

การวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ความรู้จากปราชญ์ปลานิล  
เพื่อการเพาะเลี้ยงปลานิลแบบยั่งยืนในเขตภาคเหนือของประเทศไทย

Analysis and Synthesis of Knowledge from  
Nile Tilapia Philosophers for Sustainable Culture  
in the Northern Thailand

รัชพล การะเกตุ\*

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม  
มหาวิทยาลัยนเรศวร ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมืองจังหวัดพิษณุโลก 65000

มินตรา ซีลอุดม

ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

นนทวิทย์ อารีชัยน

ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน  
แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

Thuchapol Karaket\*

Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment,  
Naresuan University, Tha Pho, Muang, Phitsanulok 65000

Mintra Seel-audom

Department of Animal and Aquatic Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University,  
Huay Kaew Road, Suthep, Muang, Chiang Mai 50200

Nontawith Areechon

Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkhen Campus,  
Ladyao, Chatuchak, Bangkok, 10900

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการรวบรวมองค์ความรู้จากปราชญ์ปลานิลและเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลานิลในเขตภาคเหนือของประเทศไทยที่มีเทคนิคโดดเด่นในการปฏิบัติ เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ความรู้ภายใต้มาตรฐานการปฏิบัติ

\*ผู้รับผิดชอบบทความ : thuchapolk@nu.ac.th

ทางการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ดี (GAP) เพื่อเป็นทางเลือกของการเลี้ยงปลาในในประเทศไทย ผลการศึกษาพบว่า เป็นเทคนิคของปราชญ์ปลานิล 5 คน และเกษตรกร 3 คน โดยแบ่งข้อมูลเป็น 3 กิจกรรมหลัก คือ (1) การเพาะพันธุ์ และอนุบาล เป็นเทคนิคที่เน้นการเพิ่มความสมบูรณ์พันธุ์ของพ่อแม่พันธุ์ การเพิ่มอัตราการรอดตาย และอัตราการแปลงเพศของลูกปลา (2) การเลี้ยงปลาในบ่อดิน เป็นเทคนิคในการจัดการการเลี้ยงเพื่อลดต้นทุนในการผลิต เพิ่มผลผลิต และคุณภาพของเนื้อปลา และ (3) การเลี้ยงปลาในกระชังในแหล่งน้ำธรรมชาติ เน้นการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และผลกำไร ซึ่งเทคนิคต่าง ๆ นั้นเกิดจากการสั่งสมประสบการณ์ที่ผ่านกระบวนการเรียนรู้ในการเพาะเลี้ยงปลาโดยผสมผสานกลมกลืนระหว่างสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ และปัจจัยการผลิตที่มีในพื้นที่ ทำให้ประสบผลสำเร็จในการเพาะเลี้ยงปลานิลตลอดมา องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดให้เกิดเป็นองค์ความรู้สำหรับการเพาะเลี้ยงปลานิลอย่างยั่งยืนในเขตภาคเหนือ และเพื่ออุตสาหกรรม การเพาะเลี้ยงปลานิลทั้งระบบต่อไป

**คำสำคัญ :** ปราชญ์ปลานิล; ปลานิล; การเพาะพันธุ์; การเลี้ยง; การจัดการฟาร์ม

## Abstract

This research is a gathering of knowledge from tilapia philosophers and farmers with outstanding techniques of practice in the northern part of Thailand. All collected information was analyzed under the basis of good aquaculture practice (GAP) and explicit knowledge was developed for the achievement of Thailand aquaculture sustainability. From 5 philosophers and 3 farmers, the practices were divided into 3 main activities: (1) Breeding and nursing: The enhancement of the reproductive performance of broodstocks and the increasing rate of survival and sex reversal of tilapia fry, (2) Tilapia culture in the earthen pond: management technique to reduce the production cost, increase productivity and the quality of fish fillet, and (3) Tilapia culture in cages: Techniques to increase growth, survival rate and benefit of production. Most techniques are derived from the experience gained through the learning process in tilapia aquaculture by integrating the landscape, climatic and local resources utilization for successfully cultivated Tilapia culture. The knowledge gained from this study can be further developed as a knowledge base for sustainable tilapia farming in the northern region and also whole tilapia culture industry.

**Keywords:** Nile tilapia philosopher; Nile tilapia; breeding; culture; farm management

## 1. บทนำ

ปลานิลเป็นปลาน้ำจืดที่มีผลผลิตจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั่วโลกมากที่สุด [1] และมากเป็นอันดับหนึ่งของประเทศไทย ผลผลิตส่วนใหญ่ยังคง

จำหน่ายภายในประเทศ เนื่องจากผู้บริโภคนิยมกันมาก เพราะเนื้อปลามีรสชาติดี แต่ก็มี การส่งออกในลักษณะปลาแช่แข็งบ้าง ในปี พ.ศ. 2560 ปลานิลมีผลผลิตมากถึง 217.9 ตัน คิดเป็น 52.7 % ของการเพาะเลี้ยง

สัตว์น้ำจืดทั้งหมด [2] เนื่องจากเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย นิยมเพาะเลี้ยงกันในทุกภูมิภาคของประเทศ ทั้งในรูปแบบของการเพาะเลี้ยงเพื่อการยังชีพจนถึงระดับฟาร์มพาณิชย์ขนาดใหญ่ โดยมีการเพาะเลี้ยงในหลากหลายรูปแบบ ทั้งในบ่อดิน กระจก [3] และเป็นปลาที่มีความเหมาะสมสำหรับรูปแบบการเลี้ยงแบบผสมผสานกับสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ อย่างมาก [4,5] แม้ว่าการเพาะเลี้ยงปลานิลจะประสบกับปัญหาต่าง ๆ มากมาย ได้แก่ ต้นทุนการผลิตสูงจากค่าอาหารสำเร็จรูป การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศส่งผลให้ปลานิลอ่อนแอและติดเชื้อโรคร้าย เป็นต้น [6] แต่ความนิยมในการเลี้ยงก็ไม่ลดลง อาจเป็นเพราะความร่วมมือของทุกฝ่ายทั้งภาครัฐและเอกชนที่ช่วยกันในการวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาและพัฒนาการเพาะเลี้ยงให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้นไป

การพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลานิลได้มีการดำเนินการมาเป็นลำดับตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยกรมประมงมีโครงการยกระดับมาตรฐานฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลเพื่อการส่งออก ซึ่งมีวัตถุประสงค์ที่จะยกระดับมาตรฐานฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลที่กระจายอยู่ทั่วประเทศให้ได้มาตรฐาน สามารถผลิตปลานิลที่มีคุณภาพปลอดภัยในการบริโภค ต้นทุนต่ำ ส่งจำหน่ายและแข่งขันในตลาดต่างประเทศ กรมประมงจึงได้คัดเลือกเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลานิลทั่วประเทศเป็นปราชญ์ปลานิล จำนวน 50 คน โดยปราชญ์ปลานิลหมายถึงผู้ที่มีปัญหารอบรู้เกี่ยวกับปลานิล การบูรณาการองค์ความรู้ของปราชญ์ทั่วทั้งประเทศที่มีความแตกต่างกันตามสภาพภูมิประเทศ สภาพแวดล้อมต่าง ๆ รวมทั้งการสร้างเครือข่ายและแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารซึ่งกันและกัน จะเป็นส่วนสำคัญในการผลักดันให้การดำเนินโครงการสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี [7]

ภาคเหนือของประเทศไทยถือได้ว่าเป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายของสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะเรื่อง

