากปริมาณน้ำเพียงพอสำหรับการเลี้ยง ประกอบกับราคาปลานิลปรับตัวสูงขึ้น เป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรขยายเนื้อที่เลี้ยงเพิ่มขึ้น รวมทั้งเกษตรกรมีการขยายช่องทางการจำหน่ายผลผลิตโดยขายผ่านตลาดออนไลน์เพิ่มขึ้น (Nooritthi, 2021a) อย่างไรก็ตามการเลี้ยงปลานิลต้องเผชิญกับโรคที่หลากหลายทั้งปรสิต แบคทีเรียและไวรัส รวมถึงความแปรปรวนของสภาวะอากาศ ทำให้ผลผลิตของปลานิลคงที่อยู่ที่ประมาณ 200,000 ตันต่อปี (Fig. 1) เกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลในกระชังรายย่อยได้เลิกกิจการไปเป็นจำนวนมาก เนื่องจากปลาตายจำนวนมากระหว่างการเลี้ยง/ใกล้จับ การเจริญเติบโตช้าและอาหารปลาราคาแพง

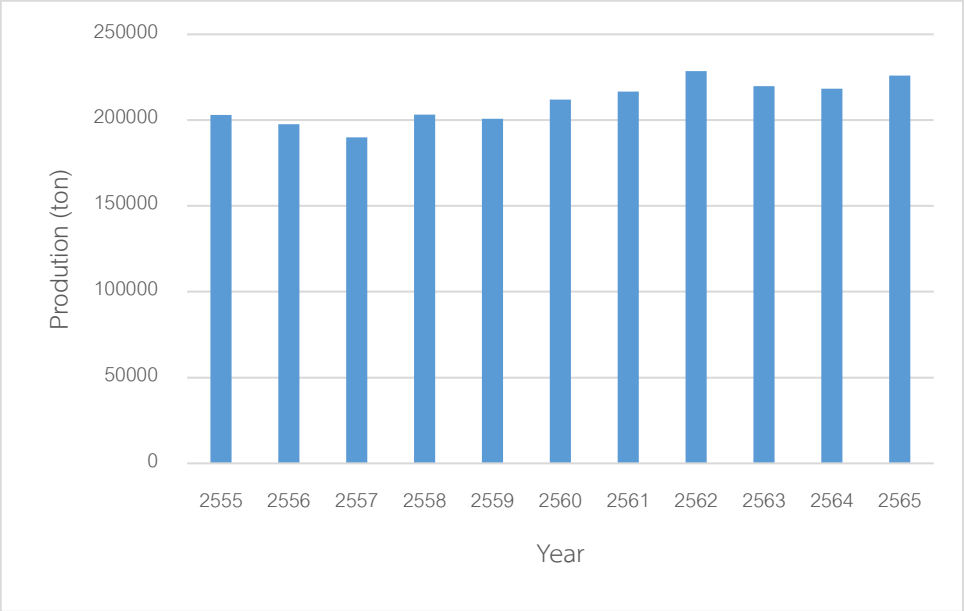

Figure 1 Tilapia production in Thailand during 2555 – 2565 (Estimated data for 2563 – 2565) (Nooritthi, 2021b)

ธุรกิจการเลี้ยงปลานิลมีส่วนทำให้เกิดความมั่นคงทางอาหารและสร้างงานสร้างอาชีพ สินค้าปลานิลส่วนใหญ่บริโภคภายในประเทศร้อยละ 96.6 และส่งออกเพียงร้อยละ 3.4 (Nooritthi, 2021a) ผลผลิตปลานิลยังไม่คงที่เนื่องจากปัญหาสภาพอากาศไม่เหมาะสม การขาดแคลนน้ำและน้ำท่วม ต้นทุนอาหารปลาที่สูงขึ้น การเพิ่มกำลังการ

ผลิตต่อหน่วยพื้นที่ โดยการปล่อยปลาหนาแน่นมากขึ้น หากเกษตรกรเลือกพื้นที่ที่ตั้งฟาร์มและฤดูกาลเลี้ยงที่ไม่เหมาะสม ไม่มีการจัดการที่ดี ให้อาหารไม่เหมาะสม อาจทำให้ปลาเกิดความเครียดเป็นสาเหตุให้เกิดโรคได้ง่าย (Georgiadis *et al*., 2001) เกษตรกรที่ไม่มีที่ดินเป็นของตนเองและอาศัยอยู่ใกล้แหล่งน้ำสาธารณะ นิยมเลี้ยงปลานิลในกระชัง เพราะหากหาทำเลที่ตั้งที่ดี มีปริมาณและคุณภาพน้ำที่ดีพอ จะทำให้ปลาโตเร็ว ปราศจากกลิ่นโคลน อย่างไรก็ตามการเลี้ยงปลาในกระชังไม่สามารถควบคุมคุณสมบัติของน้ำและการแพร่ระบาดของโรคสัตว์น้ำได้ ซึ่งพบความเสียหายของเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลเป็นประจำทุกปี

แหล่งเลี้ยงปลานิลในกระชัง มีกระจายอยู่ทั่วไปทั้งในแม่น้ำและอ่างเก็บน้ำ การเลี้ยงปลานิลในกระชังในแม่น้ำปิง พบได้ในพื้นที่เขตจังหวัด เชียงใหม่ ลำพูน ตากและกำแพงเพชร นอกจากนี้ยังพบการเลี้ยงปลานิลในแม่น้ำน่าน แม่น้ำมูล แม่น้ำชี แม่น้ำโขง แม่น้ำสงครามและแม่น้ำตาปี เป็นต้น ประมาณ 30% ของปลานิลที่ประเทศไทยผลิตมาจากการเลี้ยงในกระชังที่มีความหนาแน่นสูง (Belton *et al*., 2009) การศึกษาครั้งนี้เป็นการรายงานสถานการณ์ของการเลี้ยงปลานิลในกระชัง บริเวณริมฝั่งแม่น้ำปิง พื้นที่อำเภอป่าซาง อำเภอเวียงหนองล่อง จังหวัดลำพูน และ อำเภอสันป่าตอง อำเภอดอยหล่อ จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อวิเคราะห์ต้นทุน กำไรในการเลี้ยงปลาในกระชัง เพื่อหาแนวทางในการรับมือและแก้ปัญหาที่ผ่านมา

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

การศึกษาสถานการณ์ของการเลี้ยงปลาในกระชังริมฝั่งแม่น้ำปิง ในเขตพื้นที่อำเภอป่าซาง อำเภอเวียงหนองล่อง จังหวัดลำพูน และ อำเภอสันป่าตอง อำเภอดอยหล่อ จังหวัดเชียงใหม่ ผู้ให้ข้อมูลเป็นเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลในกระชัง จำนวน 23 ราย โดยมีคำถามประกอบด้วยข้อมูลส่วนบุคคล สภาพการเลี้ยงและแนวทางการจัดการฟาร์ม การป้องกันแก้ไขด้านการเลี้ยงและการเกิดโรค รวมทั้งการลงพื้นที่สังเกต มุ่งเน้นลักษณะการสนทนาในบรรยากาศที่เป็นกันเอง ตามวันเวลาตามความเหมาะสม มีการให้บริการตรวจวัดคุณสมบัติของน้ำเบื้องต้นโดยการใช้ชุดตรวจสำเร็จรูป และสุ่มตรวจโรคสัตว์น้ำ ระยะเวลาลงพื้นที่เก็บข้อมูล วันที่ 1 มกราคม 2564 ถึง วันที่ 26 มีนาคม 2564

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

จากการลงพื้นที่และสุ่มสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาในกระชังริมฝั่งแม่น้ำปิง เขตพื้นที่อำเภอป่าซาง อำเภอเวียงหนองล่อง จังหวัดลำพูน และ อำเภอสันป่าตอง อำเภอดอยหล่อ จังหวัดเชียงใหม่ ได้ผลการดำเนินงานดังแสดงใน Table 1 – 2 จากรายงานการประชุมคณะกรรมการจังหวัดเชียงใหม่ (1/2566) พบว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำในกระชังในอำเภอสันป่าตอง มีเพียง 3 ราย โดยมีกระชังรวม 115 กระชัง ส่วนเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำในอำเภอหางดง มี 43 ราย มีกระชังทั้งหมด 693 กระชัง อย่างไรก็ตามเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ได้บันทึกข้อมูลแต่เป็นการบอกกล่าวจากข้อมูลที่พอจะจำได้รอบการผลิตล่าสุด ปัจจุบันเกษตรนิยมปล่อยปลาขนาดประมาณ 30 – 45 กรัม/ตัว การปล่อยปลาที่ขนาดโตขึ้นจะช่วยลดความเสี่ยงในการเลี้ยงปลานิลในกระชัง เนื่องจากระยะเวลาในการเลี้ยงสั้นลง แต่ต้องจ่ายค่าลูกพันธุ์ปลาที่สูงขึ้น (7 – 8 บาท/ตัว) ยังไม่ได้ใช้ลูกพันธุ์ปลาที่ได้รับวัคซีน ระยะเวลาในการเลี้ยงอยู่ระหว่าง 4 – 7 เดือน ขึ้นอยู่กับคุณภาพและปริมาณอาหารที่ให้ การกินอาหารและความแข็งแรงของปลา สภาพน้ำ ความเร็วของกระแสน้ำ ความหนาแน่นที่เกษตรปล่อยปลาลงเลี้ยงค่อนข้างหลากหลายตั้งแต่ 31 – 63 ตัว/ตร.ม. เกษตรกรหลายรายยังคงมีความต้องการปล่อยปลาในจำนวนมากขึ้น เพื่อชดเชยอัตรารอดที่มีแนวโน้มต่ำลงซึ่งทำให้ผลกำไรที่ได้ลดลงด้วยหรือบางครั้งไม่มีกำไรเลย

Table 1 Tilapia cage culture farmer performances in Pa Sang District and Wiang Nong Long District, Lamphun Province

Farmers	No. Cages	No. of fish in each cage stocked	Estimated survival (%)	Fish production (kg)	Feed used. (bag)	FCR	Feed cost (Baht)	income (Baht)	Gross profit (Baht)
1	46	1,250	90	46,575	3,726	1.6	2,421,900	4,005,450	1,111,550
2	50	1,250	90	50,625	4,050	1.6	2,632,500	4,353,750	1,209,250
3	11	1,250	80	9,900	940.5	1.9	611,325	851,400	120,075
4	28	800	80	16,128	1,451.5	1.8	943,488	1,387,008	254,320
5	7	1,250	80	6,300	567	1.8	368,550	541,800	93,250
6	6	800	80	3,456	311.04	1.8	202,176	297,213	46,640
7	8	800	80	4,608	414.7	1.8	269,568	396,288	65,520
8	24	800	80	13,824	1,244.16	1.8	808,704	1,188,864	216,560
9	18	800	80	10,368	933.12	1.8	606,528	891,648	159,920
10	10	800	80	5,760	518.4	1.8	336,960	495,360	84,400
11	9	800	80	5,184	492.4	1.9	320,112	445,824	58,112
12	12	800	80	6,912	656.64	1.9	426,816	594,616	80,816
13	22	800	80	12,672	1,203.84	1.9	782,496	1,089,796	156,496
Average	19.3	938.5	81.5 ± 3.10	14,793.2	1,270	1.8 ± 0.06	825,471	1,272,232	281,301

FACULTY OF FISHERIES TECHNOLOGY AND AQUATIC RESOURCES
MAEJO UNIVERSITY

Table 2. Tilapia cage culture farmer performances in San Pa Tong District and Doi Lor District, Chiang Mai Province

