

01

แนวทางการส่งเสริมการเลี้ยงปลานิล โดยใช้เทคนิคการประเมิน
วัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
กรณีศึกษา: ณิชพล ฟาร์ม อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี
GUIDELINES FOR PROMOTING TILAPIA FARMING BY
LIFE CYCLE ASSESSMENT TECHNIQUES TO REDUCE
THE ENVIRONMENTAL IMPACT. CASE STUDY:
NATCHAPHON FARM, SAI NOI DISTRICT,
NONTHABURI PROVINCE

จิตตา วรจินดา^a, ✉ วิสาखा ภูจินดา^a และพีรพล เจตโรจนานนท์^a
^aคณะบริหารการพัฒนาสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

Tita Vorachinda^a, ✉ Wisakha Phoochinda^a and Peerapon Jaderojananont^a
^aGraduate School of Environmental Development Administration
National Institute of Development Administration

✉ titavoraa@gmail.com

วันที่รับ (received) 24 พ.ย.2564 วันที่แก้ไขเสร็จ (revised) 24 ม.ค. 2565 วันที่ตอบรับ (accepted) 1 ก.พ. 2565

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการเลี้ยงปลานิล โดยใช้เทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ รวมถึงการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากปัจจัยนำเข้า และเพื่อเสนอแนวทางพัฒนาการเลี้ยงปลานิล และลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม โดยผู้วิจัยเลือกพื้นที่ศึกษาแบบเจาะจง คือ ฟาร์มเลี้ยงปลานิลในบ่อดินแบบกึ่งพัฒนา และใช้การสัมภาษณ์เจาะลึกเกษตรกรในพื้นที่

ผลการวิจัยพบว่า มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวปลานิล โดยมีปริมาณ 197.856 KgCO₂eq/รอบ/10 ไร่ รองลงมา คือการเตรียมบ่อเลี้ยง 192.136 KgCO₂eq/รอบ/10 ไร่, การเลี้ยงปลานิล 36.246 KgCO₂eq/รอบ/10 ไร่ และการขนส่งสู่ตลาดปลา 28.176 KgCO₂eq/รอบ/10 ไร่ ซึ่งก๊าซเรือนกระจกส่วนใหญ่เกิดจากการใช้เครื่องสูบน้ำไฟฟ้าและน้ำมันดีเซล และพบว่า การเลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อเป็นแหล่งกำเนิดของมลพิษเพราะน้ำที่ระบายออกนั้นปนเปื้อนจากการขับถ่ายของปลาและเศษอาหารที่ตกค้าง และไม่มีกรบำบัด

จากปัญหาที่ค้นพบ ผู้วิจัยจึงได้เสนอแนวทางการพัฒนาการเลี้ยงปลานิลและการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม 5 ประเด็น ได้แก่ 1) การรวมกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ 2) การจัดการข้อมูลเพื่อนำมาใช้แก้ไขปัญหา 3) การลดต้นทุนควบคู่กับการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม 4) การจัดการของเหลือเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ และ 5) การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

คำสำคัญ : การเลี้ยงปลานิล การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

Abstract

This research has its key objectives of assessing environmental impacts caused by Tilapia farming using Life Cycle Assessment to suggest guidelines to reduce the impact and to improve the Tilapia farming process. The semi-intensive culture farming method was applied together with in-depth interview from farmers who using semi-intensive culture method from nearby areas.

This research found that harvesting has released greenhouse gas emissions the most of 197.856 KgCO₂eq/year, followed by preparatory processes, which is 192.136 KgCO₂eq/year, growing process, which is 36.246 KgCO₂eq/year, transportation to fish markets, which is 28.176 KgCO₂eq/year. A significant reason is due to the use of the diesel-powered pump in addition to the fact when considering environmental impact, the discovery of pond aquaculture is a source of pollution because of water drained from ponds during aquaculture and fishing untreated and containing many wastes arising out of the fish excretion, leftover food sediment leading to contaminated water.

This research, therefore, recommended the key guidelines for the development of Tilapia farming and the reduction of environmental impacts as divided into 5 points: 1) exchange and enhance knowledge on the environmental impact caused by Tilapia farmers among other farmers in nearby area, 2) data management by checking and recording before being used for decision-making in solving environmental problems arising from tilapia farming and career development, 3) cost reduction from Tilapia farming coupled with reducing environmental impact, 4) Management of residues from Tilapia farming to increase economic value. and 5) reducing greenhouse gas emissions from Tilapia Farming Process.

Keywords : Tilapia farming, Life Cycle Assessment, Greenhouse gas emission

บทนำ

จากการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคอาหารของประชากรไทยของสำนักงานสถิติแห่งชาติ พบว่า ประชากรไทยอายุมากกว่า 6 ปี ที่บริโภคอาหารกลุ่มเนื้อปลาและเนื้อสัตว์ไม่ติดมันสัตว์นั้นมีจำนวนมาก ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 98.1 ของจำนวนประชากรทั้งหมด (National Statistical Office, Ministry of Digital Economy and Society, 2017) สำหรับประเทศไทย การผลิตในภาคการประมงมีบทบาทสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ ผลผลิตจากการทำประมงรวมถึงการเลี้ยงสัตว์น้ำยังเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญสำหรับประชากรในประเทศ เป็นที่มาของการจ้างแรงงานและก่อให้เกิดอุตสาหกรรมต่อเนื่อง เช่น โรงงานแปรรูปอาหารต่างๆ และยังสามารถส่งออกเพื่อเป็นรายได้ให้แก่ประเทศ ผลผลิตจากการเลี้ยงสัตว์น้ำของประเทศไทยมีมากกว่า 15 ชนิด โดยเฉพาะปลานิล ซึ่งเป็นปลาที่นิยมเลี้ยง เนื่องจากปลานิลเป็นสินค้าประมงหลักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เป็นที่ต้องการของตลาดทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ มีผลกำไรต่อหน่วยการผลิตสูง จากสถิติการประมงแห่งประเทศไทยปี พ.ศ. 2560 ผลผลิตการเลี้ยงสัตว์น้ำจัดจำแนกเป็นรายชนิดและตามประเภทการเลี้ยงปี พ.ศ. 2560 มีการเลี้ยงปลานิลปริมาณ 217,928 ตัน คิดเป็นการเลี้ยงในบ่อดินมากถึง 195,322 ตัน คิดเป็นมูลค่า 11,003.8 ล้านบาท โดยการผลิตปลานิลของไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน สำหรับผลผลิตปลานิลในปี พ.ศ. 2564 คาดว่ามีปริมาณ 210,419 ตัน เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.2 จากปีพ.ศ. 2563 (Department of Fisheries; Ministry of Agriculture and Cooperatives. Fisheries Development Policy And Strategy Division, 2019) ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้การเลี้ยงปลานิลทั้งแบบในบ่อดินและกระชังมีการขยายตัวเพิ่มสูงขึ้น แต่ในขณะเดียวกันก็ได้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งในด้านต่างๆ จากการวิจัยของ Chutichaijarus *et al.*, (2019) ซึ่งได้ทำการวิจัยการประเมินวัฏจักรชีวิตของการเลี้ยงปลานิลระยะวัยอ่อนในระบบน้ำหมุนเวียน พบว่า การเลี้ยงปลานิลวัยอ่อนในระบบน้ำหมุนเวียนมีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก และการก่อให้เกิดภาวะการเพิ่มสารอาหารในน้ำทิ้ง (eutrophication potential) จากการเลี้ยงปลานิล ซึ่งนำมาสู่สาเหตุของการเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อมทั้งดิน น้ำ และอากาศในบริเวณที่ใช้เลี้ยงปลานิล

อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยได้กำหนดมาตรการที่จะนำไปสู่การจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างยั่งยืน โดยกำหนดให้มีความสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศ เพื่อให้ผลผลิตสัตว์น้ำของประเทศไทยมีคุณภาพตามมาตรฐานสากล มีความปลอดภัย สามารถตอบสนองต่อความต้องการของตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้มีความสนใจทำการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการเลี้ยงปลานิล โดยใช้เทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment: LCA) แบบ Cradle to Gate รวมถึงประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการเลี้ยงปลานิลในพื้นที่ โดยกำหนดพื้นที่ศึกษาการเลี้ยงปลานิล คือ ณิชพล ฟาร์ม อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ฟาร์มแห่งนี้เป็นฟาร์มกรณีศึกษาตัวอย่าง และเก็บข้อมูลป้อนเข้าจากเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลในบ่อดินแบบกึ่งพัฒนา ในชุมชนบริเวณใกล้เคียง เพื่อประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการเลี้ยงปลานิล และเสนอแนวทางการพัฒนาการเลี้ยงปลานิล รวมถึงทางเลือกในการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการเลี้ยงปลานิล โดยใช้เทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ แบบ Cradle to Gate และประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากปัจจัยนำเข้า (Input) ของกระบวนการเลี้ยงปลานิลในพื้นที่
2. เพื่อเสนอแนวทางการพัฒนาการเลี้ยงปลานิลและการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น

อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแนวทางการส่งเสริมการเลี้ยงปลานิลเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เจาะลึก ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ได้แก่ 1) ผู้ประกอบการเลี้ยงปลานิลของ ณัฏพล ฟาร์ม จำนวน 2 คน โดยพื้นที่ศึกษามีขนาดพื้นที่ 10 ไร่ เลี้ยงปลานิลทั้งหมด 27,000 ตัว การเลี้ยง 1 รอบ ใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 12 เดือน มีปริมาณผลผลิตเฉลี่ยในรอบ 3-5 ปีที่ผ่านมาประมาณ 4-5 ตัน และ 2) เกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลในบ่อดินแบบกึ่งพัฒนา (semi-intensive culture) ในชุมชนบริเวณใกล้เคียง จำนวน 10 คน โดยประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการเลี้ยงปลานิลด้วยเทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นตลอดวัฏจักรชีวิตหรือช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ กิจกรรมหรือบริการ ตั้งแต่การจัดหาวัตถุดิบ การผลิต การใช้งาน และการจัดการซากหลังหมดอายุการใช้งาน รวมไปถึงการขนส่งที่เกิดขึ้นตลอดช่วงวัฏจักรชีวิต ซึ่งทำให้ทราบสาเหตุและจุดที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จึงส่งผลให้สามารถกำหนดแนวทางการปรับปรุงหรือพัฒนาการผลิตผลิตภัณฑ์ให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมลดลง และใช้ทรัพยากรอันจำกัดให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะใช้วิธีการประเมินแบบ Cradle to Gate ซึ่งประเมินตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมการเลี้ยงปลานิลจนถึงการขนส่งไปสู่แพปลา แต่จะไม่รวมถึงขั้นตอนการนำไปแปรรูปหรือประกอบอาหารและกำจัดซาก เนื่องจากกลุ่มผู้บริโภคมักมีวิธีการที่หลากหลายและแตกต่างกันไปในแต่ละบริษัท โดยกิจกรรมที่ประเมิน ได้แก่ การเตรียมบ่อเพื่อเลี้ยงปลานิล การเลี้ยงปลานิล การเก็บเกี่ยวผลผลิตปลานิล หรือการวิดปลา และการขนส่งปลานิลสู่ตลาดแพปลา รวมถึงการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการเลี้ยงปลานิลในพื้นที่ โดยการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนปัจจัยนำเข้า (Input) ในแต่ละขั้นตอนการเลี้ยงทั้ง 4 ขั้นตอนหลัก และคำนวณออกมาในรูปของน้ำหนักคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2e) อ้างอิงจากวิธีการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (carbon footprint) และค่า emission factor จากการคำนวณของคณะกรรมการเทคนิคด้านคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ปี 2561 (สูตรการคำนวณ CO_2 emission ($\text{kg CO}_2\text{eq}$) = Activity data x emission factor) เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้มาวิเคราะห์และนำเสนอแนวทางการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาการเลี้ยงปลานิล โดยผู้วิจัยใช้เวลาในการดำเนินงานเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564

ผลการวิจัย

การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการเลี้ยงปลานิล โดยใช้เทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ แบบ Cradle to Gate กรณีศึกษา: ณัฏพล ฟาร์ม อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี ได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ผลการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการเลี้ยงปลานิล โดยใช้เทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ แบบ Cradle to Gate และการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากปัจจัยนำเข้า (Input) กระบวนการเลี้ยงปลานิล ผลปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ตารางแสดงผลการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ และผลการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการเลี้ยงปลา