ของสภาพภูมิอากาศ และมีข้อจำกัดหลายประการสำหรับการประกอบกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ อย่างไรก็ตาม เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลานิลยังคงสามารถดำเนินกิจกรรมได้ครอบคลุมทั้งการเพาะพันธุ์ การอนุบาล การเลี้ยงในบ่อดิน และการเลี้ยงในกระจก ในแหล่งน้ำธรรมชาติ จนทำให้ได้รับการคัดเลือกเป็นปราชญ์ปลานิลจากกรมประมงถึง 11 คน [7] จึงเป็นที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่งว่าการส่งมอบประสบการณ์ที่ผ่านกระบวนการเรียนรู้ในการเพาะเลี้ยงปลานิลโดยผสมผสานกลมกลืนระหว่างสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ และปัจจัยในการผลิตในพื้นที่ จนประสบความสำเร็จและเป็นตัวอย่างที่ดีในการเพาะเลี้ยงปลานิลอย่างยั่งยืนของปราชญ์แต่ละคนนั้น มีการบูรณาการองค์ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ อย่างไรบ้าง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงรวบรวมองค์ความรู้จากปราชญ์ปลานิลในเขตภาคเหนือที่มีความโดดเด่นในการปฏิบัติ เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ความรู้ดังกล่าว และพัฒนาต่อยอดให้เกิดเป็นองค์ความรู้สำหรับการเพาะเลี้ยงปลานิลอย่างยั่งยืนในเขตภาคเหนือ ซึ่งจะ เป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงปลานิลทั้งระบบต่อไป

## 2. วิธีการวิจัย

แผนการดำเนินการสามารถสรุปเป็นขั้นตอนดังนี้

2.1 สืบค้นและรวบรวมข้อมูลของปราชญ์ปลานิลในเขตภาคเหนือ ได้แก่ สถานภาพการประกอบการ ข้อมูลลักษณะฟาร์ม รูปแบบการเลี้ยง และปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน

2.2 คัดเลือกปราชญ์ปลานิลที่มีเทคนิคการปฏิบัติที่โดดเด่นและมีความน่าสนใจ เพื่อนำมาวางแผนการศึกษาต่อยอดและเก็บข้อมูลตามลักษณะของแต่ละเทคนิค

2.3 การติดตามเชิงพื้นที่ โดยเก็บข้อมูลภายในระบบการผลิตของแต่ละฟาร์ม อย่างน้อย 2 รอบการผลิต โดยเก็บข้อมูลดังนี้

2.3.1 การศึกษาคุณภาพน้ำ โดยการเก็บข้อมูลเดือนละ 1 ครั้ง ซึ่งมีดัชนีคุณภาพน้ำ 9 ดัชนี ได้แก่ ออกซิเจนละลาย อุณหภูมิ น้ำ ความเป็นกรดต่าง บีโอดี ความเป็นด่างรวม ความกระด้างรวม แอมโมเนีย ไนโตรเจน และความโปร่งใส

2.3.2 การวิเคราะห์โรคสัตว์น้ำ ได้แก่ โรคปรสิต และโรคแบคทีเรีย เฉพาะในปลาที่มีอาการป่วย โดยเก็บตัวอย่างทุก ๆ 2 เดือน โดยให้มีความสอดคล้องกับการเก็บตัวอย่างน้ำ

2.3.3 การวิเคราะห์การเจริญเติบโต โดยศึกษาอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (average daily growth, ADG) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (feed conversion ratio, FCR) และผลผลิต

2.3.4 การวิเคราะห์สารออกฤทธิ์หรือสารอื่น ๆ ที่สอดคล้องตามเทคนิคของปราชญ์ปลาแต่ละคน

2.4 วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลการเพาะเลี้ยงของปราชญ์แต่ละคน โดยเน้นการสังเคราะห์ความรู้ในเชิงวิชาการ เพื่ออธิบายเทคโนโลยีการเลี้ยงในแต่ละแบบ พร้อมข้อมูลประกอบที่ได้จากข้อ 2.3 พร้อมทั้งสรุปผล และเสนอแนะแนวทางการพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลาจากองค์ความรู้ของปราชญ์

### 3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

การสำรวจและเก็บข้อมูลพบว่าปราชญ์ปลาที่ได้รับคัดเลือกจากกรมประมงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 เฉพาะเขตภาคเหนือ มี 11 คน ซึ่งบางคนเลิกกิจการและบางคนไม่ได้มีเทคนิคใดโดดเด่นมากนัก จึงคัดเลือกปราชญ์มา 5 คน และเกษตรกรที่มีเทคนิคการเลี้ยงที่น่าสนใจ 3 คน โดยแบ่งข้อมูลเป็น 3 กิจกรรมหลัก ดังนี้

### 3.1 การเพาะพันธุ์และอนุบาล

3.1.1 การใช้ น้ำหมักมะขามป้อมและมะขามเปียกผสมอาหารให้พ่อแม่พันธุ์ (ปราชญ์ปลาจังหวัดเชียงราย)

วิธีการทำน้ำหมักมะขามป้อม คือ นำมะขามป้อม 10 กิโลกรัม น้ำตาลทรายแดง 2 กิโลกรัม และน้ำสะอาด 12 ลิตร หมักในภาชนะปิดสนิทนาน 3-6 เดือน สัดส่วนการใช้ คือ น้ำหมักมะขามป้อม 10 มิลลิลิตร น้ำมะขามเปียกคั้น 1 ลิตร (มะขามเปียก 200 กรัม ผสมน้ำเปล่า 1 ลิตร) และน้ำสะอาด 1 ลิตร ผสมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูป 10 กิโลกรัม ให้พ่อแม่พันธุ์กินทุกมื้อ

มะขามป้อมเป็นผลไม้ของประเทศไทยหาง่ายในท้องถิ่น เป็นแหล่งของวิตามินซี (ascorbic acid) สารในกลุ่มฟีนอล และสารอื่น ๆ ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ [8] การศึกษาพบว่าน้ำหมักมะขามป้อมมีปริมาณวิตามินซี 1.11 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร ใกล้เคียงกับในน้ำคั้นของผลมะขามป้อมสด [9] มีค่า total phenolic content (TPC) 896.33 มิลลิกรัม GAE/100 มิลลิลิตร ซึ่งสูงกว่าค่าในผลมะขามป้อมสดประมาณ 4 เท่า โดยมีค่าสูงกว่าค่าที่เคยมีรายงานไว้สูงสุดในน้ำ grapefruit ประมาณ 2 เท่า และมีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH radical scavenging activity) 161.45 ไมโครโมล TE/100 มิลลิลิตร ใกล้เคียงกับน้ำมะนาวและน้ำทับทิม [10,11] ส่วนน้ำมะขามเปียกพบปริมาณวิตามินซีเพียง 0.73 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร ซึ่งมีปริมาณต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับผลไม้ชนิดอื่น แต่เนื้อมะขามจะเป็นแหล่งของแคลเซียม ฟอสฟอรัส แมงกานีส สังกะสี ทองแดง วิตามินบี และแคโรทีน [9]

แม้ว่ามีการศึกษาประโยชน์ของสารกลุ่ม polyphenol และสารต้านอนุมูลอิสระในอาหารของมนุษย์ไว้หลากหลาย [12] แต่ยังไม่มีการรายงานใน

อาหารสัตว์น้ำโดยตรง อย่างไรก็ตาม การเสริมน้ำหมักหมักจะมีจุลินทรีย์หลากหลายชนิด โดยผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ในน้ำหมักพบจุลินทรีย์กลุ่มที่มีประโยชน์ คือ *Lactic acid bacteria* ปริมาณ  $3.47 \pm 0.24 \times 10^4$  cfu/มิลลิลิตร ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในลำไส้ของปลานิล ช่วยให้การใช้อาหารมีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถเสริมสร้างการเจริญเติบโตภูมิคุ้มกัน และส่งเสริมสุขภาพโดยรวมของปลานิล [14] ทำให้พ่อแม่พันธุ์แข็งแรงและไม่พบการตายเนื่องจากเชื้อโรคตลอดระยะเวลาการเก็บข้อมูล ดังนั้นจึงแนะนำว่าสามารถใช้ น้ำหมักหมักเพียงอย่างเดียวในการเสริมให้พ่อแม่พันธุ์เพื่อลดขั้นตอนในการทำงาน

3.1.2 การใช้ น้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาตายเพื่อเพิ่มความดกไข่ของแม่พันธุ์ (ปราศัญปลานิลจังหวัดนครสวรรค์)