Farmers	No. Cages	No. of fish in each cage stocked	Estimated survival (%)	Fish production (kg)	Feed used. (bag)	FCR	Feed cost (Baht)	income (Baht)	Gross profit (Baht)
1	16	800	80	8,000	800	1.75	540,000	576,000	141,400
2	10	600	80	6,190	500	1.61	315,000	495,200	120,200
3	16	600	80	8,050	1,120	1.73	756,000	579,600	80,100
4	9	1,000	90	9,000	630	1.55	425,250	702,000	208,500
5	16	1,000	90	11,300	1,440	1.59	972,000	831,600	206,100
6	10	1,200	80	7,680	600	1.6	387,000	560,640	82,140
7	6	2,000	80	7,680	600	1.6	387,000	560,640	82,140
8	4	2,000	80	5,120	400	1.6	258,000	373,760	52,260
9	4	1,500	80	3,840	240	1.3	154,800	280,320	76,020
10	3	1,000	80	2,400	180	1.5	144,600	175,200	30,600
Average	9	1,170	82 ± 4.22	6,926	651	1.58 ± 0.12	433,965	513,496	107,946

FACULTY OF FISHERIES TECHNOLOGY AND AQUATIC RESOURCES

จากการวิเคราะห์ตารางที่ 1 และ 2 จะพบว่า ตัวแปรสำคัญที่ทำให้การเลี้ยงปลานิลในกระชังมีความยั่งยืน คือ อัตรารอด ระยะเวลาในการเลี้ยง (การเจริญเติบโต) อัตราแลกเนื้อ ราคาอาหาร ราคาปลาที่จำหน่ายได้หน้าฟาร์ม ปริมาณและคุณภาพน้ำ (ไม่ได้โชว์ในตาราง) กำไรของเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และลำพูนสูงถึง 14 – 15 บาทต่อกิโลกรัม เนื่องจากราคาขายหน้ากระชังสูงกว่าปลาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ Nooritthi (2021b) รายงานว่า การเลี้ยงปลานิลในกระชังแบบเกษตรพันธสัญญาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีต้นทุน 54.46 บาทต่อกิโลกรัม ราคาจำหน่าย 60 บาทต่อกิโลกรัม เกษตรกรมีกำไรเพียง 5.54 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนการเลี้ยงปลานิลในกระชังแบบอิสระมีต้นทุน 47.67 บาทต่อกิโลกรัม ราคาจำหน่าย 55 บาทต่อกิโลกรัม เกษตรกรมีกำไร 7.33 บาทต่อกิโลกรัม จะเห็นได้ว่าการเลี้ยงปลานิลในกระชังแบบอิสระได้รับกำไรสูงกว่าการเลี้ยงปลาแบบเกษตรพันธสัญญา 1.79 บาทต่อกิโลกรัม อย่างไรก็ตามจากการลงพื้นที่พบว่า เกษตรกรรายย่อยหลายรายเลิกกิจการไป เนื่องจากขาดทุนติดต่อกันหลายครั้งทำให้ไม่มีเงินหมุนเวียนเพียงพอ ในขณะที่บางรายยังคงเลี้ยงปลาอย่างต่อเนื่อง โดยหวังว่าครั้งต่อไปจะมีกำไรเพื่อชดใช้หนี้ที่กู้ยืมมาเลี้ยงปลา การเพิ่มขนาดฟาร์มจะมีส่วนช่วยให้ธุรกิจมีความยืดหยุ่นและปรับตัวกับความเสี่ยงที่เกิดขึ้น ทำให้ต้นทุนต่อปลาที่ผลิตลดลง (Brande *et al*., 2023)

ความหนาแน่นที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลานิลในกระชังจะมีส่วนให้ปลาเจริญเติบโตได้ดี โดยทั่วไปเกษตรกรนิยมปล่อยปลา 50 - 80 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร อย่างไรก็ตามการปล่อยปลาหนาแน่นเกินไปอาจจะทำให้ปลาเครียดและติดเชื้อโรคได้ง่าย โดยความหนาแน่นที่เหมาะสมจะแตกต่างกันไปในแต่ละสถานที่และวิธีการจัดการ Raksayot and Phudphuek (2013) สำรวจการเลี้ยงปลานิลและปลานิลแดง (ปลาทับทิม) ในแม่น้ำตาปี พบว่าเกษตรกรใช้กระชังขนาด 3x6 ตารางเมตร อัตราการปล่อยลงเลี้ยง 1,500 – 2,000 ตัว/กระชัง ใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำในการเลี้ยงเพียงอย่างเดียว เหมือนกันกับเกษตรกรในอำเภอป่าซาง อำเภอเวียงหนองล่อง จังหวัดลำพูน และ อำเภอสันป่าตอง อำเภอดอยหล่อ จังหวัดเชียงใหม่ ระยะเวลาในการเลี้ยงเกษตรกรใช้ระยะเวลาเลี้ยงประมาณ 120 – 180 วัน เกษตรกรที่แม่น้ำตาปีเลี้ยงประมาณ 120 วัน เท่ากัน ได้ผลผลิต 1,250 กิโลกรัม/กระชัง (กระชัง 18 เมตร) จะให้ผลผลิต 69.5 กิโลกรัม/ตารางเมตร ส่วนเกษตรกรในอำเภอป่าซางและอำเภอเวียงหนองล่อง ได้ผลผลิต 1,012.5 กิโลกรัม/กระชัง (กระชัง 25 ตารางเมตร) และอำเภอสันป่าตอง อำเภอดอยหล่อ จังหวัดเชียงใหม่ ได้ผลผลิต 800.5 กิโลกรัม/กระชัง (กระชัง 16 ตารางเมตร) ซึ่งได้ผลผลิตน้อยกว่าเนื่องจากอัตราปล่อยที่มีความหนาแน่น/ตารางเมตรน้อยกว่าในการเลี้ยงของเกษตรกรที่เลี้ยงในแม่น้ำตาปี ซึ่งการลดและเพิ่มความหนาแน่นปลาลงในกระชังจะขึ้นอยู่กับสภาพน้ำ เศรษฐกิจและราคาปลาในช่วงนั้น สอดคล้องกับวิจัยของ Taruwan (2010) ศึกษาสภาวะการเลี้ยงปลานิลในกระชังในพื้นที่จังหวัดมุกดาหาร โดยเกษตรกรในมุกดาหาร มีกระชังเฉลี่ย 21 กระชัง/ราย ปล่อยปลากระชังละ 1,000 ตัว ระยะเวลาเลี้ยง 150 วัน ผลผลิตที่ได้ 700 – 800 กิโลกรัม/กระชัง จากการที่ได้ลงพื้นที่ให้บริการวิชาการด้านการจัดการสุขภาพปลานิลอย่างต่อเนื่อง พบว่า เกษตรกรรายย่อยที่มีกระชังจำนวนน้อยจะเสี่ยงต่อความยั่งยืนของการดำเนินธุรกิจเลี้ยงปลา เนื่องจากหากเกิดความเสียหายหรือขาดทุนในบางรอบของการผลิต อาจจะทำให้ไม่สามารถดำเนินงานต่อไปได้ อัตราแลกเนื้อของปลานิลที่เลี้ยงในกระชัง 40 และ 60 ตัว/ลูกบาศก์เมตรจะมีค่าต่ำกว่าปลาที่เลี้ยงความหนาแน่น 80 ตัว/ลูกบาศก์เมตร (Kunda *et al*., 2021) อาจจะเนื่องจากปลามีความเครียดน้อยกว่า ทำให้มีการกินอาหารที่ดีกว่า ประสิทธิภาพการย่อยและดูดซึมอาหารจึงดีกว่า Ueasin and Duangmanee (2021) รายงานผลการสำรวจข้อมูลเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลในกระชังในแม่น้ำโขง (จังหวัดหนองคาย) พบว่า เกษตรกรฟาร์มขนาดเล็ก 84 ราย มีผลกำไรจากการเลี้ยงปลานิลในกระชัง

เพียง 13 ราย ในขณะที่ขาดทุนจากการเลี้ยงสูงถึง 71 ราย โดยภาวะน้ำโขงเพิ่มขึ้นลดลงฉับพลันส่งผลให้อุปกรณ์การเพาะเลี้ยงปลานิลเสียหายและปลาตายเป็นจำนวนมาก

การเลี้ยงปลานิลในแหล่งน้ำเปิดจะมีความเสี่ยงสูงเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ การปล่อยน้ำทิ้งจากชุมชน การเกษตรและอุตสาหกรรม ทำให้ปลาเครียด ง่ายต่อการติดเชื้อโรค Chitmanat *et al.* (2016) รายงานว่าเกษตรกรประสบปัญหาโรคปลาสูงถึงร้อยละ 84 โดยเป็นโรคติดเชื้อแบคทีเรียร้อยละ 95 Thongdon-a (2013) ศึกษาโรคปลานิลที่เลี้ยงในกระชังแม่น้ำแม่กลอง พบปรสิตภายนอกทั้งหมด มี 3 ไฟลัม 8 สกุล ได้แก่ Phylum Platyhelminthes พบ 6 ชนิด คือ *Cichlidogyrus sclerosus*, *C. tubicirnus*, *C. thurstonae*, *C. tilaopiae*, *Scutogyrus longicornis* และ *Gyrodactydus* sp. ส่วน Thongbamrung and Lerssutthichawal (2014) ศึกษาปรสิตโมโนจีเนียนในปลานิลแดงที่เลี้ยงในกระชังบริเวณแม่น้ำตาปี จังหวัดนครศรีธรรมราช พบความชุกของปรสิตโมโนจีเนียนมากกว่าร้อยละ 50 (*C. thurstonae*, *C. sclerosus, C. tubicirrus* และ *S. longicornis*) ซึ่งมีค่อนข้างต่ำ ไม่สร้างปัญหาต่อสุขภาพและผลผลิตปลา ต่อมา Madyod *et al.* (2020) ได้มีการศึกษาเพิ่มเติมแล้วพบ *C. halli* เพียงชนิดเดียวที่มีค่าความชุกสูงมากที่สุด แต่จากลักษณะของเหงือกปลาเมื่อดูด้วยตาเปล่าไม่พบลักษณะผิดปกติที่บ่งบอกว่าปรสิตปลิงใสสร้างผลกระทบกับตัวปลา ส่วนปรสิตภายนอกที่อาศัยอยู่บนผิวตัวปลามีเพียงชนิดเดียวที่มีความชุกมากกว่าร้อยละ 50 คือ *Trichodina* sp. ซึ่งจากการตรวจด้วยตาเปล่าพบความเข้มของสีผิวตัวปลานิล ซึ่งปรสิตชนิดนี้อาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ปลาเกิดความเครียดได้ อย่างไรก็ตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นอาจจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของตัวอ่อนของปรสิตโมโนจีเนียนและเห็บระฆังที่อาจจะทำให้เชื้อโรคชนิดอื่นเข้ามาแทรกได้ Thongdon-a (2013) พบแบคทีเรียแกรมบวก จำนวน 2 สกุล 3 ชนิด ได้แก่ *Streptococcus agalactiae*, *S. constellatus*, *Listeria* sp. นอกจากนี้ยังมี Tilapia Lake Virus Disease (TiLVD) ซึ่งจัดเป็นโรคไวรัสอุบัติใหม่ในปลานิล มีการรายงานในหลากหลายภูมิภาคของโลก โดย การสูญเสียในฟาร์มปลานิลและปลานิลแดงพบในช่วงหลังจากการเคลื่อนย้ายลูกปลาเล็กเลี้ยงในกระชังช่วงเดือนแรก จึงมีการเรียกความเสียหายนี้ว่า tilapia one month mortality syndrome (Bunnajirakul, 2018) รวมทั้งผู้เลี้ยงปลาในกระชังต้องเสี่ยงต่อปัญหาน็อคน้ำและเกิดโรคระบาดซึ่งยากในการควบคุม การจับปลาล่าช้านอกจากจะทำให้กำไรลดลงแล้ว ยังเสี่ยงต่อความเสียหายจากความแปรปรวนของสภาพอากาศและน้ำ