ปัจจัยนำเข้า (Input)	กระบวนการ (Process)	ผลผลิต (Output)	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Impact)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (KgCO ₂ eq/รอบการเลี้ยงปลา)
กิจกรรมที่ 1. การเตรียมบ่อเพื่อเลี้ยงปลา				
เครื่องสูบน้ำที่ใช้ น้ำมันดีเซล 400 ลิตร/ 1 รอบการขุด	ใช้เครื่องสูบน้ำออกจาก บ่อ ตากบ่อให้แห้ง 1 เดือน และ สูบน้ำเข้าบ่อ ตั้งไว้ 1 อาทิตย์	บ่อที่พร้อมสำหรับการเลี้ยงปลา	เกิดก๊าซ CO ₂ และฝุ่นละออง	140.880
พลังงานไฟฟ้า 10.28 กิโลวัตต์/6 ชั่วโมง/ 1 รอบการขุด	สำหรับเร่งการสูบน้ำ ออก-เข้า	บ่อที่พร้อมสำหรับการเลี้ยงปลา	เกิดก๊าซ CO ₂ และฝุ่นละออง	6.156
แรงงานจากครัวเรือน ในการเตรียมบ่อ อาหารและเครื่องมือ สำหรับแรงงานจำนวน 2 คน จำนวน 1 กิโลกรัม	การเตรียมบ่อ การขุดลอกเลนจากการเลี้ยงรอบเดิม	บ่อที่พร้อมสำหรับการเลี้ยงปลา	เกิดขยะมูลฝอย	1.300
ปูนขาว 600 กก./ 1 รอบการขุด	โรยปูนขาว เพื่อปรับลดความเป็นกรดของดินในบ่อ	พื้นบ่อที่ถูกลดความเป็นกรด	เกิดก๊าซ CO ₂ และฝุ่นละออง ค่า pH ในดินเปลี่ยนแปลง ส่งผลเสียต่อการเจริญเติบโตของพืช	43.800
พันธุ์ปลา/ลูกปลา จำนวน 20,000 ตัว/รอบการเลี้ยง	ปล่อยในช่วงเวลาเช้านี้หรือเวลาเย็น ปลาที่ปล่อยลงไปจะปรับตัวง่าย	พ่อพันธุ์ แม่พันธุ์ และ ลูกปลาที่พร้อมต่อการเลี้ยง	มลพิษทางน้ำที่เกิดจากการ จับถ่ายของปลาและ ปลาที่ตายระหว่างการเลี้ยง	-
รวม				192.136
กิจกรรมที่ 2. การเลี้ยงปลา				
อาหาร (มูลไก่) และอาหารสมทบ (อาหารเม็ดสำเร็จรูป) จำนวน 600 กก./ปี	ให้มูลไก่เป็นอาหารหลัก วันละ 2 ครั้ง และให้ อาหารเม็ดสำเร็จรูปเป็นอาหารสมทบ	ปลาที่เจริญเติบโต	เศษอาหารตกค้าง เกิดกลิ่นเหม็น และเกิดปรากฏการณ์น้ำสีเขียว (Algae Bloom)	-
ปลา	การเลี้ยงและให้อาหาร	ปลาที่เจริญเติบโต	มลพิษทางน้ำที่เกิดจากการ จับถ่ายของปลา และปลาที่ตายระหว่างการเลี้ยง	-
เครื่องสูบน้ำที่ใช้ น้ำมัน ดีเซล 100 ลิตร/ 1 รอบการเลี้ยง	การเติมน้ำเข้าบ่อเพื่อลดอัตราการเน่าเสียของน้ำในบ่อ	คุณภาพน้ำในบ่อที่ดีขึ้น	เกิดก๊าซ CO ₂ และฝุ่นละออง	35.220

ปัจจัยนำเข้า (Input)	กระบวนการ (Process)	ผลผลิต (Output)	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Impact)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (KgCO ₂ eq/รอบการเลี้ยงปลา)
เครื่องต้นน้ำ 1.714 กิโลวัตต์ / ชั่วโมง/1 รอบการเลี้ยง	ใช้เครื่องต้นน้ำเพื่อเพิ่มปริมาณก๊าซออกซิเจนให้ปลา	คุณภาพน้ำในบ่อที่ดีขึ้น	เกิดก๊าซ CO ₂ และฝุ่นละออง	1.026
น้ำจากคลองราชบุรีพัฒนา	การระบายน้ำออกบางส่วนและเติมน้ำเข้าบ่อเพื่อลดอัตราการนำเสียของน้ำ	คุณภาพน้ำในบ่อที่ดีขึ้น	มลพิษทางน้ำ ถูกระบายออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ	-
รวม				36.246
กิจกรรมที่ 3. การเก็บเกี่ยวผลผลิตปลา หรือการวัดปลา				
เครื่องสูบน้ำที่ใช้น้ำมัน ดีเซล จำนวน 500 ลิตร/รอบการวัด	ใช้เครื่องสูบน้ำออกจากบ่อปลา	บ่อปลาแห้งจากการสูบน้ำ	เกิดก๊าซ CO ₂ และฝุ่นละออง น้ำเสียถูกระบายออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ	176.100
พลังงานไฟฟ้า 10.28 กิโลวัตต์/ 6 ชั่วโมง/ 1 รอบการวัด	สำหรับเร่งการสูบน้ำออก	บ่อปลาแห้งจากการสูบน้ำ	เกิดก๊าซ CO ₂ และฝุ่นละออง	6.156
แรงงานวัดปลา อาหารและเครื่องดื่ม สำหรับแรงงาน จำนวน 10 คนจำนวน 10 กิโลกรัม	แรงงานที่ใช้ในการ คัดแยกปลานิลกับปลาพลอยได้อื่นๆ และการลากอวนจับปลา	ปลานิล และปลาพลอยได้อื่นๆ ปริมาณ 4 ตัน	ขยะมูลฝอยจากอาหาร และเครื่องดื่มที่แรงงานบริโภค	13.000
อุปกรณ์อื่นๆ เช่น อวนสวิง ตะกร้า รอก เชือก กังน้ำ เป็นต้น จำนวน 2 กิโลกรัม	ใช้อวนลากจับปลา และใช้สวิงในการช้อนปลาใช้กังน้ำและตะกร้าสำหรับจับปลาที่เล็ดลอด	ปลานิล และปลาพลอยได้อื่นๆ ปริมาณ 4 ตัน	ขยะมูลฝอยจากอุปกรณ์ที่ชำรุดเสียหาย	2.600-
รวม				197.856
กิจกรรมที่ 4. การขนส่งปลานิลสู่ตลาดแพปลา				
รถยนต์/น้ำมัน 80 ลิตร/ 1 รอบการขนส่ง	ใช้ในการขนส่งปลานิลสู่ตลาด	รายได้จากการขายปลานิล	เกิดก๊าซ CO ₂ และฝุ่นละออง	28.176
รวม				28.176
รวมทั้งหมด				454.414

หมายเหตุ: *ค่า Emission Factor, Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization), 2018 ซึ่งปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยออกมาจากแต่ละกิจกรรมเป็นเพียงการคำนวณอย่างคร่าวๆ จากกิจกรรมและผลิตภัณฑ์ที่มีค่า Emission Factor (E.F.) เท่านั้น ซึ่งค่าแฟกเตอร์ (kgCO₂eq/kg) ของน้ำมันดีเซล มีค่าเท่ากับ 0.3522 kgCO₂eq/กิโลกรัม, กลุ่มไฟฟ้า มีค่าเท่ากับ 0.5986 kgCO₂eq/กิโลวัตต์ (กำลังไฟฟ้าของเครื่องสูบน้ำที่ใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 1.714 กิโลวัตต์/1 ชั่วโมง) ** KgCO₂eq/รอบการเลี้ยง/10 ไร่, ปูนขาว มีค่าเท่ากับ 0.0730 kgCO₂eq/กิโลกรัม, ขยะมูลฝอย 1.3000 kgCO₂eq/กิโลกรัม