โดยใช้เศษหรือซากปลาที่ตายภายในฟาร์ม 30 กิโลกรัม น้ำเปล่า 10 ลิตร และสารเร่งซูเปอร์ พด.2 25 กรัม (1 ซอง) กรองเฉพาะน้ำ 5 มิลลิลิตร ผสมอาหารเม็ดสำเร็จรูป 1 กิโลกรัม ผึ่งลมให้แห้ง แล้วนำไปให้พ่อแม่พันธุ์กินทุกวัน

การเสริม น้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาตายในอาหารพ่อแม่พันธุ์ปลานิลภายในฟาร์มนี้ ส่งผลทำให้มีจำนวนแม่ที่ไข่ต่อบ่อมากขึ้น และจำนวนไข่ต่อน้ำหนักแม่ 1 กิโลกรัม สูงขึ้นเช่นกัน ซึ่งมีค่ามากกว่าการใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียวประมาณ 6 % เพราะน้ำหมักเกิดจากการย่อยสลายเนื้อปลาที่มีองค์ประกอบของไนโตรเจนเป็นหลัก ทำให้มีโปรตีนกรดอะมิโน และธาตุอาหารอื่นอีกหลายชนิด [15] ที่ปลาสามารถดูดซึมนำไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย โดยเฉพาะโปรตีนที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งแม่พันธุ์ปลานิลที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนสูงจะมีรอบระยะเวลาของการวางไข่สั้นลง ปริมาณความสมบูรณ์ของไข่ และลูกพันธุ์ปลามากกว่า

การได้รับอาหารที่มีโปรตีนต่ำกว่า [16] อีกทั้งในน้ำหมักจะมีจุลินทรีย์หลากหลายชนิด โดยผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ในน้ำหมักพบจุลินทรีย์กลุ่มที่มีประโยชน์ คือ *Bacillus subtilis* ปริมาณ  $2.03 \pm 0.02 \times 10^4$  cfu/มิลลิลิตร และ *Lactic acid bacteria* ปริมาณ  $1.04 \pm 0.04 \times 10^4$  cfu/มิลลิลิตร แม้ว่าพบจุลินทรีย์ก่อโรคคือ *Staphylococcus aureus* ปริมาณ  $1.10 \pm 0.1 \times 10^3$  cfu/มิลลิลิตร แต่มีปริมาณน้อยกว่ามาก โดยจุลินทรีย์กลุ่ม *Lactic acid bacteria* สามารถสร้างกรดมาทำลายและควบคุมจุลินทรีย์ก่อโรคได้ ทำให้สัตว์น้ำมีสุขภาพดี นอกจากนั้นแล้วจุลินทรีย์กลุ่มนี้สามารถช่วยในระบบย่อยอาหาร ทำให้สัตว์น้ำใช้ประโยชน์จากอาหารได้ดีมากยิ่งขึ้น [14] โดยตลอดระยะเวลาในการเก็บข้อมูล ไม่พบปลาตายเนื่องจากการติดเชื้อโรคแต่อย่างใด ดังนั้นน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาตายสามารถใช้เป็นอาหารเสริมสำหรับพ่อแม่พันธุ์ปลานิลโดยไม่เกิดผลเชิงลบแต่อย่างใด

3.1.3 การเพิ่มประสิทธิภาพในการแปลงเพศลูกปลานิล (ปราศัญปลานิลจังหวัดนครสวรรค์)

แปลงเพศลูกปลาโดยใช้ 2 วิธีการร่วมกัน คือ การแช่ลูกปลาระยะที่ 5 ด้วยฮอร์โมน  $17\alpha$ -methyltestosterone (17MT) ความเข้มข้น 1,866.67 ไมโครกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร เป็นระยะเวลา 6-8 ชั่วโมง ก่อนนำไปอนุบาลในกระชังในบ่อดินด้วยอาหารผสมฮอร์โมน 17MT ความเข้มข้น 60 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นระยะเวลา 21 วัน

เทคนิคการแปลงเพศแบบนี้เป็นวิธีการที่นิยมของหลาย ๆ ฟาร์มในปัจจุบัน และค่อนข้างที่จะให้ผลผลิตลูกปลาเป็นเพศผู้เกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ ถ้าใช้วิธีการแช่เพียงอย่างเดียวสัดส่วนเพศผู้ในลูกปลาจะต่ำกว่ามาก เนื่องจากลูกปลาจะได้รับฮอร์โมน 17MT ไม่ต่อเนื่อง และมีปริมาณไม่เพียงพอสำหรับการพัฒนาลักษณะเพศที่สอง [17] อีกทั้งสลายตัวเร็วกว่าฮอร์โมน

17 $\alpha$ -methyl-dihydrotestosterone (MDHT) เมื่อเข้าสู่กระแสเลือดของปลา นอกจากนี้การแปลงเพศโดยการให้อาหารผสมฮอร์โมนเพียงอย่างเดียวอาจทำให้ได้ลูกปลาเพศผู้ไม่ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีอาหารธรรมชาติอยู่มากในบ่ออนุบาล ลูกปลาอาจกินอาหารผสมฮอร์โมนน้อยลง หรือในช่วงฤดูหนาวลูกปลาอาจไม่

ค่อยกินอาหาร จึงอาจได้รับฮอร์โมนไม่เพียงพอเช่นกัน ดังนั้นการใช้เทคนิคนี้ทำให้ได้ผลการแปลงเพศที่ดีที่สุด และมีต้นทุนในการผลิตลูกปลาค่าที่ต่ำที่สุด [18]

3.1.4 การใช้เครื่องต้มน้ำแบบประดิษฐ์เองเพื่อใช้ในโรงเพาะฟักในช่วงฤดูหนาว (ปราษฎ์ปลานิลจังหวัดเชียงราย)

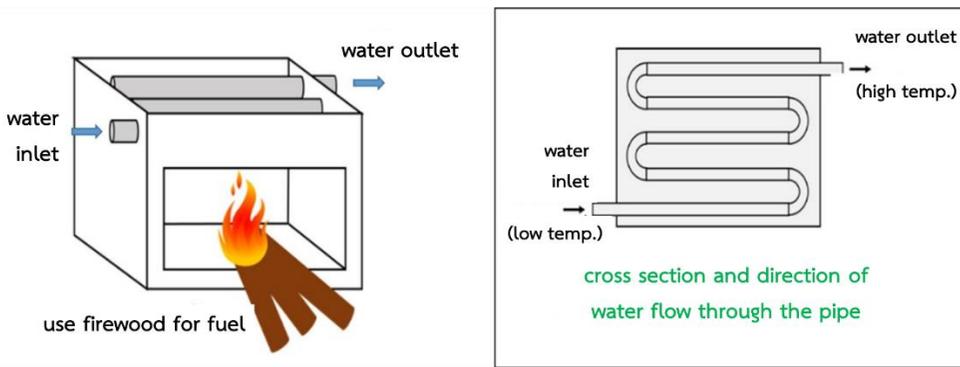


Figure 1 Model of self-made boiler in hatchery (cross-sectional view)

หลักการการทำงาน คือ สูบน้ำสะอาดที่ผ่านการกรองเข้าเครื่องต้มน้ำที่ใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงผ่านท่อเหล็กที่ขดไปมา (รูปที่ 1) เพื่อให้น้ำได้รับความร้อน เมื่อน้ำไหลออกจากเครื่องต้มน้ำจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น และนำเข้าสู่ระบบเพาะฟักต่อไป

ภาคเหนือจะมีอุณหภูมิต่ำในช่วงฤดูหนาว โดยเฉลี่ยในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์มีอุณหภูมิเพียง 21.8-24.4 องศาเซลเซียส [19] ส่งผลทำให้อุณหภูมิของน้ำต่ำตามไปด้วย โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 25-32 องศาเซลเซียส [20] ซึ่งเมื่อเก็บข้อมูลพบว่าในเดือนมกราคมมีอุณหภูมิของน้ำต่ำสุดอยู่ที่ 17.95 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่เหมาะกับการฟักไข่ของปลานิล ทำให้ไข่มิพัฒนาการช้าและเปอร์เซ็นต์การฟักเป็นตัวต่ำ ทำให้หลาย ๆ ฟาร์มไม่มีผลผลิตออกจำหน่ายหรือมีน้อย เมื่อใช้ระบบเตาต้มน้ำแบบนี้ อุณหภูมิของน้ำที่เข้าสู่โรงเพาะฟักมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 25.96 องศาเซลเซียส โดยมีการใช้เฉพาะช่วงเวลา