ปลาที่มีขนาดใหญ่ต้องการออกซิเจนสูงอาจจะน็อคตายได้หากปริมาณออกซิเจนในน้ำไม่เพียงพอ สาเหตุที่จับปลาขายล่าช้า เนื่องมาจากปลาโตช้าหรือไม่มีพ่อค้ามารับซื้อ จากข้อมูลกำไรที่ได้ พบว่า ตัวแปรที่สำคัญของความสำเร็จของการเลี้ยงปลานิลในกระชัง คือ อัตราอดตาย อัตราแลกเนื้อและต้นทุนอาหารปลา การที่เกษตรกรยอมเสี่ยงเลี้ยงปลากระชัง เพราะส่วนใหญ่รายได้จากการเลี้ยงปลานิลกระชังมากกว่ารายได้จากการทำไร่ ทำนาหรือการเกษตรอื่น ๆ และไม่ต้องมีที่ดินเป็นของตนเอง ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลได้แก่ สายพันธุ์ปลา ความหนาแน่นของปลาที่เลี้ยง ความแข็งแรงของปลา อาหารและการให้อาหาร สิ่งแวดล้อมที่เลี้ยง Lebel *et al.* (2013) รายงานว่า อัตราแลกเนื้อของปลาในกระชังที่เลี้ยงในภาคเหนือของไทย มีค่าเท่ากับ 1.47 ± 0.43 เมื่อกลางปี 2548 ส่วนการประมาณค่าแลกเนื้อในการศึกษามีค่าสูงขึ้น 1.58 – 1.8 (Table. 1, 2) อาจจะต้องศึกษาเพิ่มเติมว่า สาเหตุที่อัตราแลกเนื้อสูงขึ้นเนื่องจากเกษตรกรให้อาหารปลามากเกินจำเป็น สูตรอาหารมีการปรับเปลี่ยนทำให้ประสิทธิภาพการย่อยหรือการนำไปใช้ประโยชน์ลดลง หรือพันธุกรรมของสัตว์น้ำไม่ดีทำให้ปลาโตช้า ในขณะที่ราคาอาหารสูงขึ้น เกิดความเสี่ยงต่อการขาดทุน ซึ่งอาจจำเป็นต้องใช้ระบบประกันภัยเข้ามาช่วยจัดการความเสี่ยง ปัจจุบันมีกรมธรรม์ประกันภัยพืชผลสำหรับพืชหลัก 2 ชนิด คือ ข้าวและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งให้ความคุ้มครองความเสียหายหรือสูญเสียต่อพืชผลที่เอาประกันภัย ซึ่งเกิดจากภัยตามที่

ระบุไว้ในกรมธรรม์ โดยอาจกำหนดให้คุ้มครองภัยทุกชนิด หรืออาจกำหนดให้คุ้มครองเฉพาะบางภัย เช่น น้ำท่วม ภัยแล้ง ลมพายุ ลูกเห็บตก เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพื้นที่และชนิดของพืชที่จะก่อให้เกิดความเสียหายแตกต่างกัน โดยทั่วไปจะกำหนดให้คุ้มครองเฉพาะภัยธรรมชาติอยู่นอกเหนือการควบคุมของมนุษย์ บริษัท ทิพยประกันภัย จำกัด (มหาชน) รับประกันภัยโคแม่พันธุ์ คุ้มครองกรณีเสียชีวิตของโคแม่พันธุ์สูงสุด 50,000 บาท/ตัว โดยธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) ในฐานะนายหน้าประกันวินาศภัยเป็นผู้นำเสนอผลิตภัณฑ์ประกันภัยและรับชำระค่าเบี้ยประกันภัย อย่างไรก็ตามยังไม่พบโครงการประกันภัยสำหรับด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในประเทศไทย กรณีที่ผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำประสบภัยพิบัติที่สัตว์น้ำตายหรือสูญหาย ให้ดำเนินการช่วยเหลือเป็นเงิน ดังนี้ กุ้งก้ามกราม กุ้งทะเล หรือหอยทะเล ไร่ละ 11,780 บาท ไม่เกินรายละ 5 ไร่ ปลาหรือสัตว์น้ำอื่น ที่เลี้ยงในบ่อดิน นาข้าวหรือร่องสวน (คิดเฉพาะพื้นที่เลี้ยง) ไร่ละ 4,682 บาท ไม่เกินรายละ 5 ไร่ สัตว์น้ำที่เลี้ยงในกระชัง บ่อซีเมนต์ หรือที่เลี้ยงในลักษณะอื่นที่คล้ายคลึงกัน ตารางเมตรละ 368 บาท ไม่เกินรายละ 80 ตารางเมตร

ความเสี่ยงของการเลี้ยงปลานิลในกระชังบริเวณริมฝั่งแม่น้ำปิง ในเขตพื้นที่อำเภอป่าซาง อำเภอเวียงหนองล่อง จังหวัดลำพูน และ อำเภอสันป่าตอง อำเภอดอยหล่อ จังหวัดเชียงใหม่ เกิดจากความแปรปรวนของสภาพอากาศและน้ำในช่วงหน้าร้อนจะมีปริมาณน้ำน้อยลง เกษตรกรบางรายมีการติดตั้งเครื่องเพิ่มอากาศให้กับปลาบริเวณที่เลี้ยงในกระชัง มีการเคลื่อนย้ายกระชังเลี้ยงไปบริเวณที่มีร่องน้ำลึก ลดความหนาแน่นของปลาต่อพื้นที่เลี้ยง ในขณะที่บางปีน้ำแห้งขอดจนไม่สามารถเลี้ยงปลาได้ ความท้าทายของการเลี้ยงปลาในแม่น้ำปิงในเขตเชียงใหม่และลำพูน คือ การขยายตัวของสังคมเมืองและอุตสาหกรรม ทำให้มีการใช้น้ำเพิ่มมากขึ้น ปริมาณน้ำผิวดินที่ไหลผ่านกระชังมีจำนวนลดลง ในขณะเดียวกันน้ำเสียมีปริมาณมากขึ้น หากไม่มีการบริหารจัดการน้ำที่ดีในระยะยาวอาจจะทำให้ไม่สามารถเลี้ยงปลาในกระชังได้ Suwanpakdee *et al.* (2021) รายงานว่า เกษตรกรที่เลี้ยงปลานิลในกระชังในแม่น้ำสงคราม พบปัญหาปลาตายเนื่องจากภัยแล้ง (ร้อยละ 52.7) และน้ำท่วม (ร้อยละ 40.5) เริ่มมีการยกกระชังขึ้นมาปรับเป็นการเลี้ยงบนบกแต่ต้องใช้ต้นทุนที่สูงมาก ระยะในการคืนทุนค่อนข้างยาวซึ่งไม่เหมาะสมกับเกษตรกรรายย่อย

แนวทางในการจัดการเลี้ยงปลานิลที่ดีสำหรับเกษตรกรในเขตอำเภอป่าซาง อำเภอเวียงหนองล่อง จังหวัดลำพูน และ อำเภอสันป่าตอง อำเภอดอยหล่อ จังหวัดเชียงใหม่ ควรพิจารณาปริมาณน้ำและคุณภาพของน้ำในแต่ละช่วงการเลี้ยงเพื่อปรับเวลาในการปล่อยปลาลงเลี้ยง การจัดหาลูกปลานิลที่มีคุณภาพจากแหล่งที่เชื่อถือได้หรือมีประกันความเสียหายของลูกปลา มีการขนส่งที่ดี มีระบบการจัดการสุขภาพสัตว์น้ำ ควรสังเกตอาการของปลาอย่างสม่ำเสมอ ใช้อาหารที่มีคุณภาพ ควรมีการจดบันทึกการให้อาหาร การให้อาหารที่มากหรือบ่อยเกินไปจะทำให้ค่าอัตราแลกเนื้อสูงขึ้น จดบันทึกจำนวนปลาตายในแต่ละวันและหาแนวทางในการแก้ไขป้องกัน การควบคุมเครื่องเติมอากาศให้มีความเหมาะสมเพื่อประหยัดต้นทุนพลังงาน การบริหารจัดการรายรับ-รายจ่าย การจัดการการตลาดหรือการแปรรูปผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิตที่จำหน่าย ควรมีการติดตามตรวจสอบปริมาณและคุณภาพน้ำแต่ละตัวบ่งชี้ เช่น ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำ การเปลี่ยนแปลงของออกซิเจนละลายน้ำในรอบวันและฤดูกาล อายุของผู้เลี้ยงปลาและแนวทางสืบทอดธุรกิจ แนวโน้มของต้นทุนการผลิต แนวโน้มราคาปลาหน้ากระชัง ความต้องการของผลผลิต

บทสรุป

จากการติดตามสถานการณ์การเลี้ยงปลานิลของกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลในกระชังแม่น้ำปิง ในเขตพื้นที่อำเภอป่าซาง อำเภอเวียงหนองล่อง จังหวัดลำพูน และ อำเภอสันป่าตอง อำเภอดอยหล่อ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ปัญหาในการเลี้ยงปลา คือ ปริมาณน้ำในหน้าแล้งลดลง ไม่สามารถควบคุมคุณสมบัติของน้ำได้ อาหารมีราคาแพง การจำหน่ายขายปลาให้กับพ่อค้าคนกลางทำให้ไม่สามารถกำหนดราคาได้ แนวทางในการพัฒนาให้การเลี้ยงปลานิลในกระชังมีความยั่งยืน คือ ควรมีการบริหารจัดการน้ำที่ดีทั้งคุณภาพและปริมาณ การเลือกระยะเวลาในการปล่อยปลาลงเลี้ยง ส่งเสริมการให้อาหารปลาที่ถูกวิธี ควรส่งเสริมให้เกษตรกรมีความรู้ด้านการตลาดที่หลากหลายเพื่อการวางแผนการผลิตและการจัดจำหน่ายปลานิล ส่งเสริมการรวมกลุ่มที่เข้มแข็งด้านการแปรรูปเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายและเพิ่มมูลค่า

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนการวิจัย จากงบประมาณโครงการบริการวิชาการ งบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2564 – 2565

เอกสารอ้างอิง

Belton, B., Little, D. and Grady, K. 2009. Is Responsible Aquaculture Sustainable Aquaculture? WWF and the Eco-Certification of Tilapia. Society & Natural Resources. 22(9): 840-855.

Brande, M.R., Santos, D.F, L, and Bueno, G.W. 2023. Economic and financial risks of commercial tilapia cage culture in a neotropical reservoir. Heliyon. 9(6): e16336.

Bunnajirakul, S. 2018. Emerging Disease in Tilapia: Tilapia Lake Virus Disease (TiLVD). Journal of Mahanakorn Veterinary Medicine. 13(1): 77 – 83. [in Thai]

Chitmanat, C., Lebel, P., Whangchai, N., Promya, J. and Lebel, L. 2016. Tilapia diseases and management in river-based cage aquaculture in Northern Thailand. Journal of Applied Aquaculture. 28(1): 1 – 8. http://dx.doi.org/10.1080/10454438.2015.1104950.