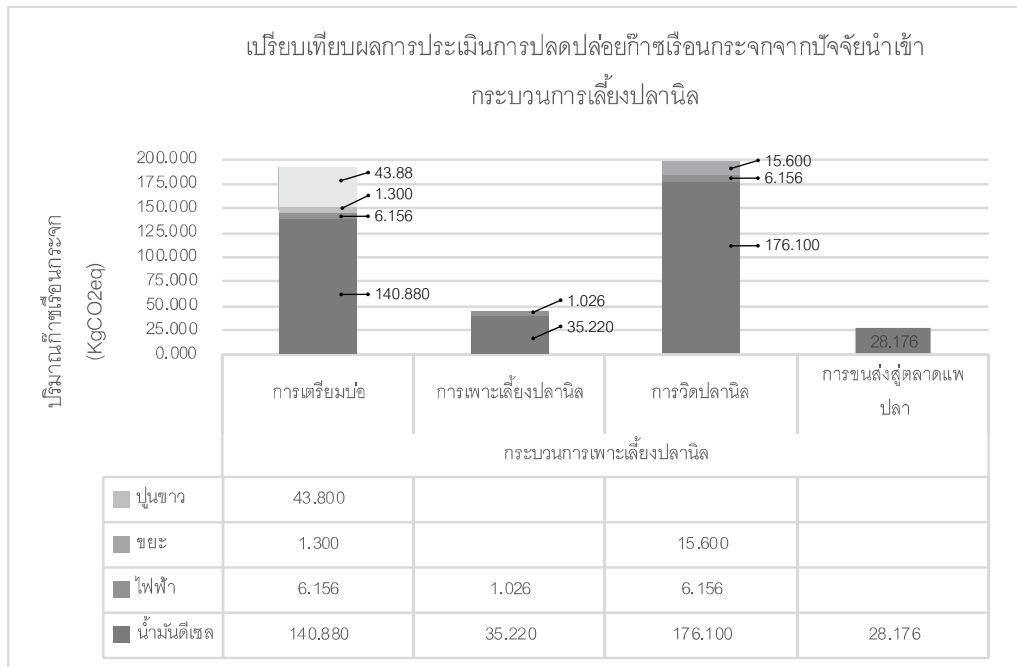
จากตารางที่ 1 การประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากปัจจัยนำเข้า (Input) ตลอดวัฏจักรชีวิตของการเลี้ยงปลานิล แบบ Cradle to Gate สามารถแบ่งได้เป็น 4 กระบวนการ ได้แก่

1. กระบวนการเตรียมบ่อเลี้ยงปลานิล ประกอบไปด้วย การตากบ่อ การสูบน้ำเข้าบ่อโดยใช้เครื่องสูบน้ำที่ใช้น้ำมัน วัดจุดบ่อกที่ใช้ในกระบวนการนี้ ได้แก่ เครื่องสูบน้ำที่ใช้น้ำมันดีเซล 400 ลิตร/ 1 รอบการขุด พลังงานไฟฟ้า 10.28 กิโลวัตต์/6 ชั่วโมง/ 1 รอบการขุด แรงงานจากครัวเรือน ในการเตรียมบ่อ อาหารและเครื่องมือสำหรับแรงงานจำนวน 2 คน ปุ๋ยขาว 600 กก./ 1 รอบการขุด พันธุ์ปลา/ลูกปลา จำนวน 20,000 ตัว/รอบการเลี้ยง ในขั้นตอนนี้จะใช้พลังงานจากน้ำมันดีเซลในกระบวนการสูบน้ำออกเพื่อตากบ่อ และสูบน้ำเข้าบ่อปลา ซึ่งจะมีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก $140.880 \text{ KgCO}_2\text{eq/รอบการขุด/10 ไร่การผลิต}$ และพลังงานไฟฟ้าสำหรับแรงการสูบน้ำออก-เข้าบ่อปลา มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก $6.156 \text{ KgCO}_2\text{eq/รอบการขุด/10 ไร่การผลิต}$ การให้ปุ๋ยขาว มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก $43.800 \text{ KgCO}_2\text{eq/รอบการขุด/10 ไร่การผลิต}$ และขยะมูลฝอยจากแรงงาน มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก $1.300 \text{ KgCO}_2\text{eq/รอบการขุด/10 ไร่การผลิต}$ ดังนั้น ขั้นตอนการเตรียมบ่อเลี้ยงปลานิล จะมีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ที่ $192.136 \text{ KgCO}_2\text{eq/รอบการเลี้ยง/10 ไร่การผลิต}$

2. กระบวนการเลี้ยงปลานิล ประกอบไปด้วยการเติมน้ำเข้าบ่อและใช้เครื่องตีน้ำเพื่อลดอัตราการเน่าเสียของน้ำ และการให้อาหาร โดยวัดจุดบ่อกที่ใช้ในกระบวนการนี้ ได้แก่ อาหาร (มูลไก่) และอาหารสมทบ (อาหารเม็ดสำเร็จรูป) จำนวน 600 กก./ปี เครื่องสูบน้ำที่ใช้น้ำมันดีเซล 100 ลิตร/ 1 รอบการเลี้ยง พลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องตีน้ำ $1.714 \text{ กิโลวัตต์/ชั่วโมง/1 รอบการเลี้ยง}$ ในขั้นตอนนี้ การใช้พลังงานจากน้ำมันดีเซลในกระบวนการสูบน้ำเข้าบ่อเพื่อลดการเน่าเสียของน้ำ มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก $35.220 \text{ KgCO}_2\text{eq/รอบ/ไร่การผลิต}$ และใช้พลังงานจากใช้พลังงานไฟฟ้าในการใช้เครื่องตีน้ำ มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก $1.026 \text{ KgCO}_2\text{eq/รอบการเลี้ยง/10 ไร่การผลิต}$ ดังนั้น ขั้นตอนการเลี้ยงปลานิล มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ที่ $36.246 \text{ KgCO}_2\text{eq/รอบการเลี้ยง/10 ไร่การผลิต}$