น้ำมีอุณหภูมิต่ำ ทำให้ช่วยแก้ไขปัญหาอุณหภูมิของน้ำได้ ส่งผลให้ทางฟาร์มสามารถผลิตลูกพันธุ์ปลานิลจำหน่ายและสร้างผลกำไรตลอดทั้งปี อีกทั้งไม่มีค่าใช้จ่ายในส่วนของคุณค่าไฟฟ้าเพิ่มเติม เนื่องจากเครื่องต้มน้ำนี้ใช้ฟืนหรือเศษไม้แห้งที่หาได้ในพื้นที่เป็นเชื้อเพลิง

### 3.2 การเลี้ยงปลานิลในบ่อดิน

3.2.1 การเลี้ยงปลานิลในบ่อดินโดยปราศจากกลิ่นโคลน (เกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลจังหวัดเชียงราย)

เป็นการจัดการระบบการเลี้ยง คือ เมื่อสิ้นสุดการเลี้ยงจะตากบ่ออย่างน้อย 2 สัปดาห์ เติมน้ำ (น้ำจากระบบชลประทานหรือน้ำบาดาลตามความเหมาะสม) เข้าบ่อประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ปล่อยลูกปลานิลขนาดปลานิว ความหนาแน่น 3,000 ตัว/ไร่ และทยอยเติมน้ำลงในบ่ออีกประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ และมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำรวมตลอดระยะเวลาในการเลี้ยง

ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีการระบายน้ำที่ออกสู่ภายนอกฟาร์ม จะนำน้ำมาใช้ในนาข้าว และสวนเกษตรผสมผสานภายในฟาร์มของตนเอง

ปัญหาของการเลี้ยงปลานิลในบ่อดินอย่างหนึ่ง คือ การเกิดกลิ่นโคลนในเนื้อปลา ซึ่งจะพบปัญหาดังกล่าวได้มากกว่าระบบการเลี้ยงในกระชังแม่น้ำ สาเหตุของกลิ่นโคลนเกิดจากการสะสมสาร 2 ชนิด คือ geosmin และ 2-methylisoborneol (MIB) ในเนื้อปลา โดยปกติแล้วสารทั้ง 2 ชนิด นี้ถูกสร้างมาจากราต่าง ๆ จุลินทรีย์กลุ่ม actinomycetes และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินหลากหลายชนิด [21] ซึ่งผลการศึกษาของ Pimolrat และคณะ [22] แสดงให้เห็นว่าสาเหตุของการเกิดกลิ่นโคลนในเนื้อปลานิลจากการเลี้ยงในบ่อดิน การสะสมธาตุอาหารหรือสารอินทรีย์ในจำนวนมาก และปริมาณ geosmin ที่สูงขึ้นมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของฟอสเฟตฟอสฟอรัส แต่จากผลการวิเคราะห์ปริมาณสารที่ก่อให้เกิดกลิ่นโคลนในเนื้อปลานิลจากฟาร์มของเกษตรกรรายนี้มีค่า 0.01 ไมโครกรัม/กิโลกรัม และในน้ำ 0.02 ไมโครกรัม/ลิตร ซึ่งไม่เกินกว่าค่ามาตรฐานที่อนุญาตให้ตรวจพบได้ [23, 24] น่าจะมาจากปริมาณสารอาหารในดินมีน้อย โดยยืนยันได้จากผลการวิเคราะห์คุณภาพดินในบ่อเลี้ยงทั้งก่อนเลี้ยง และสิ้นสุดการเลี้ยง พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและไนโตรเจนมีปริมาณต่ำ ทำให้ผู้ผลิตสารที่ก่อให้เกิดกลิ่นโคลนไม่สามารถเจริญเติบโต แม้ว่าจะพบปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่เพิ่มขึ้นในปลายการเลี้ยงมากกว่าก่อนเลี้ยงถึง 7 เท่า แต่เป็นแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มสาหร่ายสีเขียวซึ่งไม่ใช่กลุ่มที่สังเคราะห์สารที่ทำให้เกิดกลิ่นโคลน นอกจากนี้การพบปริมาณสารอินทรีย์ในบ่อเลี้ยงน้อย แสดงให้เห็นได้หลายสาเหตุ เช่น พื้นดินบริเวณนี้เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีความแน่นทึบ [25] และเกษตรกรสามารถจัดการการเลี้ยงโดยเฉพาะเรื่องอาหารและคุณภาพน้ำได้เป็นอย่างดี

ตลอดรอบระยะเวลาการเลี้ยง ทำให้สารอินทรีย์ตกค้างภายในบ่อน้อย

3.2.2 การเลี้ยงปลานิลรวมกับปลาอื่น ๆ ในบ่อดินและเลี้ยงร่วมกับการเลี้ยงไก่ไข่ (ปราชญ์ปลานิลจังหวัดสุโขทัย)

รูปแบบการเลี้ยง 1 บ่อ (ขนาดบ่อ 8-10 ไร่ น้ำลึก 1.5 เมตร) คือ มีการเลี้ยงไก่ไข่จำนวน 2,000 ตัว ไวน์ในเล้าด้านบน และมีการปล่อยปลาหลายชนิด ประกอบด้วยปลาสร้อยขนาด 200 กรัม จำนวน 7,000-8,000 ตัว ปลาสร้อยขนาด 1,000-2,000 กรัม จำนวน 3,000-4,000 ตัว ปลานิลขนาด 3-5 กรัม จำนวน 40,000-50,000 ตัว ปลาช่อนเทศขนาด 100 กรัม จำนวน 40,000-50,000 ตัว และปลาอุกปักก้อยขนาด 10 กรัม จำนวน 40,000-50,000 ตัว

การทำฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบผสมผสาน (integrated fish farming) อาศัยหลักการอยู่ร่วมกันระหว่างพืช สัตว์ และสิ่งแวดล้อมอย่างเกื้อกูล เกิดประโยชน์ต่อกันและกันอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งจะได้ผลตอบแทนสูง โดยใช้ต้นทุนที่ต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับ การเลี้ยงปลาแบบปกติ [26] ซึ่งจากการประเมินอย่างคร่าว ๆ ของการเลี้ยงในรอบการศึกษาครั้งนี้ ได้ผลตอบแทนต่อการลงทุนสูงถึง 469.62 เปอร์เซ็นต์ เนื่องด้วยไม่มีการใช้อาหารสำเร็จรูป อาศัยมูลไก่เป็นแหล่งของธาตุอาหารเพื่อให้เกิดอาหารธรรมชาติภายในบ่อเลี้ยง โดยตรวจพบแพลงก์ตอนพืช 4 กลุ่มหลัก คือ Cyanophyta, Chrysophyta, Euglenophyta และ Chlorophyta เช่นเดียวกับ การศึกษาของ Srinuansom และคณะ [27] รวมถึงสาหร่ายและพืชน้ำริมน้ำหลายชนิด ผลการวิเคราะห์อาหารในลำไส้ของปลานิลไม่พบลักษณะเศษอาหารของมูลไก่ แต่พบสาหร่ายขนาดเล็กและใหญ่ รวมถึงแพลงก์ตอนสัตว์ ได้แก่ โรติเฟอร์ ไรแดง และสัตว์พืชน้ำหลากหลายชนิด เช่น ฟองน้ำน้ำจืด ไล้เดือนน้ำ

ตัวอ่อนแมลงปอ ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามูลไก่ไม่ได้เป็นอาหารของปลานิล แต่เป็นอาหารธรรมชาติที่เกิดขึ้นเนื่องด้วยปลานิลกินอาหารได้ทั้งพืชและสัตว์ แม้จะเป็นปลาที่อยู่ตามพื้นท้องน้ำ แต่สามารถหาอาหารได้ทุกระดับชั้นน้ำ [5]