Georgiadis, M., Gardner, I. and Hedrick, R. 2001. The role of epidemiology in the prevention, diagnosis, and control of infectious diseases of fish. Preventive Veterinary Medicine 48(4): 287–302. doi:10.1016/S0167-5877(00)00202-6.

Kunda, M., Pandit, D. and Harun-Al-Rashid, A. 2021. Optimization of stocking density for mono-sex Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) production in riverine cage culture in Bangladesh. Heliyon. 7(11): e08334.

Lebel, P., Whangchai, N., Chitmanat, C., Promya, J., Chaibu, P., Sriyasak, P. and Lebel, L. 2013. River- Based Cage Aquaculture of Tilapia in Northern Thailand: Sustainability of Rearing and Business Practices. Natural Resources. 4: 410 – 421. http://dx.doi.org/10.4236/nr.2013.45051.

Madyod, S., Hnuchu, S., Bunrod, S. and Madyod, S. 2020. External parasites of cage-cultured tilapia (*Oreochromis niloticus* Lnn.) in dry season at Tapi river in Nakhon Si Thammarat province. Journal of Fisheries Technology Research. 14(1): 55 – 64. [in Thai]

Nooritthi, K. 2021a. Study of Tilapia Cage-Culture in the Contract and Independent Farming : A Case Study in the Northeastern Region of Thailand. Technical Paper No. 1/2021. Fisheries Economics Group Fisheries Development Policy and Planning Division Department of Fisheries Ministry of Agriculture and Cooperatives Bangkok. [in Thai]

Nooritthi, K. 2021b. Situation of Nile Tilapia product and production in 2021 and Trend in 2022. Fisheries Statistics of Thailand 2021. Fisheries Economics Group Fisheries Developmen2t Policy and Planning Division Department of Fisheries Ministry of Agriculture and Cooperatives Bangkok [online]. Available from https://www.fisheries.go.th/strategy/fisheconomic/Monthly report/tilapia/3. สถานการณ์ปลานิล Q4 64.pdf [2023, March 5]

Raksayot, N., and Phudphuek, N. 2013. Cost management strategies of Tilapia and Red Tilapia fish keeping in floating baskets of fish keeping groups in Surat Thani province. Thailand Science Research and Innovation (TSRI). 90-94.

Suwanpakdee, S., Sriyasak, P. and Pimolrat, P. 2021. Risk of Climate Variability on Tilapia Cage Culture in Songkhram River in Northeastern Thailand. ASEAN Journal of Scientific and Technological Reports. 24(3): 76 – 83.

Taruwan, W. 2010. Studying on cage culture of Nile Tilapia (*Oreochromis Nilotica*) in Mukdahan Province. Journal of Graduate School, Pityatat 5(1): 142-144.

Thongdon-a, R. 2013. Study on diseases and parasites in cage-cultured red hybrid tilapia (*Oreochromis* sp.). The Graduate School, Kasetsart University. [in Thai]

Thongbamrung, W. and Lertsutthichawan, T. 2014. Monogeneans in Cage-cultured Red Tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*) in Tapi River, Nakhonsithammarat. Journal of Science and Technology, Ubon Ratchathani University. 16(1): 32 – 40. [in Thai]

Ueasin, N. and Duangmane, C. 2021. Cost and Benefit of Tilapia Farming in the Cage Along the Mekhong River (Nong Khai Province) During the Production Year of 2019. Journal of Business, Economics and Communication. 16(3): 144 – 162.

การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกเพื่อเพิ่มผลผลิตของกุ้งขาว

The use of probiotic microorganisms to increase the yield of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei)*

พรชัย รุ่งศรี[1] ปราณีต งามเสน่ห์ [2] เบญจมาศ ไพบูลกิจกุล[3] กฤติมา กษมาวุฒิ[4] และสำเนาว์ เสาวกูล[4]

Pornchai Rungsri[1] Praneet Ngamsnae[2] Benjamas Paibulkichakul [3] Krittima Kasamawut[4] and Samnao Saowakoon[4]

[1]หลักสูตรเทคโนโลยีเกษตร คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ สุรินทร์

[2]สาขาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

[3]คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี

[4]สาขาประมง คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ สุรินทร์

Corresponding author: samnao.sa@rmuti.ac.th

Received: July 13, 2023

Revised: Oct 17, 2023

Accepted: Oct 18, 2023

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้ศึกษาผลของการใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกต่ออัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด จำนวน 5 กลุ่มทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 (T1) กลุ่มควบคุมไม่ผสมจุลินทรีย์ในอาหาร, กลุ่มที่ 2 (T2) ผสมจุลินทรีย์ *Lactobacillus casei* 10%, กลุ่มที่ 3 (T3) ผสมจุลินทรีย์ *Saccharomyces cerevisiae* 10%, กลุ่มที่ 4 (T4) ผสมจุลินทรีย์ *Bacillus subtilis* 10% และกลุ่มที่ 5 (T5) ผสมจุลินทรีย์ (*Lactobacillus casei* , *Saccharomyces cerevisiae* และ *Bacillus subtilis*) 10% (ใช้อัตราส่วนจุลินทรีย์เท่ากันทั้ง 3 ชนิด) ระดับของเชื้อโพรไบโอติกเริ่มต้น เท่ากับ 10^8 CFU/ml การเลี้ยงกุ้งขาวดำเนินการในบ่อซีเมนต์ ขนาด 5 ตารางเมตร (1.3 x 3.85 x 0.75 เมตร) เททับพื้นบ่อด้วยดินจากบ่อเลี้ยงกุ้งความสูง 10 เซนติเมตร กุ้งขาวมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 2.37 – 2.44 กรัม จำนวน 375 ตัว/บ่อ (75 ตัว/ตารางเมตร) และให้อาหารเม็ดสำหรับกุ้งขาว โดยหว่านกระจายให้ทั่วบ่อ ให้อากาศตลอดเวลาในการทดลอง 60 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าผลผลิตเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง T1, T2 , T3 , T4 และ T5 เท่ากับ 3.22±0.33, 3.60±0.36, 4.58±0.41, 5.24±0.43 และ 3.93±0.33 กิโลกรัม/บ่อ ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตน้ำหนักต่อวัน เท่ากับ 0.20±0.02, 0.22±0.01, 0.25±0.01, 0.29±0.01 และ 0.23±0.02 กรัมต่อวัน น้ำหนักสุดท้ายเท่ากับ 14.18±0.91, 15.53±0.36, 17.55±0.69, 19.71±0.64 และ 15.91±0.85 กรัม ตามลำดับ ค่าที่รายงานมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) ระหว่างกลุ่มทดลองที่ใช้และไม่ใช้โพรไบโอติก อัตราการแลกเนื้อของแต่ละกลุ่มทดลองเท่ากับ 2.09±0.14, 1.89±0.10, 1.83±0.19, 1.66±0.09 และ 1.82±0.11 ตามลำดับ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่ากลุ่มที่เสริมโพรไบโอติกให้อัตราการแลกเนื้อที่ดีกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนอัตราการรอดตาย เท่ากับ 60.72±6.45, 61.87±7.40, 69.47±3.66, 70.83±4.64 และ 66.11±8.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

เมื่อเทียบกับกลุ่มทดลองควบคุม พบว่า กลุ่มที่เสริมโพรไบโอติกทุกกลุ่มมีอัตราการรอดตายที่สูงกว่ากลุ่มควบคุม กลุ่มทดลอง T4 เสริมโพรไบโอติก *Bacillus subtilis* ให้ผลการเจริญเติบโต ผลผลิตสูง อัตราแลกเนื้อ และอัตราการรอดตายดีที่สุด

คำสำคัญ: โพรไบโอติก, การเจริญเติบโต, จุลินทรีย์, กุ้งขาว

Abstract

This research was conducted to study effects of probiotic microorganisms application in aquaculture on growth performance and yield of pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). The research was planned according to the completely randomized design (CRD) having 5 experimental treatments, of which individual treatments had 3 replications. The treatments were referred to group 1(T1) control group, having no mixtures of probiotic in the diet, group 2 (T2) mixing with *Lactobacillus casei* for 10% shrimp feed weight, group3 (T3) mixing with *Saccharomyces cerevisiae* for 10% shrimp feed weight, group4 (T4) mixing with *Bacillus subtilis* for 10% shrimp feed weight and group 5 (T5) mixing with 3 probiotics *(Lactobacillus casei, Saccharomyces cerevisiae* and *Bacillus subtilis*) for 10% shrimp feed weight (using the same ratio for all 3 species). The initial level of probiotic bacteria was 10^8 CFU/ml. The shrimp were cultured in a cement pond of 5 m^2 (width 1.3 meters, length 3.85 meters, height 0.75 meters) pounded over the pond bottom with the soil from the shrimp pond making a height of 10 cm. The initially average weight of the white shrimp was 2.37-2.44 grams. There were 375 shrimps/pond (75 shrimp/m^2) and were fed with pellets for white shrimp by spreading it all over the pond, which the air was supplied continuously during 60 day-study period. At the end of experiments, an average yield for T1, T2, T3, T4 and T5 was 3.22±0.33, 3.60±0.36, 4.58±0.41, 5.24±0.43 and 3.93±0.33 Kg/ pond, respectively. The average daily gain (ADG) as for the same treatment order was 0.20±0 .02, 0.22±0.01, 0.25±0.01, 0.29±0.01 and 0.23±0.02 g/day, respectively. The final weight (FW) for individual treatments was 14.18± 0 . 91, 15. 53±0.36, 17.55±0.69, 19.71±0.64 and 15.91±0.85 g., respectively. The feed conversion ratio (FCR) was 2.09±0.14, 1.89±0.10, 1.83±0.19, 1.66±0.09 and 1.82±0.11, respectively. It was found that there were statistically significant different ($p<0.05$) between treatments with and without probiotics. The survival rate (SR) individually was 60.72±6.45, 61.87±7.40, 69.47±3.66, 70.83±4.64 and 66.11±8.10 percent, respectively. These were not significantly different ($p>0.05$) compared to the control group (T1). However, it was found that all treatments having the probiotic supplement had a higher SR value than the control. The T4 treatment having *Bacillus subtilis* supplemented yield provided the best growth performance and productivity, FCR as well as SR.