3. กระบวนการเก็บเกี่ยวผลผลิตปลานิล ประกอบไปด้วย เครื่องสูบน้ำที่ใช้น้ำมันดีเซล จำนวน 500 ลิตร/รอบการวิด พลังงานไฟฟ้า 10.28 กิโลวัตต์/ 6 ชั่วโมง/ 1 รอบการวิด สำหรับแรงการสูบน้ำออก แรงงานวิดปลา อาหารและเครื่องมือสำหรับแรงงาน จำนวน 10 คน อุปกรณ์อื่นๆ เช่น อวน สวิง ตะกร้า รอก เชือก ถังน้ำ เป็นต้น ในขั้นตอนนี้ การใช้พลังงานจากน้ำมันดีเซลในกระบวนการสูบน้ำออกจากบ่อ มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก $176.100 \text{ KgCO}_2\text{eq/รอบการวิด/10 ไร่การผลิต}$ และใช้พลังงานจากใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับแรงการสูบน้ำออก มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก $6.156 \text{ KgCO}_2\text{eq/รอบการวิด/10 ไร่การผลิต}$ ขยะมูลฝอยจากแรงงานวิดปลา มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก $13.000 \text{ KgCO}_2\text{eq/รอบการวิด/10 ไร่การผลิต}$ และขยะมูลฝอยจากอุปกรณ์จับปลา มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก $2.600 \text{ KgCO}_2\text{eq/รอบการวิด/10 ไร่การผลิต}$ โดยขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่มีกระบวนการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดเนื่องจากจำเป็นต้องใช้เครื่องสูบน้ำ และฉีดน้ำตลอดการเก็บเกี่ยว โดยมีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวม $197.856 \text{ KgCO}_2\text{eq/ รอบการวิด/10 ไร่การผลิต}$

4. กระบวนการขนส่งผลผลิตปลานิลสู่ตลาดแพปลา วัดจุดบ่อกที่ใช้ในกระบวนการนี้ ได้แก่ น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับรถยนต์ขนส่งผลผลิตปลานิลสู่ตลาดแพปลา จำนวน 80 ลิตร/รอบการขนส่ง โดยมีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวม $28.176 \text{ KgCO}_2\text{eq/รอบการขนส่ง/10 ไร่การผลิต}$



ภาพที่ 1: แสดงผลการเปรียบเทียบการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากปัจจัยนำเข้ากระบวนการเลี้ยงปลานิล

จากภาพที่ 1 แสดงผลการเปรียบเทียบการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากปัจจัยนำเข้ากระบวนการเลี้ยงปลานิลทั้ง 4 ขั้นตอนหลัก มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดในช่วงขั้นตอนการวิดปลานิล โดยมีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวม 197.856 KgCO₂eq/รอบการวิด/10 ไร่การผลิต รองลงมาคือกระบวนการเตรียมบ่อเลี้ยง มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมอยู่ที่ 192.136 KgCO₂eq/รอบการเลี้ยง/10 ไร่การผลิต กระบวนการเลี้ยงปลานิล มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมอยู่ที่ 36.246 KgCO₂eq/รอบการเลี้ยง/10 ไร่การผลิต และการขนส่งปลานิลสู่ตลาดปลา มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวม 28.176 KgCO₂eq/รอบการขนส่ง/10 ไร่การผลิต

สรุปและอภิปรายผล

จากการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์แบบ Cradle to Gate และการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากปัจจัยนำเข้า (Input) ของกิจกรรมการเลี้ยงปลานิล พบว่า กระบวนการเลี้ยงปลานิลในพื้นที่ชลประทาน อำเภอน้อย จังหวัดนนทบุรี มีรูปแบบการเลี้ยงแบบกึ่งพัฒนา (semi-intensive culture) การเลี้ยง 1 รอบใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 12 เดือนเต็ม มีปริมาณผลผลิตเฉลี่ยในรอบ 3-5 ปีที่ผ่านมาประมาณ 4-5 ตัน โดยการเลี้ยงปลานิล มีปัจจัยนำเข้า ได้แก่ แรงงาน เตรียมบ่อ ปูนขาว น้ำ น้ำมัน ไฟฟ้า เครื่องสูบน้ำ เครื่องตีน้ำเพื่อเพิ่มปริมาณก๊าซออกซิเจนให้ปลา ฟอพันธ์และแม่พันธุ์ปลา ลูกปลา อาหารหลัก (มูลไก่) หรืออาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปลา อาหารและเครื่องมือสำหรับแรงงาน และอุปกรณ์อื่นๆ เช่น อวน สวิง ตะกร้า

รอก เชือก ถังน้ำ และรถยนต์สำหรับขนปลาสู่ตลาดปลา โดยการเลี้ยงแบ่งได้ เป็น 4 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ 1) กระบวนการเตรียมบ่อเลี้ยงปลานิล มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมอยู่ที่ 192.136 $\text{KgCO}_2\text{eq/รอบการเลี้ยง/10 ไร่การผลิต}$ 2) กระบวนการเลี้ยงปลานิล มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมอยู่ที่ 36.246 $\text{KgCO}_2\text{eq/รอบการเลี้ยง/10 ไร่การผลิต}$ 3) การเก็บเกี่ยวผลผลิตปลานิล โดยขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่มีกระบวนการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด เนื่องจากจำเป็นต้องใช้เครื่องสูบน้ำ และฉีดน้ำตลอดการเก็บเกี่ยว โดยมีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวม 197.856 $\text{KgCO}_2\text{eq/รอบการวิด/10 ไร่การผลิต}$ และ 4) การขนส่งปลานิลสู่ตลาดปลา มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวม 28.176 $\text{KgCO}_2\text{eq/รอบการขนส่ง/10 ไร่การผลิต}$ รวมทั้งหมด 454.414 $\text{KgCO}_2\text{eq/รอบการผลิต/10 ไร่การผลิต}$ เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษากับงานวิจัยของ Poonpol & Phoochinda (2021) ซึ่งได้ทำการวิจัย ผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุนเพื่อมุ่งสู่การเป็น smart farmer กรณีศึกษา: การเพาะเลี้ยงปลาสดิิด อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ พบว่า ผลการวิจัยมีความสอดคล้องกัน โดยปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมทั้งสิ้น 2.038 $\text{KgCO}_2\text{eq/รอบ/ไร่การผลิต}$ ซึ่งขั้นตอนที่มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คือ การเก็บเกี่ยวผลผลิต/การวิดปลาสดิิด เช่นเดียวกัน