การเกิดแพลงก์ตอนพืชหลากหลายชนิดนี้ทำให้น้ำมีสีที่ค่อนข้างเขียว ส่งผลให้ค่าความโปร่งใสดำ อีกทั้งบ่อเลี้ยงนี้ไม่มีการใช้เครื่องเติมอากาศและไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำในระหว่างการเลี้ยง มีเพียงการเติมน้ำเพื่อรักษาระดับไว้เท่านั้น ส่งผลให้คุณภาพน้ำค่อนข้างต่ำ เนื่องจากประสบการณ์ของเกษตรกรให้ข้อมูลไว้ว่าตลอด 1 รอบระยะเวลาการเลี้ยง (ประมาณ 18 เดือน) คุณภาพน้ำที่ค่อนข้างต่ำไม่ส่งผลกระทบต่อปลา อาจเพราะว่าการปล่อยปลามีจำนวนชนิดและปริมาณที่เหมาะสม เพราะถ้าปล่อยสัตว์น้ำที่ความหนาแน่นมากกว่านี้จะเกิดปัญหา และเมื่อเลี้ยงปลาครบ 1 ปี จะเริ่มทยอยจับสัตว์น้ำออกจำหน่าย เป็นการลดความหนาแน่นลงได้ นอกจากนั้นการที่มูลไก่ตกลงในบ่อโดยตรงยาวนานตลอด 1 รอบการเลี้ยง น่าจะมีการสะสมของสารอินทรีย์ที่พื้นก้นบ่อเป็นจำนวนมาก แต่ผลการวิเคราะห์คุณภาพดินพื้นก้นบ่อพบว่าปริมาณสารอินทรีย์อยู่ในระดับปานกลาง ส่วนปริมาณธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมอยู่ในระดับต่ำมาก เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน [25] อาจเนื่องจากเกษตรกรเลี้ยงไก่ในจำนวนที่เหมาะสม อีกทั้งอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่มีโปรตีนประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ [28] มูลไก่ที่เกิดขึ้นจึงถูกย่อยสลายไปเป็นธาตุอาหารให้กับแพลงก์ตอนพืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ดี

ปลานิลที่เลี้ยงในบ่อดินแบบนี้อาจพบปัญหากลิ่นโคลนได้เช่นเดียวกับการเลี้ยงในพื้นที่อื่น ๆ แต่ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร geosmin และ MIB ในน้ำและเนื้อปลาพบว่ามีความน้อย (< 0.01 ไมโครกรัม/

กิโลกรัม) ซึ่งไม่เกินกว่าค่ามาตรฐานที่ยอมรับได้ [23, 24] อธิบายได้ว่าเนื่องด้วยการเลี้ยงปลาระบบนี้ไม่มีการใช้เครื่องให้อากาศตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนบริเวณพื้นบ่อน้อยตามไปด้วย มีผลทำให้ผู้ผลิตสารที่ทำให้เกิดกลิ่นโคลนเกิดขึ้นได้น้อยภายในบ่อ โดยเฉพาะสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและจุลินทรีย์กลุ่ม actinomycetes ที่สร้างเส้นใยและอาศัยอยู่ที่พื้นก้นบ่อเป็นหลัก [29] โดยพบผลการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์กลุ่ม actinomycetes ในดิน (<  $1.0 \times 10^3$  cfu/กรัม) น้อยกว่าในน้ำ ( $5 \times 10^4$  cfu/กรัม) อีกทั้งผลจากการศึกษาของ Guttman และ Rijn [30] แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าระบบการเลี้ยงที่ไม่มีการให้อากาศมีกลิ่นโคลนเกิดได้น้อยกว่าระบบการเลี้ยงที่มีการให้อากาศ

อย่างไรก็ตาม การทำฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบผสมผสานของเกษตรกรรายนี้ยังไม่ได้รับการรับรองจากกรมประมง เนื่องจากมีความเป็นห่วงเรื่องความปลอดภัยทางด้านอาหาร (food safety) โดยเฉพาะคุณภาพของเนื้อปลาที่อาจมีการปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่อาจเป็นอันตรายกับผู้บริโภคหลากหลายชนิดซึ่งจะปนเปื้อนมาจากมูลไก่ที่ตกลงสู่บ่อปลา [31] ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ในเนื้อปลานิลสดพบ *Escherichia coli*  $1.18 \times 10^2$  cfu/กรัม *Salmonella* sp.  $5.5 \times 10^2$  cfu/กรัม และ *Staphylococcus aureus*  $1.04 \times 10^4$  cfu/กรัม ซึ่งมีค่าเกินกว่าเกณฑ์กำหนดด้านจุลินทรีย์ในเนื้อปลานิลตามมาตรฐานสินค้าเกษตร (ปลานิล มกษ. 7001-2556) [32] เมื่อสอบถามได้ข้อมูลว่าเกษตรกรได้จำหน่ายสัตว์น้ำให้กับผู้บริโภคและตลาดในพื้นที่ใกล้เคียงเท่านั้น และมีการปรุงสุกก่อนบริโภคจึงไม่ทำให้เกิดอันตรายกับผู้บริโภคแต่อย่างใด ทำให้เกษตรกรยังสามารถจำหน่ายปลาชนิดต่าง ๆ และไม่เพียงพอกับความต้องการ ดังนั้นการเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบนี้เกิดประโยชน์หลากหลายด้าน

โดยเฉพาะการจัดการทรัพยากรภายในฟาร์มให้เกิดประโยชน์สูงสุดและคุ้มค่ากับการลงทุน แต่ยังไม่มียุทธศาสตร์การจัดการที่ดีที่จะนำไปสู่การผลิตอาหารปลอดภัย จึงต้องมีการพัฒนา วิจัย และจัดการระบบการเลี้ยงแบบนี้ให้ทันสมัยมากยิ่งขึ้น

### 3.3 การเลี้ยงปลานิลในกระชังในแหล่งน้ำธรรมชาติ

3.3.1 การเลี้ยงปลาในกระชังในอ่างเก็บน้ำด้วยความหนาแน่นต่ำ (ปราชญ์ปลานิลจังหวัดลำปาง)

การเลี้ยงปลานิลแบบนี้จะมีการปล่อยปลานิลแปลงเพศขนาด 30-50 กรัม ที่อัตราความหนาแน่น 33 ตัว/ลูกบาศก์เมตร ลงเลี้ยงในกระชังที่แขวนไว้ในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นอัตราปล่อยที่ต่ำกว่าการเลี้ยงของเกษตรกรส่วนใหญ่ในปัจจุบัน (60-100 ตัว/ลูกบาศก์เมตร) อีกทั้งการปล่อยปลาด้วยความหนาแน่นต่ำยังส่งผลทำให้ปลามีการเจริญเติบโตดี ขนาดตัวปลามีความสม่ำเสมอ และสามารถลดต้นทุนค่าพันธุ์ปลาได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ [33] เพราะการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลาที่มีความสัมพันธ์เป็นแบบปฏิภาคผกผันกับอัตราความหนาแน่นของปลาที่เลี้ยง เพราะถ้าเลี้ยงปลาด้วยอัตราความหนาแน่นสูง ปลาจะมีความเครียดมากขึ้น ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลาลดลง [34] ถึงแม้การเลี้ยงปลาแบบนี้จะให้ผลตอบแทนช้า เพราะมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันต่ำเพียง 3.56 กรัม/ตัว/วัน แต่มีผลกำไรตอบแทนสูงกว่าการเลี้ยงในกระชังรูปแบบอื่น [33] โดยมียาได้เฉลี่ยต่อเดือนอยู่ที่ประมาณ 16,165 บาท เนื่องด้วยมีการใช้แรงงานคนน้อย ไม่มีการใช้ยาและสารเคมี ทำให้ต้นทุนของการผลิตต่ำ รวมทั้งไม่มีการใช้เครื่องให้อากาศ เพราะอ่างเก็บน้ำมีขนาดกว้างและน้ำลึก คุณภาพน้ำจึงอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมากตลอดระยะเวลาการเลี้ยง