Keywords: Probiotic, Growth performance, Microorganisms, White shrimp

บทนำ

กุ้งขาว คือสัตว์น้ำส่งออกที่มีทั้งมูลค่าและปริมาณการส่งออกมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อเศรษฐกิจการประมงไทยและของโลก เป็นกุ้งน้ำเค็มที่สามารถปรับเลี้ยงในสภาวะความเค็มต่ำได้ ให้ผลผลิตสูง การเลี้ยงกุ้งขาวปัจจุบันได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง มีการปล่อยอัตราหนาแน่นสูง เช่น งานวิจัยของ Irani *et al*. (2023) ปล่อยอัตราความหนาแน่น 100 ตัวต่อตารางเมตร ยังให้อัตรารอดตาย 100% ในสภาวะที่ไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำและใช้ระบบ biofloc การพัฒนาด้านอาหารที่มีโปรตีนสูงและให้ปริมาณมากเพียงพอกับความต้องการของกุ้ง นำไปสู่การเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ ทำให้กุ้งเกิดความเครียด อ่อนแอ และทำให้แบคทีเรียก่อโรคกลุ่มฉวยโอกาส (opportunistic pathogens) ทำให้กุ้งป่วยเป็นโรค ก่อให้เกิดการระบาดของโรคในกุ้งในเวลาต่อมา สร้างความเสียหายแก่อุตสาหกรรมการเลี้ยงกุ้งเป็นอย่างมาก การเพิ่มผลผลิตในการเลี้ยง โดยการใช้ยาและสารเคมีที่มากเกินความจำเป็น ย่อมส่งผลกระทบทำให้เกิดการตกค้างของยาและสารเคมีส่งผลเสียต่อการส่งออก หรือแม้แต่ผู้บริโภคในประเทศเอง โรคระบาดที่เกิดขึ้นกับการเพาะเลี้ยงกุ้งขาว ที่เกิดจากเชื้อไวรัส เช่น โรคตัวแดงดวงขาว โรคหัวเหลือง โรคทอร่า ส่วนโรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียวิบริโอ มีความรุนแรงและสร้างความเสียหาย เช่น โรคตายด่วน EMS (Early Mortality Syndrome) หรือเรียกอีกชื่อว่าโรคตับ-ตับอ่อนอักเสบอย่างรุนแรง AHPND (Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease) ซึ่งมีสาเหตุมาจากเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio parahaemolyticus* สายพันธุ์สร้างสารพิษ ส่วนกลุ่มอาการขี้ขาว (White feces syndrome) โรคเรืองแสง โรคตับอักเสบ ล้วนมีแบคทีเรียวิบริโอ เป็นสาเหตุร่วมสร้างความเสียหายขยายเกือบทุกพื้นที่การเลี้ยงกุ้ง กลุ่มอาการขี้ขาวจะพบเส้นสีขาวที่ลอยน้ำ อาการตัวหลวม ขนาดไม่สม่ำเสมอ และทยอยตาย กุ้งที่เป็นโรคจะพบการลอกหลุดของผนังเซลล์ตับและตับอ่อน และมีอาการติดเชื้อวิบริโอหลายชนิด (*Vibrio* spp.) เกษตรกรจำเป็นต้องมีการใช้ยาปฏิชีวนะในการแก้ปัญหา ซึ่งต้องเพิ่มปริมาณการใช้มากขึ้น และถี่ขึ้น รวมทั้งการเกิดปัญหาเชื้อดื้อยาตามมา ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น การเลี้ยงไม่ประสบความสำเร็จ ประสบปัญหาการขาดทุน การประยุกต์ใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกที่มีคุณสมบัติส่งเสริมการเจริญเติบโต ปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้อาหาร ปรับปรุงคุณภาพน้ำ ควบคุมปริมาณสารอินทรีย์ เพื่อสร้างสิ่งแวดล้อมที่ดีให้กุ้งทนต่อสภาวะความเครียดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ชนิดของโพรไบโอติกที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เช่น *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp., *Enterococcus* sp., *Carnobacterium* sp. (Patricia *et al*,. 2012)

Rengpipat *et al. (*1998) และ Rengpipat *et al*. (2000) ทดลองใช้แบคทีเรียโพรไบโอติก *Bacillus* S11 เสริมในอาหารเลี้ยงกุ้งกุลาดำ พบว่ามีประสิทธิภาพส่งเสริมการเจริญเติบโต เพิ่มอัตรารอดตาย ส่งเสริมระบบภูมิคุ้มกัน Valle *et al*. (2023) กล่าวว่า ยีสต์ *S. cerevisiae* ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต ช่วยระบบการย่อย กระตุ้นระบบภูมิต้านทานในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การเสริมโพรไบโอติก เพื่อวัตถุประสงค์สร้างความแข็งแรงและเพิ่มผลผลิตกุ้งขาว ตัวอย่างของจุลินทรีย์ เช่น จุลินทรีย์สกุลบาซิลลัส *Bacillus* spp. จุลินทรีย์สกุลแลคโตบาซิลลัส *Lactobacillus* spp. ยีสต์ *Saccharomyces* spp. ซึ่งพบว่าสามารถเพิ่มการเจริญเติบโต เพิ่มผลผลิต ปรับปรุงอัตราการแลกเนื้อ เพิ่มอัตราการรอดของกุ้งให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น ปรับปรุงคุณภาพน้ำให้มีความเหมาะสม มีต้นทุนการการผลิตที่ต่ำลง เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติก งานวิจัยในครั้งนี้มุ่งเน้นการนำไปใช้จริงในสภาวะแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับการเลี้ยงจริง ทั้งการจัดการคุณภาพน้ำ สิ่งแวดล้อม ความหนาแน่นในการเลี้ยงตลอดจนแนวทางการจัดการคุณภาพน้ำและการให้อาหาร โดยเลือกชนิดจุลินทรีย์ที่มีการใช้จริงในพื้นที่ และประสบความสำเร็จเพื่อหา

ข้อมูลสรุปผลการส่งเสริมการเจริญเติบโตอันนำไปสู่การเลี้ยงกุ้งขาวที่ประสบความสำเร็จและมีความมั่นคงสูง ไม่มีสารตกค้าง ส่งผลดีต่อผู้บริโภคและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

วิธีการดำเนินการวิจัย

การเตรียมบ่อทดลอง

บ่อทดลองที่ใช้เป็นบ่อปูนซีเมนต์ ขนาด 5 ตารางเมตร (กว้าง 1.3 เมตร ยาว 3.85 เมตร สูง 0.75 เมตร) เททับพื้นบ่อด้วยดินพื้นบ่อ จากบ่อเลี้ยงกุ้งความสูง 10 เซนติเมตร จำนวน 15 บ่อ ทำความสะอาดบ่อทดลองให้สะอาดและปราศจากเชื้อโดยใช้คลอรีนเข้มข้น 30 ppm และตากบ่อให้แห้ง 7 วัน หลังจากนั้นเติมน้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อเข้าให้มีความสูงระดับ 60 เซนติเมตร มีการให้อากาศอย่างเพียงพอ เปิดเครื่องให้อากาศตลอดเวลาการเลี้ยง และควบคุมค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ไม่ต่ำกว่า 5.0 ppm

การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกและแหล่งที่มาของจุลินทรีย์

แหล่งที่มาของเชื้อจุลินทรีย์ เป็นผลิตภัณฑ์ในรูปผงที่มีการใช้ในการเลี้ยงกุ้งขาวและให้ผลการเลี้ยงในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวของเกษตรกรที่ประสบความสำเร็จในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ในการเตรียมเชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิดจะทำการเตรียมช่วงเช้าทุกวันเวลา 06.00 น. และทำการเจือจางจุลินทรีย์แต่ละชนิดให้ได้ระดับความเข้มข้นของเชื้อก่อนผสมอาหารที่ระดับ 10^8 CFU/ml และนำไปผสมอาหารอัตรา 10% ของน้ำหนักอาหารที่ให้กุ้งกินต่อวัน

การเตรียมลูกกุ้งก่อนเริ่มการทดลอง

ทำการเลี้ยงกุ้งขาว ตั้งแต่ระยะนอร์เพลียส จนถึงกุ้งระยะโพสท์ลาวา 12 (PL12) และปรับความเค็มสุดท้ายให้ได้ความเค็ม 25 ppt เลี้ยงในบ่อปูนซีเมนต์ 5 ตารางเมตร (กว้าง 1.3 เมตร ยาว 3.85 เมตร ความสูง 0.75 เมตร) โดยใช้นอร์เพลียสจำนวน 250,000 ตัว/บ่อ (50,000 ตัว Nauplius/ตารางเมตร) ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงประมาณ 20-25 วัน ตั้งแต่เริ่มระยะ Nauplius จนได้ลูกกุ้งระยะโพสท์ลาวา 12 (PL12) มีการตรวจคุณภาพของ Nauplius และ กุ้ง PL12 ต้องปลอดเชื้อโรคอันตราย ได้แก่ เชื้อไวรัสก่อโรคตัวแดงดวงขาว (White spot syndrome virus, WSSV) ไวรัสทอร่าซินโดรม (Taura syndrome virus, TSV) ไวรัสก่อโรคหัวเหลือง (Yellow head virus, YHV) ไวรัสก่อโรคแคระแกร็น (Infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus, IHHNV) เชื้อแบคทีเรียก่อโรคตับวายเฉียบพลัน *Vibrio parahaemolyticus* – Acute hepatopancreatic necrosis disease และปรสิต EHP (*Enterocytozoon hepatopenaei*) โดยใช้ เทคนิค Real time PCR และนำลูกกุ้งระยะ PL 12 ที่ผ่านการตรวจโรค ไปอนุบาลต่อ ในบ่อซีเมนต์ขนาด 5 ตารางเมตร (กว้าง 1.3 เมตร ยาว 3.85 เมตร สูง 0.75 เมตร) โดยใช้ลูกกุ้งระยะ PL12 จำนวน 20,000 ตัว (4,000 ตัว /ตารางเมตร) เป็นระยะเวลา 30 วัน ใช้อาหารเม็ดสำหรับกุ้งขาวโปรตีน 38-40% ให้อาหารวันละ 4 มื้อ โดยการหว่านให้กระจายบทั่วบ่อ เวลา 08.00 น. 11.00 น. 14.00 น. และ 17.00 น. มีการให้อากาศอย่างเพียงพอ คัดเลือกกุ้งที่มีน้ำหนักและขนาดใกล้เคียงกันเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

การดำเนินการทดลอง

นำลูกกุ้งที่ผ่านการอนุบาลระยะ PL 12 เป็นระยะเวลา 30 วัน โดยชั่งน้ำหนัก (กรัม) เป็นค่าเริ่มต้น เลี้ยงในบ่อทดลองบ่อปูนซีเมนต์ ขนาด 5 ตารางเมตร (กว้าง 1.3 เมตร ยาว 3.85 เมตร สูง 0.75 เมตร) ที่เตรียมบ่อไว้เรียบร้อย โดยใช้กุ้ง จำนวน 375 ตัว/บ่อ (75 ตัว /ตารางเมตร) ให้อาหารเม็ดสำหรับกุ้งขาวโปรตีน 38-40% ที่แตกต่างกันด้วยโพรไบโอติกชนิดแตกต่างกัน ให้อาหารวันละ 4 มื้อ ปริมาณอาหารที่ให้เริ่มต้นที่ 7.5% ของน้ำหนักตัวต่อวัน เวลา 08.00 น. 11.00 น. 14.00 น. และ 17.00 น. มีการให้อากาศอย่างเพียงพอ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำต้องมากกว่า 5 ppm ตลอดการเลี้ยง มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 20% ทุก ๆ สัปดาห์ ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำ เวลา 07.00 น. ก่อนที่จะมีการให้อาหารมื้อแรกของวัน โดยไม่มีการดูดตะกอนออก การตรวจสอบการกินอาหารของกุ้งโดยใช้เทคนิคการเช็คยอ มีการวางยอเพื่อตรวจสอบปริมาณการกินอาหารเพียงพอหรือไม่ หรือมีอาหารเหลือ วางยอบ่อละ 1 ยอ โดยกุ้งขาวอายุ 1-30 วัน จะใส่อาหารที่ 1 กรัม/ยอ/1 กิโลกรัมอาหารที่ให้ เช็คยอที่ 3 ชม. และกุ้งขาวอายุ 31-60 วัน จะใส่อาหารที่ 2 กรัม/ยอ/1 กิโลกรัมอาหารที่ให้เช็คยอที่ 2 ชม