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาผลกระทบต่องสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต พบว่า การเลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อเป็นแหล่งกำเนิดของมลพิษ เนื่องจากน้ำที่ระบายออกจากรอบบ่อระหว่างการเลี้ยงและการจับสัตว์น้ำนั้นไม่มีการบำบัด และมีมลพิษทางน้ำที่เกิดจากการขับถ่ายของปลา และเศษอาหารที่ตกค้าง ทำให้ก้นบ่อมีปริมาณสารอาหารและสารอินทรีย์สะสมจำนวนมาก ก่อให้เกิดปรากฏการณ์น้ำสีเขียว (Algae Bloom) เกิดการขาดออกซิเจนในน้ำช่วงกลางคืน รวมถึงส่งผลกระทบต่อปลาซึ่งอาจจะทำให้ปลาติดโรคหรือตายได้ นอกจากนี้ยังมีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินกิจกรรมต่างๆ (Thailand Greenhouse Gas Management Organization, 2018) เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากเครื่องสูบน้ำ อีกทั้งทั้งการจ้างแรงงานในการวิดปลา มีการบริโภคอาหารและเครื่องดื่มระหว่างการทำงาน ส่งผลให้เกิดขยะจากอาหารและเครื่องดื่ม รวมทั้งเศษซากอุปกรณ์วิดปลาที่ชำรุดและไม่สามารถใช้งานได้ รวมถึงการใช้ปูนขาวเพื่อลดความเป็นกรดของดิน นอกจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกแล้ว หากเกษตรกรไม่มีความรู้เกี่ยวกับการใส่ปูนขาวในปริมาณที่เหมาะสมอาจส่งผลทำให้ค่า pH ในดินเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และส่งผลเสียต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ ซึ่งผลการวิจัยมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chutichaijarus *et al.*, (2019) ที่ได้ทำการวิจัยการประเมินวัฏจักรชีวิตของการเลี้ยงปลานิลระยะวัยอ่อนในระบบน้ำหมุนเวียน โดยใช้หลักการประเมินวัฏจักรชีวิตแบบ Cradle to Gate พบว่าการเลี้ยงปลานิลวัยอ่อนในระบบน้ำหมุนเวียนปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก คิดเป็นปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า 6.56 $\text{kg CO}_2\text{eq kgfish}^{-1}$ และการก่อให้เกิดภาวะการเพิ่มสารอาหารในน้ำทิ้ง (Eutrophication potential) โดยพบว่าการใช้ไฟฟ้าส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด ซึ่งผลกระทบต่อส่วนใหญ่เกิดจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในการหมุนเวียนน้ำ และเติมอากาศ คิดเป็นค่าเฉลี่ย 7.83 kWh kgfish^{-1}

จากการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์แบบ Cradle to Gate และการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการเลี้ยงปลานิลในพื้นที่ พบว่า มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปแบบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ามากที่สุดขั้นตอนการเก็บเกี่ยวผลผลิตปลานิล ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Thanee (2015) ซึ่งได้ทำการศึกษากการปลดปล่อยคาร์บอนของการผลิตเนื้อปลากะพงขาวและเนื้อกุ้งขาวจากการทำฟาร์มประมงโดยการประเมินวัฏจักรชีวิต: กรณีศึกษาจังหวัดตรัง ประเทศไทย จากผล

การศึกษาการถ่ายเทมวลคาร์บอนทั้งระบบพบว่า การปล่อยคาร์บอนจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำสามารถส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการใช้พลังงานภายในฟาร์มประมง และการใช้พลังงานน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับกระบวนการขนส่ง เช่นเดียวกันกับงานวิจัยของ Tantipanatip (2018) ได้ทำการศึกษาวิจัยการถ่ายเทมวลคาร์บอนในกระบวนการผลิตปลาแทบทิมีที่เลี้ยงในบ่อดิน โดยการประเมินวัฏจักรชีวิต กรณีศึกษาอำเภอเสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยการสำรวจและสอบถามข้อมูลจากเกษตรกรเจ้าของฟาร์มประมงจำนวน 50 ฟาร์ม เกี่ยวกับรูปแบบการเลี้ยง ปริมาณอาหาร การใช้พลังงานไฟฟ้า น้ำมันเชื้อเพลิง และแก๊สปิโตรเลียมเหลว พบว่าตลอดกระบวนการผลิตเนื้อปลาแทบทิมีเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยจากการใช้พลังงานโดยเฉลี่ย 39.7952 กก.คาร์บอน/กก.ปลาแทบทิมี/วัน ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการใช้พลังงานน้ำมันเชื้อเพลิงในภาคการขนส่งและการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในฟาร์มประมง ดังนั้น ผลการศึกษาค้นคว้าจึงสามารถสรุปได้ว่าระบบการทำฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นอีกภาคหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ และแนวทางลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากฟาร์มเลี้ยงปลาควรพิจารณาในแง่ของการลดการใช้พลังงาน โดยเฉพาะพลังงานน้ำมันเชื้อเพลิงในภาคการผลิตและการขนส่ง

จากการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมและสำรวจพฤติกรรมของเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิล ณ ฟาร์ม และผู้ประกอบการฟาร์มเลี้ยงปลานิลในบ่อดินแบบกึ่งพัฒนา ในชุมชนบริเวณใกล้เคียง ผู้วิจัยขอเสนอแนวทางการพัฒนาการเลี้ยงปลานิล ทั้งหมด 5 ประเด็นดังนี้

1. การรวมกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่เพื่อแลกเปลี่ยนและเสริมสร้างความรู้ในเรื่องผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการเลี้ยงปลานิล จากการศึกษาพบว่าเกษตรกรในพื้นที่ส่วนใหญ่มีความรู้ด้านเทคนิคและวิธีการเลี้ยงแตกต่างกันตามประสบการณ์และความถนัดของตน เกษตรกรมีความต้องการพัฒนากระบวนการเลี้ยงปลานิลที่ฟาร์ม เพื่อให้เกิดความมั่นใจของผู้บริโภค และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม แต่ยังขาดความรู้ในเรื่องผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากกระบวนการเลี้ยงปลานิล วิธีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอุปกรณ์ เพื่อตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม และยังขาดแนวทางการแก้ปัญหาผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่ถูกต้อง ดังนั้นจึงควรมีการรวมกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลกับผู้เชี่ยวชาญจากภาครัฐหรือเอกชน และมีกรอบกรมเกษตรกรให้ได้ทราบถึงผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากกระบวนการเลี้ยงปลานิล และวิธีการลดหรือแก้ไขผลกระทบที่เกิดขึ้น การรวมกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่จะเป็นการส่งเสริมให้เกษตรกรมีความรู้ และสามารถกระจายความรู้ให้กับผู้อื่นได้ โดยอาจทำการจัดตั้งกลุ่มเพื่อเป็นต้นแบบศูนย์การเรียนรู้หรือพัฒนาด้านการเลี้ยงปลานิลของอำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี เพื่อให้เกษตรกรจากพื้นที่อื่นๆ เข้ามาศึกษาดูงาน และสร้างเครือข่ายเกษตรกรรุ่นใหม่ เป็นต้น