3.3.2 รูปแบบการวางใบพัดตีน้ำ และการ

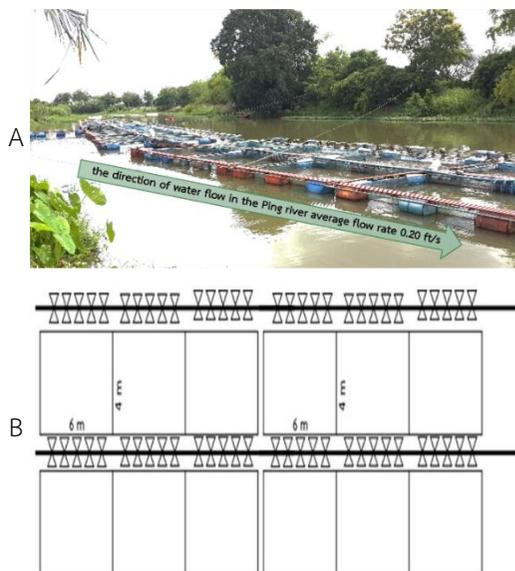


Figure 2 Arrangement of 2-row cage following the flow direction of river (A) and cage and paddle wheel layout (B)

วางกระชัง (เกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลจังหวัดเชียงใหม่)

เกษตรกรมีการวางกระชังเลี้ยงปลาในแม่น้ำซ้อนกันไม่เกิน 2 แถว แต่แต่ละกระชังห่างกัน 2-3 เมตร และเลือกบริเวณคูก้นน้ำสำหรับแขวนกระชังที่มีความลึกไม่ต่ำกว่า 3 เมตร (รูปที่ 2A) ซึ่งเป็นรูปแบบที่กรมประมงแนะนำ เพราะทำให้น้ำไหลผ่านกระชังได้ดี ไม่อุดตันง่าย และลดต้นทุนค่าแรงงานทำความสะอาดกระชังได้ 50 เปอร์เซ็นต์ [33] แต่ในบางช่วงเวลาของปีอาจมีปริมาณน้ำน้อย น้ำไหลช้า การเพิ่มเครื่องให้อากาศเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการจัดการการเลี้ยงที่ดี เกษตรกรจึงมีการติดตั้งใบพัดตีน้ำ (รูปที่ 2B) เน้นการควบคุมการเปิด-ปิดและดัดแปลงใบพัดให้มีความเร็วรอบสูงขึ้นจาก 45-55 เป็น 70-120 รอบ/นาที หากช่วงอากาศปิดและน้ำในแม่น้ำมีปริมาณน้อยจะเปิดใบพัดตลอด 24 ชั่วโมง ซึ่งเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำได้โดยเฉลี่ย 0.67 มิลลิกรัม/ลิตร และเพิ่มอัตราการไหลของน้ำได้เฉลี่ย 0.34 ฟุต/วินาที ส่งผลให้ปลานิลมี

อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันคือ 5.18-5.72 กรัม/ตัว/วัน มีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 1.46-1.59 และมีอัตราการรอดตายสูงขึ้น ถึงแม้การใช้ไบพัตติน้ำจะทำให้ต้นทุนค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น แต่เกษตรกรยังคงมีกำไรจากการขายปลาเฉลี่ยอยู่ที่กิโลกรัมละประมาณ 6 บาท

3.3.3 การใช้กล้วยน้ำว้าสุกเป็นอาหารเสริม (ปราชญ์ปลานิลจังหวัดพิจิตร)

วิธีการ คือ นำกล้วยน้ำว้าสุกเฉพาะเนื้อปั่นผสมอาหารเม็ดสำเร็จรูปในสัดส่วน กล้วย 5 กิโลกรัม ต่ออาหาร 20 กิโลกรัม โดยผสมให้กินวันละประมาณ 1 ครั้ง ซึ่งพบว่าผลผลิตอยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างดีมาก [33] โดยมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน 6.99 กรัม/ตัว/วัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 1.49 และไม่พบปลาตายจากเชื้อโรคตลอดระยะเวลาการวิจัย

การเสริมวิตามินและเกลือแร่ในอาหารสัตว์น้ำระหว่างการเลี้ยงนั้นมีความจำเป็นอย่างมาก เนื่องด้วยวิตามินและเกลือแร่ในอาหารเม็ดสำเร็จรูปสามารถสลายตัวง่ายจากกระบวนการผลิต และสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมระหว่างการขนส่งและเก็บรักษา [35,36] ถ้าสัตว์น้ำได้รับไม่เพียงพอจะทำให้เกิดความผิดปกติกับร่างกาย แม้วิตามินและเกลือแร่จะเป็นสารอาหารที่สัตว์น้ำต้องการในปริมาณน้อย แต่ก็ไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นเอง ซึ่งมีความจำเป็นต่อกลไกทางชีวเคมีของร่างกายของสัตว์น้ำ ทำให้การเจริญเติบโตเป็นไปได้ด้วยดี มีความทนทานต่อสภาวะความเครียดต่าง ๆ มีความต้านทานต่อเชื้อโรค ช่วยเพิ่มระดับภูมิคุ้มกันของสัตว์น้ำ และเพิ่มอัตราการรอดตายของสัตว์น้ำ [37]

กล้วยน้ำว้ามีองค์ประกอบที่เป็นประโยชน์อย่างหลากหลาย นั่นคือ เป็นแหล่งของวิตามินและเกลือแร่ธรรมชาติที่ดีมาก ได้แก่ วิตามินบี

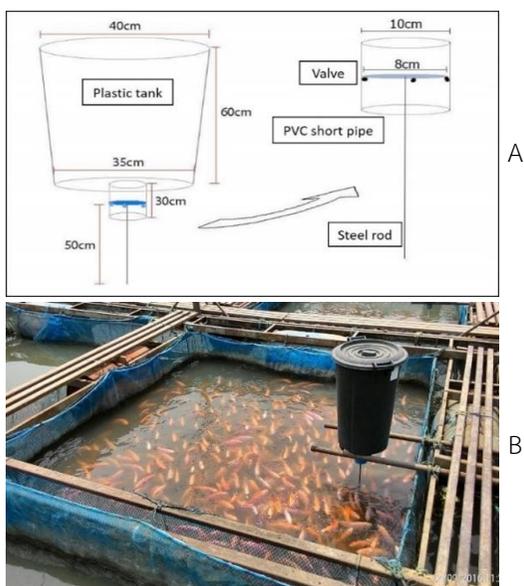
รวม วิตามินซี โพแทสเซียม แมกนีเซียม เป็นต้น [38] สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (bioactive compound) เช่น สารประกอบฟีนอลิก แครทีนอยด์ มีเยื่อใยสูง เป็นองค์ประกอบของโพลีแซคคาไรด์ (polysaccharide) หลายชนิดที่ย่อยไม่ได้ แต่สามารถช่วยเสริมภูมิคุ้มกัน [39] และกล้วยยังเป็นแหล่งของพรีไบโอติก (prebiotic) โดยเป็นสารอาหารสำหรับจุลินทรีย์ชนิดดี ชนิดที่สำคัญ คือ inulin และ fructooligosaccharide (FOS) ซึ่งช่วยกระตุ้นการย่อยอาหาร เพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหาร จึงช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของปลานิล [14,40] ดังนั้นการใช้กล้วยน้ำว้าสุกทดแทนการใช้วิตามินและเกลือแร่สังเคราะห์จึงเป็นแนวทางลดต้นทุนการผลิตได้

3.3.4 การใช้ถังให้อาหารกึ่งอัตโนมัติแบบผลิตเอง (เกษตรกรจังหวัดกำแพงเพชร)

ลักษณะของถังให้อาหารมีส่วนประกอบที่ทำมาจากวัสดุที่หาได้ง่าย คือ ใช้ถังพลาสติกทรงกระบอกขนาดความจุประมาณ 100 ลิตร เจาะรูที่ก้นถัง ใส่ท่อพีวีซีที่ยึดกับลิ้นหรือวาล์วที่ทำจากแผ่นเหล็ก และเชื่อมต่อกับก้านเหล็ก สำหรับให้ปลาว่ายมาชนเพื่อเปิดวาล์วให้อาหารตกลงสู่กระชัง (รูปที่ 3)