การวางแผนการทดลอง

การวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) แบ่งออกเป็น 5 กลุ่มการทดลอง (Treatment) ในแต่ละกลุ่มการทดลองมี 3 ซ้ำ โดยระดับความเข้มข้นของจุลินทรีย์แต่ละชนิด หลังทำการเจือจางแล้วให้ได้ระดับความเข้มข้น 10^8 CFU/ml และนำจุลินทรีย์ที่ระดับความเข้มข้นดังกล่าวนำไปผสมอาหารกุ้งโดยการฉีดพ่น (spray)ให้ทั่วเม็ดอาหาร ดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 (T1) กลุ่มควบคุม ไม่ผสมเชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร
กลุ่มทดลองที่ 2 (T2) ผสมจุลินทรีย์แลคติก *Lactobacillus casei* 10% ของน้ำหนักอาหารที่ให้
กลุ่มทดลองที่ 3 (T3) ผสมจุลินทรีย์ ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* 10% ของน้ำหนักอาหารที่ให้
กลุ่มทดลองที่ 4 (T4) ผสมจุลินทรีย์ *Bacillus subtilis* จำนวน 10% ของน้ำหนักอาหารที่ให้
กลุ่มทดลองที่ 5 (T5) ผสมจุลินทรีย์รวม (*Lactobacillus* , Yeast และ *Bacillus*) 10% ของน้ำหนักอาหารที่ให้ (โดยใช้อัตราส่วนที่เท่ากันทั้ง 3 ชนิด)

การเก็บข้อมูล

น้ำหนัก (กรัม) และความยาว (เซนติเมตร) เริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลอง
น้ำหนักอาหารที่กุ้งกิน (กรัม) ทุกวันตลอดการเลี้ยง
ผลผลิตกุ้ง (กิโลกรัม) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG) $= \frac{\text{น้ำหนักสุดท้าย-น้ำหนักเริ่มต้น}}{\text{จำนวนวัน}}$

น้ำหนักกุ้งที่เพิ่มขึ้น (WG) = น้ำหนักสุดท้าย-น้ำหนักเริ่มต้น

อัตราแลกเนื้อ (FCR) $= \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่กุ้งกิน}}{\text{น้ำหนักกุ้งที่เพิ่มขึ้น}}$

อัตราการรอด (Survival rate) $= \frac{\text{จำนวนกุ้งที่เหลือรอด x 100}}{\text{จำนวนกุ้งที่เริ่มทดลอง}}$

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

วิเคราะห์คุณภาพน้ำระหว่างช่วงการทดลอง อุณหภูมิของน้ำวัดโดยเทอร์โมมิเตอร์ วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่องวัด pH meter โดยทำการวัดทุกวันในช่วงเวลา 6.00 น. และ 14.00 น. ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ (Dissolved oxygen; DO) ใช้เครื่องมือ DO meter YSI วัดทุกวันเวลา 6.00 น. ค่าความเป็นด่าง (Alkalinity) วัดสัปดาห์ละครั้ง ทำการวิเคราะห์โดยวิธีมาตรฐานของ APHA (2005) ค่าแอมโมเนียรวม (Total ammonia nitrogen) ไนไตรท์ (Nitrite) วัดทุก ๆ 3 วัน ทำการวิเคราะห์โดยวิธีมาตรฐานของ APHA (2005) ส่วนค่าความเค็ม วัดด้วยกล้องวัดความเค็ม ทำการตรวจวิเคราะห์สัปดาห์ละครั้ง

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลค่าเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลอง ที่ทำการศึกษา ได้แก่ น้ำหนัก อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตราการรอดตาย มาวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (SPSS)

ผลวิจัยและอภิปรายผล

การเจริญเติบโต

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ โดยใช้น้ำหนักกุ้งเริ่มต้นในการทดลอง 2.37-2.44 กรัม จำนวน 375 ตัว/บ่อ (75 ตัว/ตารางเมตร) และให้อาหารเม็ดสำหรับกุ้งขาว ให้อากาศตลอดเวลา ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 60 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า น้ำหนักสุดท้าย (FW) T1, T2, T3, T4 และ T5 มีค่าเท่ากับ 14.18±0.91, 15.53±0.36, 17.55±0.69, 19.07±0.64 และ 15.91±0.85 กรัม ตามลำดับ โดยกลุ่มทดลองที่ผสมโพรไบโอติกทุกกลุ่มมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งกลุ่มทดลองที่ 4 มีน้ำหนักสุดท้ายสูงที่สุด (Table 1, Figure 1) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (WG) T1, T2, T3, T4 และ T5 มีค่าเท่ากับ 11.81±0.99, 13.10±0.44, 15.17±0.72, 17.33±0.66 และ 13.52±0.97 กรัม ตามลำดับ โดยกลุ่มทดลองที่ผสมโพรไบโอติกทุกกลุ่มมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งกลุ่มทดลองที่ 4 มีค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด (Table 1, Figure 2) อัตราการเจริญเติบโตน้ำหนักต่อวัน (ADG) T1, T2, T3, T4 และ T5 มีค่าเท่ากับ 0.20±0.02, 0.22±0.01, 0.25±0.01, 0.29±0.01 และ 0.23±0.02 กรัมต่อวัน ตามลำดับ โดยกลุ่มทดลองที่ผสมโพรไบโอติกทุกกลุ่มมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งกลุ่มทดลองที่ 4 มีค่า ADG สูงที่สุด (Table 1, Figure 3) อัตราการแลกเนื้อ (FCR) T1, T2, T3, T4 และ T5 มีค่าเท่ากับ 2.09±0.14, 1.89±0.10, 1.83±0.19, 1.66±0.09 และ 1.82±0.11 ตามลำดับ โดยกลุ่มทดลองที่ผสมโพรไบโอติกมีค่า FCR ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งกลุ่มทดลองที่ 4 มีค่า FCR ต่ำที่สุด (Table 1, Figure 4) อัตราการรอดตาย (SR) T1, T2, T3, T4 และ T5 มีค่าเท่ากับ 60.72±6.45, 61.87±7.40, 69.47±3.66, 70.83±4.64 และ 66.11±8.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่ากลุ่มที่เสริมโพรไบโอติกทุกกลุ่มมีอัตราการรอดตายที่สูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งกลุ่มทดลองที่ 4 มีค่าสูงที่สุด (Table 1, Figure 5) ผลผลิตต่อบ่อ (Yield) T1, T2, T3, T4 และ T5 มีค่าเท่ากับ 3.22±0.00, 3.60±0.36, 4.58±0.41, 5.24±0.43 และ 3.93±0.33 กิโลกรัม/บ่อ ตามลำดับ โดยกลุ่มทดลองที่ผสมโพรไบโอติกทุกกลุ่มมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งกลุ่มทดลองที่ 4 มีผลผลิตสูงที่สุด (Table 1, Figure 6) ส่วนคุณภาพ

น้ำตลอดการทดลอง พบว่า คุณภาพน้ำที่ทำการศึกษาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ทุกกลุ่มทดลองที่เสริมโพรไบโอติกและไม่เสริมโพรไบโอติก และอยู่ในระดับที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งขาว

Table 1. Effect of different probiotics on growth performance. Value represent Mean±SD. The different letters for each parameter in the same row indicate significant difference ($p<0.05$).

Treatment	T1	T2	T3	T4	T5
	(Control)	(*Lactobacillus*)	(*Saccharomyces*)	(*Bacillus*)	(Mixed)
Initial Weight (g)	2.37±0.14^{a}	2.44±0.25^{a}	2.38±0.03^{a}	2.38±0.09^{a}	2. 2.39±0.11^{a}
Final Weight (g)	14.18±0.91^{a}	15.53±0.36^{b}	17.55±0.69^{c}	19.71±0.64^{d}	15.91±0.85^{b}
Weight Gain (g)	11.81±0.99^{a}	13.10±0.44^{ab}	15.17±0.72^{c}	17.33±0.66^{d}	13.52±0.97^{b}
ADG (g/day)	0.20±0.02^{a}	0.22±0.01^{b}	0.25±0.01^{c}	0.29±0.01^{d}	0.23±0.02^{b}
FCR	2.09±0.14^{a}	1.89±0.10^{b}	1.83±0.19^{bc}	1.66±0.09^{c}	1.82±0.11^{b}
Survival rate (%)	60.72±6.45^{a}	61.87±7.40^{a}	69.47±3.66^{a}	70.83±4.64^{a}	66.11±8.10^{a}
Yield (Kg)	3.22±0.33^{a}	3.60±0.36^{a}	4.58±0.41^{bc}	5.24±0.43^{c}	3.93±0.33^{ab}

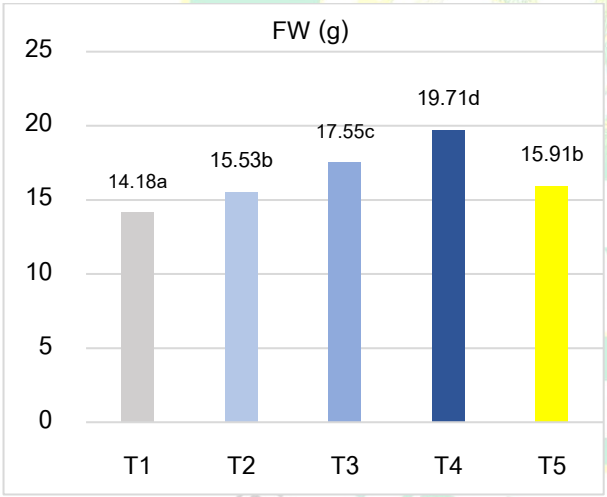

Figure 1. The final weight (FW) at the end of experiment (60 days)

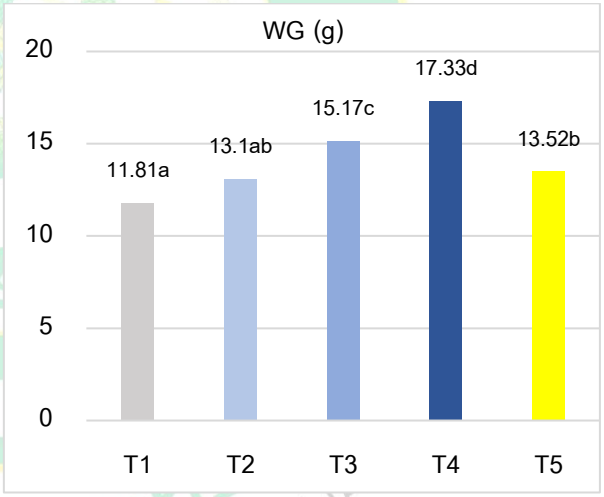

Figure 2. The weight gain (WG) at the end of experiment (60 days)

*The different letters on each bar indicate significant differences ($P < 0.05$).

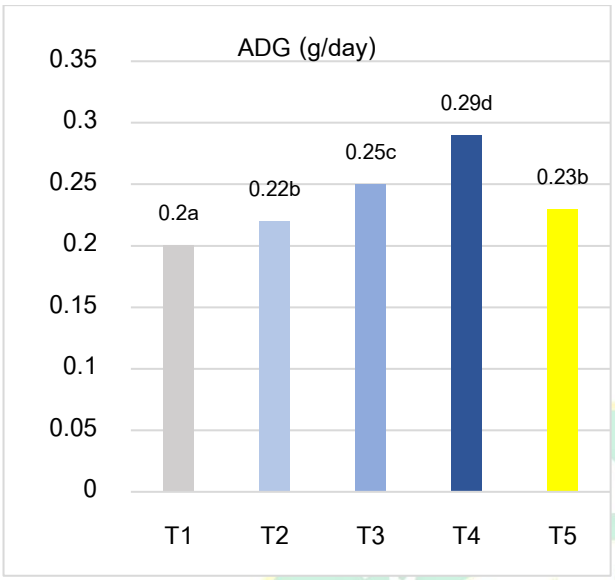

Figure 3. The average daily gain (ADG) at the end of experiment (60 days).