2. การจัดการข้อมูล โดยการตรวจสอบและบันทึกข้อมูล ก่อนนำมาใช้ประกอบการตัดสินใจในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการเลี้ยงปลานิลและการพัฒนาอาชีพ จากการศึกษา พบว่า ปัญหาในพื้นที่ส่วนใหญ่จะเป็นเรื่องผลผลิตได้รับความเสียหายจากการที่ปลานิลเกิดโรคและตายเป็นจำนวนมาก ซึ่งสาเหตุเป็นเพราะน้ำในบ่อเลี้ยงมีการปนเปื้อนจากมูลไก่และอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ใช้เลี้ยงปลา และการขับถ่ายของปลา รวมถึงสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงทำให้อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้น ทำให้น้ำในบ่อเสียและมีกลิ่นเหม็น เกษตรกรมีการใช้เครื่องตีน้ำเพื่อเพิ่มออกซิเจนให้กับปลา แต่ยังไม่ได้นำถึงงบบำบัดน้ำ หรือการปรับเปลี่ยนปริมาณการให้อาหารปลา ดังนั้นจึงควรมีการนำแนวคิดการจัดการข้อมูล โดยการตรวจสอบและจดบันทึกอัตราการปล่อยกับอัตราการตายของปลานิลอย่างสม่ำเสมอ และบันทึกข้อมูลในช่วงเวลาที่เกิดปัญหาปลาตาย เช่น การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

(แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟต ฯลฯ ที่ละลายในน้ำ) อุณหภูมิของน้ำ ผลการตรวจวัดค่า pH, และ สารปนเปื้อนอื่นๆ ของน้ำในบ่อเลี้ยงปลาชนิด เพื่อเปรียบเทียบอัตราการให้อาหาร รวมถึงการหาความรู้เพิ่มเติมด้านการบำบัดน้ำในบ่อเลี้ยงก่อนปล่อยออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ โดยการใช้จุลินทรีย์หรือวิธีการทางธรรมชาติอื่นๆ เพื่อป้องกันการเกิดมลพิษทางน้ำและอาหารตกค้างในบ่อ สลายดินเลนและตะกอนอินทรีย์วัตถุ แก้ปัญหาดินก้นบ่อเสีย ลดต้นทุนการเตรียมบ่อ รวมถึงลดปัญหาการเน่าเสียของน้ำได้อีกด้วย

3. การลดต้นทุนจากการเลี้ยงปลานิลควบคู่กับการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จากการศึกษาพบว่า การลดต้นทุนการเลี้ยงปลานิลนั้น สามารถทำได้ในทุกกระบวนการผลิต และสามารถทำควบคู่กับการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้อีกด้วย เช่น ในกระบวนการเตรียมบ่อ สามารถกำจัดวัชพืชและพรรณไม้ น้ำ และนำไปกองสุมทำเป็นปุ๋ยพืชสด รวมถึงสามารถลดต้นทุนในการสร้างอาหารธรรมชาติในบ่อเลี้ยงได้ด้วยการใช้ประโยชน์จากปุ๋ยที่มีในท้องถิ่น เช่น ฟางแห้ง มูลสัตว์แห้ง เพื่อช่วยให้เกิดอาหารธรรมชาติในบ่อ และลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้ และในกระบวนการเลี้ยง การให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปแบบแขวนในสวิง สามารถลดการสูญเสียอาหาร ลดการใช้แรงงาน และลดการตกค้างของอาหารในบ่อน้ำและดินก้นบ่อเสียได้ เป็นต้น

4. การจัดการของเหลือจากการเลี้ยงปลานิลเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จากการศึกษากระบวนการเลี้ยงปลานิลในพื้นที่ พบว่า สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนการเลี้ยงปลานิลได้โดยการเลี้ยงแบบผสมผสาน สามารถปล่อยกุ้งขาวหรือกึ่งก้ามกรามเสริมในบ่อเลี้ยงปลานิล เพื่อเพิ่มผลผลิตและลดตะกอนสะสมบริเวณก้นบ่อ และในกระบวนการเตรียมบ่อ สามารถกำจัดวัชพืชและพรรณไม้ น้ำ และนำไปกองสุมทำเป็นปุ๋ยพืชสดหรือจุลินทรีย์หมัก และนำมาใช้เพื่อลดการเน่าเสียของพื้นบ่อ ปรับสภาพน้ำควบคุมคุณภาพน้ำในบ่อให้เหมาะสมสำหรับเลี้ยงปลา ช่วยสร้างแหล่งกักตุนและสัตว์หน้าดิน และเป็นการบำบัดน้ำจากบ่อเลี้ยงก่อนปล่อยออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติด้วย

5. การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและฝุ่นละอองจากกระบวนการเลี้ยงปลานิล จากผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลส่วนใหญ่ใช้น้ำมันดีเซลในแต่ละกระบวนการเลี้ยง เช่น การใช้เครื่องสูบน้ำ และเครื่องตีน้ำ เป็นต้น ซึ่งการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงนั้นเป็นสาเหตุหนึ่งของการก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และฝุ่นละออง โดยการเลี้ยงทั้ง 4 ขั้นตอนหลัก พบการใช้น้ำมันดีเซลและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในทุกขั้นตอน มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมทั้งหมดอยู่ที่ 454.414 $\text{KgCO}_2\text{eq/รอบการเลี้ยง/10 ไร่การผลิต}$ ดังนั้นหากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมีการให้ความรู้ หรือสนับสนุนให้เกษตรกรหันมาใช้น้ำมันไบโอดีเซล (biodiesel) ประเภท B10 B20 หรือ B100 เพื่อทดแทนน้ำมันดีเซล จะสามารถช่วยลดต้นทุนด้านการใช้พลังงานเชื้อเพลิง อีกทั้งยังช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและฝุ่นละอองได้อีกด้วย

จากที่ผู้วิจัยได้เสนอแนวทางการพัฒนาการเลี้ยงปลานิล ทั้ง 5 ประเด็น ในข้างต้น มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Poonpol & Phoochinda (2021) ซึ่งได้ทำการวิจัยผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุนเพื่อมุ่งสู่การเป็น Smart Farmer กรณีศึกษา: การเพาะเลี้ยงปลาชนิด ปลาหมอสี จังหวัดสมุทรปราการ พบว่าการนำแนวทาง Smart Farmer มาประยุกต์ใช้ จะสามารถเพิ่มผลตอบแทนทางสังคมสูงขึ้นร้อยละ 27.89 สามารถช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ถึงร้อยละ 18.55 และนอกจากนี้ Plaipetch (2016) ได้ทำการศึกษาวิจัยการจัดการทางโภชนาการสำหรับการเลี้ยงปลานิล พบว่า ปลานิลมีราคาจำหน่ายไม่สูงเนื่องจากเป็นปลาที่เลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย ดังนั้นการลดต้นทุนการผลิตโดยเฉพาะค่าอาหารเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถเพิ่มผลตอบแทนให้แก่เกษตรกรได้ การลดต้นทุนค่าอาหารอย่างมี