การเลี้ยงสัตว์น้ำระบบพัฒนาในปัจจุบันมีการปล่อยสัตว์น้ำที่ค่อนข้างหนาแน่น ภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะคุณภาพน้ำ ส่งผลทำให้สัตว์น้ำเกิดความเครียด โดยสามารถตรวจสอบจากปริมาณฮอร์โมน corticosteroid หรือ ฮอร์โมน cortisol ในเลือดที่เพิ่มมากขึ้น การลดความเครียดในสัตว์น้ำทำได้หลายวิธี เช่น การเสริมวิตามินซีลงในอาหาร [41] การควบคุมและจัดการคุณภาพน้ำให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม [42] แต่ทำได้ยากเมื่อเป็นการเลี้ยงในแหล่งน้ำธรรมชาติ อีกวิธีการหนึ่ง คือ วิธีการให้อาหาร ซึ่งผลการศึกษาของ Endo และคณะ แสดงให้เห็นว่าการใช้เครื่องให้อาหาร

อัตโนมัติกับพลาสติก ทำให้ปริมาณฮอร์โมน cortisol ในเลือดมีน้อยกว่าวิธีการให้อาหารแบบเดิม เพราะปลาสามารถกินอาหารทันทีเมื่อต้องการโดยไม่ต้องรอ ทำให้ปลาเกิดความเครียดได้น้อยกว่า [43] นอกจากนี้ การใช้เครื่องให้อาหารทำให้ปลาได้รับอาหารได้หลายมื้อต่อวัน มีปริมาณเพียงพอ และกระจายทั่วถึงกับความต้องการ มีส่วนช่วยให้ขนาดปลามีความสม่ำเสมอ [44] ซึ่งจากข้อมูลการเลี้ยงจะพบว่าปลาที่มีขนาดต่ำกว่า 600 กรัม (ปลาดุกไซด) มีเพียง 11.6 เปอร์เซ็นต์ ใดๆก็ตาม อุปกรณ์นี้มีข้อจำกัดบางประการ คือ



**Figure 3** Composition of semi-automatic plastic tank feeder (A) and setting of feeder tank on fish cage (B)

(1) ถังสำหรับบรรจุอาหารมีขนาดเล็ก และต้องวางไว้ทุก ๆ กระชัง ซึ่งจำเป็นต้องมีการนำอาหารมาเติมด้วยแรงงานคน จึงไม่น่าจะมีส่วนช่วยลดค่าใช้จ่ายในเรื่องแรงงานลงได้

(2) การเติมอาหารใหม่เพิ่มลงในถัง ในช่วงระยะเวลาแรก บางครั้งอาหารที่มีปริมาณมาก

และอัดแน่นอยู่ในถัง เป็นตัวขัดขวางไม่ให้वालั่วหรือล้น ปิดได้สนิท เมื่อมีปลาเข้ามาชนแท่งเหล็กจะส่งผลให้ วาลั่วเปิดค้างและมีอาหารไหลลงมามากเกินความต้องการของปลา ส่งผลให้มีอาหารเหลือในปริมาณมาก จึงต้องมีการพัฒนาปรับปรุงอุปกรณ์นี้ต่อไป

#### 4. สรุป

4.1 การใช้แหล่งของวัตถุดิบที่มีอยู่ภายในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ สามารถช่วยลดต้นทุนในการผลิต เพราะใช้ทดแทนสารสังเคราะห์ต่าง ๆ ทาง การค้าได้ อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาข้อมูลองค์ประกอบ ประโยชน์ และข้อจำกัดของวัตถุดิบแต่ละ ชนิด รวมถึงปริมาณการใช้ที่เหมาะสม

4.2 การใช้อุปกรณ์ที่คิดค้นและประดิษฐ์ขึ้นเอง เป็นภูมิปัญญาที่น่าสนใจ เพราะเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้ดีและรวดเร็วยิ่งขึ้น หากมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมได้จะสามารถพัฒนาเป็นต้นแบบสำหรับการนำไปใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

4.3 การเลี้ยงปลานิลในแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยเฉพาะในแม่น้ำ มีปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้มาเกี่ยวข้อง มาก โดยคุณภาพน้ำที่มีความแปรผันไปตามสภาพ ธรรมชาติ ดังนั้นเกษตรกรควรมีการเตรียมการป้องกัน และจัดการดูแลการเลี้ยงทั้งระบบอย่างสม่ำเสมอ เช่น การใช้เครื่องให้อากาศ การใช้สารเสริมในอาหาร รวมทั้งวิตามินหรือแร่ธาตุต่าง ๆ เพื่อเสริมความ แข็งแรงให้กับสัตว์น้ำ แต่ต้องพึงระวังเรื่องต้นทุนในการ ผลิตควบคู่กันไปด้วย

4.4 การดำเนินกิจการใดก็ตามที่สอดคล้องกับ พื้นฐานหลัก 3 ประการของหลักปรัชญาเศรษฐกิจ พอเพียง คือ มีความพอประมาณ ความมีเหตุผล และ การสร้างภูมิคุ้มกันที่ดีในตัว จะส่งผลให้ประกอบอาชีพ ได้อย่างยั่งยืน

## 5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการ “การวิเคราะห์หลักการและสังเคราะห์ความรู้จากปราชญ์ปลานิลเพื่อการพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลานิลแบบยั่งยืน” (RDG5820030) ซึ่งได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ขอขอบพระคุณ คุณจ่านงค์ บุญเลิศปราชญ์ ปลานิล จังหวัดเชียงราย คุณล้วน จันทร์จอม ปราชญ์ปลานิล จังหวัดลำปาง คุณเสวตฉัตร สมสวย ปราชญ์ปลานิล จังหวัดนครสวรรค์ คุณศักดิ์ดา สนทิม ปราชญ์ปลานิล จังหวัดสุโขทัย คุณชน มีแดนไผ่ (ประธานกลุ่ม) ปราชญ์ปลานิลจังหวัดพิจิตร คุณวาริน เชื้อนแก้ว เกษตรกร จังหวัดเชียงใหม่ คุณกาญจนา คำพุ่ม เกษตรกรจังหวัด เชียงราย คุณจุมพล ภูวสรรเพ็ชญ์ และภรรยา เกษตรกรจังหวัดกำแพงเพชร สำหรับข้อมูลและสถานที่ในการเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาในการศึกษาวิจัย

## 6. References

- [1] FAO, 2014, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Fisheries and Aquaculture Department, The State of World Fisheries and Aquaculture, Rome.
- [2] Department of Fisheries, 2019, Fisheries Statistics of Thailand 2017, No. 9/2019, Fisheries Development Policy and Strategy Division, Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, 92 p. (in Thai)
- [3] Santos, J.F., Assis, C.R.D., Soares, K.L.S., Rafael, R.E.Q., Oliveira, V.M., de Vasconcelos Filho, J.E., Franca, R.C.P., Lemos, D. and Bezerra, R.S., 2019, A comparative study on Nile tilapia under different culture systems: Effect on the growth parameters and proposition of new growth models, *Aquaculture* 503: 128-138.
- [4] New, M.B. and Valenti, W.C., 2017, *Tilapia-Macrobrachium Polyculture*, pp. 165-184, In Perschbacher, P.W. and Stickney, R.R. (Eds.), *Tilapia in Intensive Co-culture*, Wiley Blackwell, Oxford.
- [5] Rodrigues, C.G., Garcia, B.F., Verdegem, M., Santos, M.R., Amorim, R.V. and Valenti, W.C., 2019, Integrated culture of Nile tilapia and Amazon river prawn in stagnant ponds, using nutrient-rich water and substrates, *Aquaculture* 503: 111-117.
- [6] Wang, M. and Lu, M., 2016, Tilapia polyculture: A global review, *Aquac. Res.* 47: 2363-2374.
- [7] Department of Fisheries, 2011, Knowledge of the Philosopher Tilapia, Inland Fisheries Research and Development Division, Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, 66 p. (in Thai)
- [8] Niwano, Y., Saito, K., Yoshizaki, F., Kohno, M. and Ozawa, T., 2011, Extensive screening for herbal extracts with potent antioxidant properties, *J. Clin. Biochem. Nutr.* 1: 78-84.
- [9] Kubola, J., Siriamornpun, S. and Meeso, N., 2011, Phytochemicals, vitamin C and sugar content of Thai wild fruits, *Food*