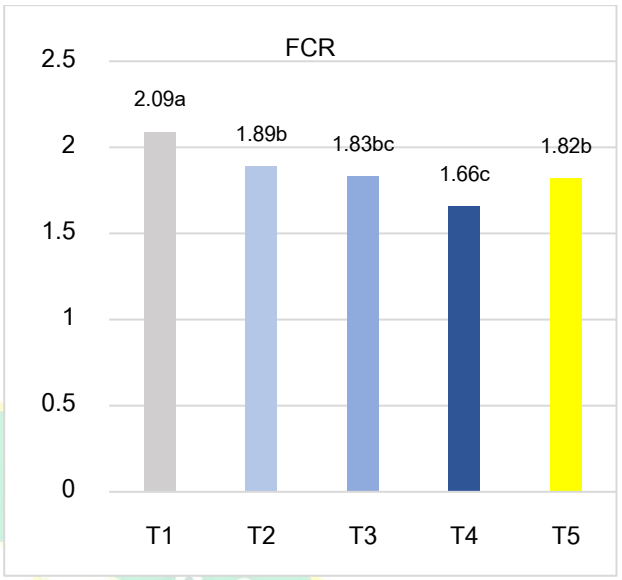

Figure 4. Feed Conversion Ratio (FCR) at the end of experiment (60 days).

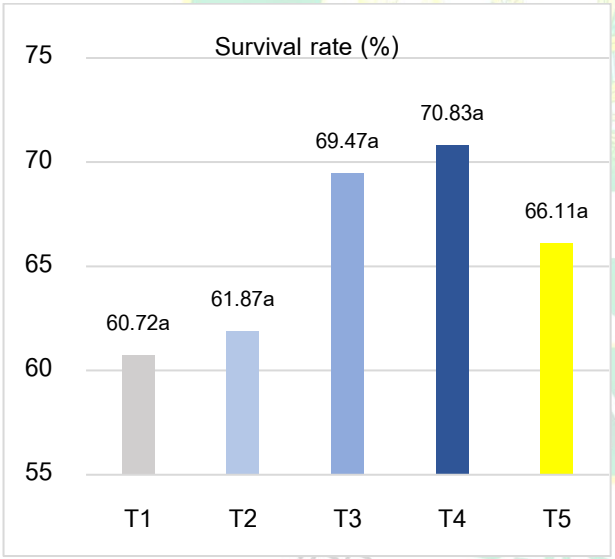

Figure 5. The survival rate (SR) at the end of experiment (60 days)

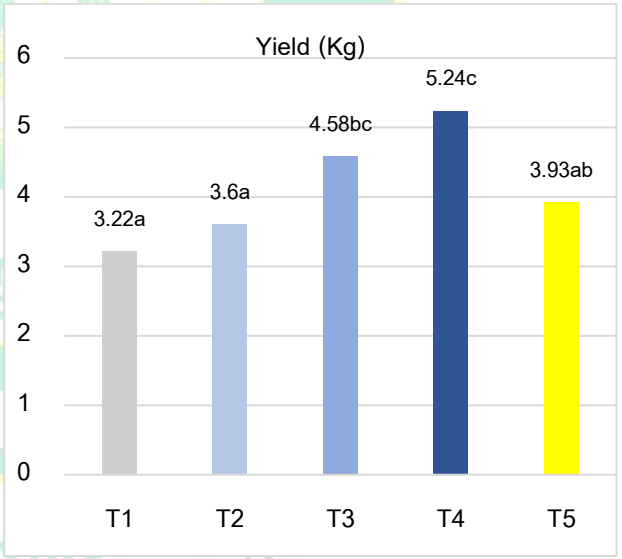

Figure 6. The Yield per pond at the end of experiment (60 days)

*The different letters on each bar indicate significant differences ($P < 0.05$).

วิจารณ์ผลการทดลอง

โพรไบโอติกช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต สร้างสารอาหารและเอนไซม์ต่างๆ จากการรายงานของ Wang *et al*. (2000) จุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารกุ้งขาว (*Penaeus chinensis*) สามารถสร้างสารประกอบเอนไซม์เพื่อใช้ในการย่อย และสังเคราะห์สารอาหารที่กุ้งสามารถดูดซึมได้ ส่วน Buruiana *et al.* (2014) พบว่าจุลินทรีย์ *Bacillus* spp. ช่วยในการเจริญเติบโตและป้องกันการเกิดโรคในสัตว์น้ำ เช่นเดียวกับ Ninawe and Selvin (2009) แบคทีเรียโพรไบโอติก สามารถผลิตเอนไซม์ย่อยอาหารบางชนิด มีส่วนช่วยการย่อยอาหารของกุ้งซึ่งมีส่วนช่วยในการเพิ่มความต้านทานความเครียดและส่งผลดีต่อสุขภาพกุ้ง นอกจากนี้ Zokaeifar *et al.* (2012) และ Zokaeifar *et al.* (2014) ทำการศึกษาใช้โพรไบโอติก *B. subtilis* ผสมอาหารในการเลี้ยงกุ้งขาว *(L. vannamei*) 2 ระดับ 10^5 CFU/g และ 10^8 CFU/g เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม(ไม่ผสมโพรไบโอติก) ระยะเวลาทดลอง 8 สัปดาห์ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า กลุ่มที่เสริมโพรไบโอติก มีประสิทธิภาพการเจริญเติบโตที่ดีกว่ากลุ่มควบคุม โดยพบว่ามีค่าน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตรารอดตายสูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่วน Wang *et al.* (2012) ได้รายงานผลการศึกษาผสมโพรไบโอติก *B. coagulans* ในอาหารกุ้งขาว (*L. vannamei*) เป็นเวลา 50 วัน เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่เสริมโพรไบโอติกและไม่เสริมโพรไบโอติก พบว่า กลุ่มทดลองที่ให้โพรไบโอติก มีอัตราการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายที่ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เช่นเดียวกับ Harpeni *et al.* (2017) ใช้โพรไบโอติก *Bacillus* sp. D2.2 ระดับความเข้มข้นของเชื้อ 10^6 CFU/ml ผสมอาหาร 6% เลี้ยงกุ้งขาว 32 วัน เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม(ไม่ได้ผสมโพรไบโอติก) พบว่าช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต โดยมีค่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง และอัตราการรอดตายที่สูงกว่า รวมทั้งมีอัตราการแลกเนื้อที่ดีกว่ากลุ่มควบคุม และ Rengpipat *et al.* (2000) พบว่า *Bacillus S*11 เสริมระบบภูมิต้านทานโรคในกุ้งกุลาดำ เพิ่มสมรรถภาพการเจริญเติบโต สอดคล้องกับ Ziaei-Nejad *et al.* (2006) จุลินทรีย์บาซิลลัสที่คัดได้จากทางเดินอาหารกุ้ง (*B. subtilis, B. licheniformis*, *B. polymyxa*, *B. laterosporus* และ *B. circulans*) เพิ่มประสิทธิภาพกิจกรรมการย่อยของเอนไซม์ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและอัตรารอดตายของกุ้งขาว (*Fenneropenaeus indicus*) ส่วน Seenivasan *et al.* (2012) พบว่า *B. subtilis* สามารถเพิ่มอัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตในกุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*) สอดคล้องกับการศึกษาของ Kewchareon and Srisapoome (2019) พบว่า การเสริมจุลินทรีย์ *Bacillus* spp. ในอาหารกุ้งในการทดลอง 5 สัปดาห์ ที่ระดับ 10^7 และ 10^9 CFU/ml กลุ่มที่เสริมโพรไบโอติกมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่ากลุ่มที่เสริมโพรไบโอติก มีค่าอัตราแลกเนื้อ ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนผลการศึกษา Roomiani *et al.* (2018) รายงานผลการศึกษากุ้งขาว (*L. vannamei*) ที่ได้รับโพรไบโอติก *L. bulgaricus* E20 ผสมอาหารให้กุ้งกินเป็นเวลา 30 วัน พบว่าช่วยปรับปรุงอัตราการรอดตาย ช่วยต้านทานต่อการเกิดโรค และส่งเสริมระบบภูมิต้านทาน แตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ผสมโพรไบโอติกอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และน้ำหนักสุดท้ายสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับสารเสริมโพรไบโอติก Wang *et al*. (2019) ใช้โพรไบโอติก 3 ชนิดร่วมกัน ได้แก่ *L. pentosus* BD6 , *B. subtilis* E20 และ *S. cerevisiae* P13 พบว่า กุ้งขาวมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ผสมโพรไบโอติก เช่นเดียวกับ Sharawy *et al.* (2016) ได้ศึกษาประสิทธิภาพ *S. cerevisiae* หมักถั่วเหลือง เพื่อทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ในการเลี้ยงกุ้ง Indian prawn shrimp (*Fenneropenaeus indicus*) พบว่ามีประสิทธิภาพเสริมการเจริญเติบโตทดแทนปลาป่นได้

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองสรุปได้ว่า ทุกกลุ่มทดลองที่เสริมโพรไบโอติก ให้ผลการเจริญเติบโต น้ำหนักสุดท้ายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ผลผลิต อัตราการแลกเนื้อ และอัตราการรอดตายที่สูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่มทดลองที่เสริมโพรไบโอติก *B. subtilis* มีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายสูงที่สุด

เอกสารอ้างอิง

APHA. 2005. Standards methods for the examination of water and wastewater. 21st ed. APHA, Washington DC, USA.

Buruiana, C.T., A.G., Profir, and Vizireanu, C. 2014. Effects of probiotic *Bacillus* species in aquaculture and overview. Food Technology. 38(2): 9-17.

Harpeni, E., Santosa, L., Supono, Wardiyanto, Widodo, A. and Yolanda, L. 2017. Effect of Dietary probiotic *Bacillus* sp. D2.2 and prebiotic sweet potato extract on growth performance and resistance to *Vibrio harveyi* in Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Aquacultura Indonesiana. 18(2): 55-61.

Irani, M., Islami, H.R., Bahabadi, M.N. and Shekarabi, S.P.H. 2023. Production of Pacific white shrimp under different stocking density in a zero-water exchange biofloc system: Effect on water quality, zootechnical performance, and body composition. Aquaculture engineering. 100:102313. (https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2022.102313)

Iranto, A. and Austin, B. 2002. Probiotic in aquaculture. Journal of Fish Disease. 25: 1-10.

Kewcharoen, W. and Srisapoome, P. 2019. Probiotic effects of *Bacillus* spp. from Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) on water quality and shrimp growth, immune responses, and resistance to Vibrio parahaemolyticus (AHPND strain). Fish and Shellfish Immunology. 94: 169 – 75.

Ninawe, A.S. and Selvin, J. 2009. Probiotics in shrimp aquaculture avenues and challenges, Critical Reviews in Microbiology. 35(1): 43-66.

Patricia, M.C., Ibanez, A.L., Hermosillo, O. A. M., and Saad H.C.R. 2012. Use of Probiotic in Aquaculture. ISRN Microbiology. 13 p.

Rengpipat, S., Phianpak, W., Piyatiratitivorakul, S. and Menasveta, P. 1998. Effect of a probiotic bacterium on black tiger shrimp *Penaeus monodon* survival and growth. Aquaculture. 167: 301-313.