ประสิทธิภาพนั้นจำเป็นต้องมีการจัดการเกี่ยวกับสารอาหารและวิธีการให้อาหารที่เหมาะสม นอกจากสารอาหารแล้ววิธีการให้อาหารมีความสำคัญเช่นเดียวกัน รวมทั้งการเพิ่มปริมาณแพลงก์ตอนพืชในระบบเลี้ยงสามารถเร่งการเจริญเติบโตของปลาและประหยัดค่าอาหารได้ และ Department of Fisheries; Ministry of Agriculture and Cooperatives (2016). ได้ทำการศึกษาการเลี้ยงปลานิลในบ่อดินของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการอาหารปลอดภัยจังหวัดชัยภูมิ เพื่อรณรงค์และสร้างแรงจูงใจให้เกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลเห็นประโยชน์ของการเข้าสู่มาตรฐานฟาร์ม โดยส่งเสริมและแนะนำให้ผู้เลี้ยงปลานิลได้รับการรับรองมาตรฐานฟาร์มและมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการรวมกลุ่มกันของเกษตรกรนั้นมีความสำคัญและจะได้รับการส่งเสริมจากหน่วยงานรัฐที่เกี่ยวข้องในการเข้ามาพัฒนาอาชีพ และเกษตรกรสามารถลดต้นทุนการผลิตควบคู่ไปกับการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้

อย่างไรก็ตาม แนวทางการพัฒนาการเลี้ยงปลานิล ที่ผู้วิจัยได้เสนอทั้ง 5 ประเด็น เป็นผลจากการศึกษาในพื้นที่ตัวอย่างเท่านั้น ยังมีอีกหลายแนวทางที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับพื้นที่การเลี้ยงปลาอื่นๆ โดยมีความมุ่งหวังให้เกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลสามารถพึ่งพาตนเองได้ อีกทั้งยังสามารถขยายเครือข่ายให้กว้างขวาง เชื่อมโยงชุมชน และสามารถเป็นผู้นำทางการเกษตรที่จะสามารถขับเคลื่อนการเกษตรในท้องถิ่นให้แข็งแกร่ง เติบโต และมีศักยภาพในการแข่งขันก้าวทันโลกในปัจจุบัน และประเด็นสำคัญที่ต้องคำนึงถึง คือ การเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจควบคู่กับความรับผิดชอบต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม ส่วนภาครัฐหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรต้องสนับสนุนให้เกษตรกรใช้นวัตกรรมด้านการเกษตรมากขึ้น เพื่อนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตและพัฒนาภาคการเกษตรให้ยั่งยืนในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

การเลี้ยงสัตว์น้ำในปัจจุบัน ไม่ได้มีการนำเทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ รวมถึงการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก มาพัฒนากระบวนการเลี้ยง แม้ว่าการพัฒนาดังกล่าวจะช่วยลดต้นทุนการเลี้ยง และลดการเกิดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม แต่เนื่องจากไม่มีการส่งเสริมการนำวิธีการการทั้งสองมาประยุกต์ใช้กับกระบวนการเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างชัดเจน และแสดงให้เห็นถึงผลกระทบหรือผลตอบแทนที่จะได้รับเมื่อมีการปรับเปลี่ยนกระบวนการเลี้ยง ดังนั้น จึงควรมีการศึกษารูปแบบผลตอบแทนจากการประยุกต์ใช้แนวทางทั้งสองจากการเลี้ยงสัตว์น้ำรูปแบบต่างๆ ให้ครอบคลุม พร้อมทั้งศึกษาแนวทางการลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก มาปรับใช้ในการเลี้ยงปลานิลในพื้นที่ เพื่อประเมินและทบทวนข้อจำกัดในลักษณะอื่นๆ เพิ่มเติม

เอกสารอ้างอิง

- Chutchaijarus, P. Pridasawas, W. Wanichpongpan, P. Attasat, S. & Suwatthanasilp, A. (2019). *Life Cycle Assessment of Raising Juvenile Tilapia Farming in Water Recirculating System*. [In Thai]. Retrieved October 30, 2020 from <http://www.tsae.asia/2019conf/proceeding/P188-193.pdf>.
- Department of Fisheries; Ministry of Agriculture and Cooperatives. (2016). *Study on Culture of Nile Tilapia in Earthen Pond of the Farmer Participant in Project at Chaiyaphum Province*. [In Thai]. Retrieved October 30, 2020 from <https://elibonline.fisheries.go.th/elib/cgi-bin/opacexe.exe?op=dsp&opt=crd&bid=2492&kid=0&lang=0&db=Main&pat=&cat=aut&skin=s&lpp=20&catop=edit&scid=zzz>.
- Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives. (2019). *Statistics Of Freshwater Aquaculture Production 2019*. [In Thai]. Retrieved October 30, 2020 from https://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20210324153051_1_file.pdf.
- Department of Fisheries; Ministry of Agriculture and Cooperatives. Fisheries Development Policy And Strategy Division. (2019). *Fisheries Statistics of Thailand 2017*. [In Thai]. Retrieved October 30, 2020 from <https://www.fisheries.go.th/strategy-stat/themeWeb/books/2560/1/fisherystatisticreportthailand%20BE.%202560.pdf>.
- National Statistical Office, Ministry of Digital Economy and Society. (2017). *The 2017 Food Consumption Behavior Survey*. [In Thai]. Retrieved October 30, 2020 from http://www.nso.go.th/sites/2014/DocLib13/social/health/Food_consumption_behavior_of_the_population/2560/finalreport.pdf.
- Plaipetch, P. (2016). *Nutritional Management for Culturing Nile Tilapia (Oreochromis niloticus)*. [In Thai]. Retrieved October 30, 2020 from https://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20170301114400_file.pdf.
- Poonpol, P., & Phoochinda, W. (2021). Social Return on Investment of the Snakeskin Gourami (Plasalid) Farming in Bang Bo District, Samut Prakan Province to Become Smart Farmer. [In Thai]. *Rajabhat Rambhai Barni*, 15(1), 108-118.
- Tantipanap, W. (2018) *Carbon Massflow in Red Tilapia Cultured in Earthen pond by Using Life Cycle Assessment: A Case Study in Sena district, Phranakhon Si Ayutthaya Province*. [In Thai]. Retrieved October 30, 2020 from http://research.msu.ac.th/msu_journal/upload/articles/article2458_93906.pdf. 2018.
- Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization). (2018). *Local Performance Assessment: LPA, Carbon Footprint for Organization*. [In Thai]. Retrieved October 30, 2020 from http://conference.tgo.or.th/download/tgo_or_th/Article/2018/GHG_LPA.pdf.

Thanee, N. (2015). *The Study Of Carbon Emission Of Giant Perch (Lates calcarifer) And Pacific White Shrimp (Litopenaeus vannamei) Meat Production From Fishery Farms Using Life Cycle Assessment: A Case Study In Trang Province, Thailand*. [In Thai]. Retrieved October 30, 2020 from <http://sutir.sut.ac.th:8080/jspui/bitstream/123456789/5495/2/Fulltext.pdf>.