- Chem. 126: 972-981.
- [10] Al-Musharfi, N. K., Al-Wahaibi, H. S. and Khan, S. A., 2015, Comparison of ascorbic acid, total phenolic content and antioxidant activities of fresh juices of six fruits grown in Oman, J. Food Process. Technol. 6(11): 1-3.
- [11] Keskin-Šašić, I., Tahirović, I., Topčagić, A., Klepo, L., Salihović, M., Ibragić, S., Toromanovic, J., Ajanovic, A. and Velispahic, E., 2012, Total phenolic content and antioxidant capacity of fruit juices, Bull. Chem. Technol. Bosnia Herzegovina 39: 25-28.
- [12] Pandey, K. B. and Rizvi, S. I., 2009, Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease, Oxid. Med. Cell. Longev. 2: 270-278.
- [13] Gammanpila, M., 2003, Evaluation of the Effect of Dietary Vitamin C, E and Zinc Supplementation on Reproductive Performance of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*), Master Thesis, Asian Institute of Technology, Pathum Thani.
- [14] Hai, N. V., 2015, The use of probiotics in aquaculture, J. Appl. Microbiol. 119: 917-935.
- [15] Yindisuk, A. and Chaisa, B., 2007, The Study of Macronutrients in Ferment Solution Prepared from Organic Waste and Residual Material, Research Report, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani, 78 p. (in Thai)
- [16] El-Sayed, Abdel-Fattah M. and Kawanna, M., 2008, Effects of dietary protein and energy levels on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock in a recycling system, Aquaculture 280: 179-184.
- [17] Okoko, M., 1996, Effect of 17-alpha Methyl Testosterone Concentrations on the Sex Ratio and Gonadal Development of Nile Tilapia *Oreochromis niloticus*, Master Thesis, Auburn University, Alabama, 121 p.
- [18] Phongthana, N., Siangwan, S. and Nitham, C., 2004, Effects of androgens on sex reversal of Nile tilapia, Thai Fish. Gazette 57(3): 251-259. (in Thai)
- [19] Thai Meteorological Department, 2016, Weather Summary (Yearly) 2015, Available Source: [https://www.tmd.go.th/programs/uploads/yearlySummary/annual2558\\_new2.pdf](https://www.tmd.go.th/programs/uploads/yearlySummary/annual2558_new2.pdf), April 29, 2017. (in Thai)
- [20] Little, D.C. and Hulata, G., 2000, Strategies for Tilapia Seed Production, pp. 267-326, In Beveridge, M.C.M. and McAndrew, B. J. (Eds.), Tilapias: Biology and Exploitation, Kluwer Academic Publishers, London.
- [21] Whangchai, N., Wigraiboon, S., Shimizu, K., Iwami, N. and Itayama, T., 2011, Off-flavor in Tilapia (*Oreochromis niloticus*) reared in cages and earthen ponds in northern Thailand, Thai J. Agric. Sci. 44(Special Issue): 270-276.
- [22] Pimolrat, P., Whangchai, N., Chitmanat, C., Itayama, T. and Lebel, L., 2015, Off-flavor

- Characterization in high nutrient load Tilapia ponds in northern Thailand, Turk. J. Fish. Aquat. Sci. 15: 275-83.
- [23] Persson, P.E., 1982, Muddy odor: A problem associated with extreme eutrophication, *Hydrobiologia* 86: 161-164.
- [24] Robertson, R.F., Hammond, A., Jauncey, K., Beveridge, M.C.M. and Lawton, L.A., 2006, An investigation into the occurrence of geosmin responsible for earthy-musty taints in UK farmed rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss*, *Aquaculture* 259: 153-163.
- [25] Land Development Department, 2004, Manual for Analyzing Soil Samples, Water, Fertilizer: Soil Improvement Materials and Analysis for Product Standard Certification, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, 53 p. (in Thai)
- [26] Petersen, A., Andersen, J.S., Kaewmak, T., Somsiri, T. and Dalsgaard, A., 2002, Impact of integrated fish farming on antimicrobial resistance in a pond environment, *Appl. Environ. Microbiol.* 68: 6036-6042.
- [27] Srinuansom, K., Moonteinart, B., Whangchai, N. and Promya, J., 2010, Correlation of chicken manure application on the growth performance of Pla Buk (*Pangasianodon gigas* Chevey, 1930), species composition of phytoplankton and water quality in intensive pen culture, *J. Agric. Res. Extens.* 27: 27-38.
- [28] Chomchai, N., 1999, Feeding and Hen Formula Feed, Bureau of Animal Development, Department of Livestock Development, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, 19 p. (in Thai)
- [29] Smith, J.L., Boyer, G.L. and Zimba, P.V., 2008, A review of cyanobacterial odorous and bioactive metabolites: impacts and management alternatives in aquaculture, *Aquaculture* 280: 5-20.
- [30] Guttman, L. and Rijn, J.V., 2008, Identification of conditions underlying production of geosmin and 2-methylisoborneol in a recirculating system, *Aquaculture* 279: 85-91.
- [31] Department of Medical Sciences, 2017, Microbiological Quality Criteria for Food and Food Contact Containers, Issue 3, Bureau of Quality and Safety of Food, Ministry of Public Health, Nonthaburi, 26 p. (in Thai)
- [32] National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards, 2013, Thai Agricultural Standard TAS 7001- 2013: Tilapia, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, 9 p. (in Thai)
- [33] Department of Fisheries, 2016, Increasing Efficiency and Reducing Costs of Nile Tilapia Farming Guide, Inland Fisheries Research and Development Division, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, 31 p. (in Thai)
- [34] Wang, N., Hayward, R.S. and Noltie, D.B., 2000, Effects of social interaction on

- growth of juvenile hybrid sunfish at two densities, N. Am. J. Aquac. 62: 161-167.
- [35] Plaipetch, P., 2016, Nutritional management for culturing Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), Thai Sci. Technol. J. 24(1): 12-39. (in Thai)
- [36] Karaket, T., Chomcham, B. and Prongkasem, S., 2018, Effect of dietary supplementation of vitamin C on growth performances and feed efficiency of striped snakehead fish (*Channa striata*) fingerlings, J. Fish. Technol. Res. 12(1): 1-10. (in Thai)
- [37] Craig, S., Helfrich, L.A., Kuhn, D. and Schwarz, M.H., 2017, Understanding Fish Nutrition, Feeds, and Feeding, Virginia Cooperative Extension, Publication 420-256, Virginia Tech, Blacksburg, VA, 6 p.
- [38] Wall, M.M., 2006, Ascorbic acid, vitamin A, and mineral composition of banana (*Musa sp.*) and papaya (*Carica papaya*) cultivars grown in Hawaii, J. Food Compost. Anal. 19: 434-445.
- [39] Singh, B., Singh, J.P., Kaur, A. and Singh, N., 2016, Bioactive compounds in banana and their associated health benefits – A review, Food Chem. 206: 1-11.
- [40] Hui-yuan, L. V., Zhi-gang, Z., Rudeaux, F. and Respondek, F., 2007, Effects of dietary short chain fructo- oligosaccharides on intestinal microflora, mortality and growth performance of *O. niloticus* × *Oreochromis aureus*, Chinese J. Anim. Nutr. 19(6): 1–6.
- [41] Portz, D.E., Woodley, C.M. and Cech, J.J., 2006, Stress-associated impacts of short-term holding on fishes, Rev. Fish Biol. Fish. 16: 125-170.
- [42] Narra, M.R., Rajender, K., Reddy, R.R., Rao, J.V. and Begum, G., 2015, The role of vitamin C as antioxidant in protection of biochemical and haematological stress induced by chlorpyrifos in freshwater fish *Clarias batrachus*, Chemosphere 132: 172-178.
- [43] Endo, M., Kumahara, C., Yoshida, T. and Tabata, M., 2002, Reduced stress and increased immune responses in Nile tilapia kept under self-feeding conditions, Fish. Sci. 68: 253-257.
- [44] Wang, N., Hayward, R.S. and Noltie, D.B., 1998, Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish, Aquaculture 165: 261-267.