Rengpipat, S., Rukpratanporn, S., Piyatiratitivorakul, S. and Menasveta, P. 2000. Immunity enhancement in black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) by a probiont bacterium (*Bacillus* S11). Aquaculture. 191: 271-288.

Roomiani, L., Ahmadi, S. and Ghaeni, M. 2018. Immune response and disease resistance in the white shrimp, *Litopenaeus vannamei* induce by potential probiotic *Lactobacillus bulgaricus*. Ankara Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi. 65: 323-329.

Seenivasan, C., Radhakrishnan, S., Muralisankar, T. and Bhavan, P.S. 2012. *Bacillus subtilis* on survival, growth, biochemical constituents and energy utilization of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* post larvae. Egyptian Journal of Aquatic Research. 38: 195–203.

Sharawy, Z., Goda, A.M.A.-S. and Hassaan, M. 2016. Partial or total replacement of fish meal by solid state fermented soybean meal with *Saccharomyces cerevisiae* in diets for Indian prawn shrimp, *Fenneropenaeus indicus*, Postlarvae. Animal Feed Science and Technology. 212: 90-99.

Valle, J.C., Bonadero, M.C. and Fernadez-Gimenez, A.V. 2023. *Saccharomyces cerevisiae* as probiotic, prebiotic, symbiotic, postbiotics and parabiotics in aquaculture: An overview. Aquaculture. Volume 569.

Wang, X., Li, H., Zhang, X., Li, Y., ji, w. and Xu, H. 2000. Microbial flora in the digestive tract of adult Penaeus shrimp (*Penaeus chinensis*). Journal of Ocean University of Qingdao. 30: 493-498.

Wang, Y. B., Li, J. R. and Lin, J. 2008. Probiotics in aquaculture: challenges and outlook. Aquaculture. 281: 1–4.

Wang, Y.C., Hu, S.H., Chiu C.S. and Liu, C.H. 2019. Multiple-strain probiotics appear to be more effective in improving the growth performance and health status of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, than single probiotic strains. Fish and Shellfish Immunology. 84: 1050-1058.

Wang, Y., Fu, L. and Lin, J. 2012. Probiotic (*Bacillus coagulans*) cell in the diet benefit the white shrimp *Litopenaeus vannamei*. Journal Shellfish Research. 31(3): 855–860.

Ziaei-Nejad, S., Rezaei, M.R., Takami, G. A., Lovett, D.L., Mirvaghefi, A.-R. and Shakouri, M. 2006. The effect of *Bacillus* spp. bacteria used as probiotics on digestive enzyme activity, survival and growth in the Indian white shrimp *Fenneropenaeus indicus*. Aquaculture. 252: 516– 524

Zokaeifar, H., Balcazar, J.L., Saad, C.R., Kamarudin, M.S., Sijam, K. and Nejat, N. 2012. Effect of *Bacillus subtilis* on the growth performance, digestive enzymes, immune gene expression and disease resistance of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Fish and Shellfish Immunology. 33: 683-689.

Zokaeifar, H., Babaei, N., Saad, C.R., Kamarudin, M.S., Sijam, K. and Balcazar, J.L. 2014. Administration of *Bacillus subtilis* strains in the rearing water enhances the water quality, growth performance, immune response and resistance against *Vibrio harveyi* infection in juvenile white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Fish and Shellfish Immunology. 36: 68-74.

JOURNAL OF FISHERIES TECHNOLOGY RESEARCH

(J. Fish. Tech. Res.)

ISSN 1905-7393

ISSN Online 2730-146X

Organizer Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University, Chiang Mai

Honorable Consultants Maejo University President

Maejo University Vice President for Research

Dean of the Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources

Editor-in Chief Assoc. Prof. Dr. Chanagun Chitmanat Maejo University

Editorial Board:

Prof. Dr. Tuanthong Jutagate	Ubonratchatani University
Assoc. Prof. Dr. Bundit Yungsoi	Khon Kaen University
Assoc. Prof. Dr. Samnao Saowakoon	Rajamangala University of Technology Isan
Assoc. Prof. Dr. Pongsak Luadee	Prince of Songkla University
Assoc. Prof. Dr. Niwooti Wangchai	Maejo University
Asst. Prof. Dr. Chayakorn Pumas	Chiang Mai University
Asst. Prof. Dr. Naraid Suanyuk	Prince of Songkla University
Asst. Prof. Dr. Sansanee Wangvoralak	Kasetsart University

Editorial Secretary: Asst. Prof. Dr. Sudapron Tongsiri Maejo University

Journal of Fisheries Technology Research is a publication of the Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University, Chinag Mai and released 2 issues a year on January-June and July-December. The policy is intended to make available the results of technical work in the fisheries, aquaculture, aquatic resources and related biological sciences.

Contact Address

Journal of Fisheries Technology Research

Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University,

Sansai, Chiang Mai 50290, Thailand

Tel: +66-53-87-5100 – 2 Fax: +66-53-87-5103 – 2

E-mail: jfishtech.mju@gmail.com

Website: http://www.fishtech.mju.ac.th/WEB/Journal_FT/main/index.php

ประกาศมหาวิทยาลัยแม่โจ้
เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิเพื่ออ่านผลงานทางวิชาการ

อนุสนธิตามประกาศมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ลงวันที่ ๙ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๐ ได้แต่งตั้งคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิเพื่ออ่านผลงานทางวิชาการ ไปแล้ว นั้น

เพื่อให้การตีพิมพ์ผลงานทางวิชาการสำหรับตีพิมพ์ลงในวารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง เป็นไปด้วยความเรียบร้อย จึงให้ยกเลิกประกาศมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ลงวันที่ ๙ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๐ และแต่งตั้งคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิเพื่ออ่านผลงานทางวิชาการ ดังนี้

๑. ศาสตราจารย์ ดร.ทวนทอง จุฑาเกตุ
๒. ศาสตราจารย์ ดร.สุทธวัฒน์ เบญจกุล
๓. ศาสตราจารย์ ดร.สายสมร ลำยอง
๔. ศาสตราจารย์ ดร.อุทัยรัตน์ ณ นคร
๕. รองศาสตราจารย์ ดร.คเชนทร เฉลิมวัฒน์
๖. รองศาสตราจารย์ ดร.จำเนียร บุญมาก
๗. รองศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.จงกล พรมยะ
๘. รองศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.ฉัตรมงคล สุวรรณภูมิ
๙. รองศาสตราจารย์ ดร.ชโลบล วงศ์สวัสดิ์
๑๐. รองศาสตราจารย์ ดร.ชนกันต์ จิตมนัส
๑๑. รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติชาย โขนงนุช
๑๒. รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงพร อมรเลิศพิศาล
๑๓. รองศาสตราจารย์ ดร.ธำรงค์ อมรสกุล
๑๔. รองศาสตราจารย์ ดร.พรศิลป์ ผลพันธ์ทิน
๑๕. รองศาสตราจารย ดร.ไพบูลย์ ปะนาเส
๑๖. รองศาสตราจารย์ ดร.มาริสา จาตุพรพิพัฒน์
๑๗. รองศาสตราจารย์ ดร.วิภูษิต มัณฑะจิตร
๑๘. รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิตรา แดงปรก
๑๙. รองศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ หวังเจริญ
๒๐. รองศาสตราจารย์ ดร.วัชริยา ภูรีวิโรจน์กุล
๒๑. รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต ยวงสร้อย
๒๒. รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ชัย ชูโชติ
๒๓. รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภมิตร เมฆฉาย
๒๔. รองศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ดุลจินดาชบาพร
๒๕. รองศาสตราจารย์ ดร.สำเนาว์ สาวกูล
๒๖. รองศาสตราจารย์ ดร.แสงทอง พงษ์เจริญกิจ

๒๗. รองศาสตราจารย์...

๒๗. รองศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.สุรชัย พิกุลแก้ว
๒๘. รองศาสตราจารย์ ดร.อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์
๒๙. รองศาสตราจารย์ ดร.อลงกลด แทนออมทอง
๓๐. รองศาสตราจารย์ ดร.อภินันท์ สุวรรณรักษ์
๓๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา พยุหะ
๓๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์
๓๓. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกรียงไกร สีตะพันธ์
๓๔. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ครศร ศรีกุลนาถ
๓๕. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิราพร โรจน์ทินกร
๓๖. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชิตชล ผลารักษ์
๓๗. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชยากร ภูมาศ
๓๘. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยยง รุจจนเวท
๓๙. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ช่อทิพา สกูลสิงหาโรจน์
๔๐. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดุจฤดี ปานพรหมมินทร์
๔๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดารชาต์ เทียมเมือง
๔๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นเรศ ช่วนยุก
๔๓. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิสรา กิจเจริญ
๔๔. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญรัตน์ ประทุมชาติ
๔๕. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ศักดิ์ เหล่าดี
๔๖. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธี แก้วเนิน
๔๗. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุพเยาว์ คบพิมาย
๔๘. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุทธพงษ์ สังข์น้อย
๔๙. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.รัชต์ ขัตติยะ
๕๐. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย วรวัฒนเมธีกุล
๕๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศราวุธ เจ๊ะโส๊ะ
๕๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สัมพันธ์ จันทร์ดำ
๕๓. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดาพร ตงศิริ
๕๔. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิรักษ์ สงรักษ์
๕๕. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดมลักษณ์ สมพงษ์
๕๖. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อานุภาพ วรรณคนาพล
๕๗. ดร.ทัตพร คุณประดิษฐ์
๕๘. ดร.ธีญาภรณ์ แก้วทวี
๕๙. ดร.พุทธ ส่องแสงจินดา

ประกาศ ณ วันที่ ๒๒ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๕

(รองศาสตราจารย์ ดร.วีระพล ทองมา)
อธิการบดีมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ISSN 1905-7393
ISSN Online 2730-146X

วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง
JOURNAL OF FISHERIES TECHNOLOGY RESEARCH

ปีที่ 17 เล่มที่ 1 (Volume 17 Number 1)
มกราคม - มิถุนายน 2566 (January - June 2023)

สารบัญวารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง ปีที่ 17 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน พ.ศ. 2566

สารบัญ

บรรณาธิการ

บทความวิจัย หน้า

เปรียบเทียบนิยามและคุณลักษณะสำคัญของประมงพื้นบ้านของประเทศไทย:เหมือนหรือต่างกันอย่างไรในบริบทอาเซียน 1
ศศิวิมล คล่องอักขระ เณรตา ปีนเนตรหาญ และศันสนีย์ หวังวรลักษณ์

การหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำปลานิลแดดเดียวด้วยโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยวิธีพื้นที่ผิวตอบสนอง 15
ปรียา สาพา ปริฉัตร ปรากฏรัตน์ และนงพงา แสงเจริญ

สถานการณ์การเลี้ยงปลานิลในกระชังบริเวณแม่น้ำปิงตอนบน: พื้นที่อำเภอปาซาง อำเภอเวียงหนองล่อง จังหวัดลำพูน และอำเภอสันปาตอง อำเภอดอยหล่อ จังหวัดเชียงใหม่ 31
ชนกันต์ จิตมนัส วาสนา กองสมบัติ รุจิราภรณ์ มุสิกะพันธ์ และวชิระ เลิศพรกุลรัตน์

การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติก เพื่อเพิ่มผลผลิตของกุ้งขาว 41
พรชัย รุ่งศรี ปราณีต งามเสน่ห์ เบญจมาศ ไพบูลกิจกุล กฤติมา กษมาวุฒิ และสำเนาว์ เสาวกูล