รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย เรื่อง

“การประยุกต์การประเมินวัฏจักรชีวิตเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม
แบบมีส่วนร่วมภายในห่วงโซ่การผลิตกุ้งขาวแวนนาไม
(*Panaeus vannamei*) แช่แข็งแบบเป็นตัว”

โดย อ.ดร. รัตนาวรรณ มั่งคั่งและคณะ

สิงหาคม 2551

สัญญาเลขที่ RDG4930027

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย "การประยุกต์การประเมินวัฏจักรชีวิตเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมแบบมีส่วนร่วมภายในห่วงโซ่การผลิตกุ้งขาวแวนนาไม (*Panaeus vannamei*) แช่แข็งแบบเป็นตัว"

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. อ.ดร. รัตนาวรรณ มั่งคั่ง	ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. รศ.ดร. แชบเบียร์ กีวาลา	บัณฑิตร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
3. รศ.ดร. พูนสุข ประเสริฐสรรพ์	ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพอุตสาหกรรม คณะอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
4. รศ.ดร. งามทิพย์ ภู่วโรดม	ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5. อ.นฤชิต ดำปิน	วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชุดโครงการวิจัยการเสริมศักยภาพการจัดการสิ่งแวดล้อมของอุตสาหกรรมไทย

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความคิดเห็นในรายงานเป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทคัดย่อ

สัญญาเลขที่: RDG4930027

ชื่อโครงการ: การประยุกต์การประเมินวัฏจักรชีวิตเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมแบบมีส่วนร่วมภายในห่วงโซ่การผลิตกุ้งขาวแวนนาไม (*Panaeus vannamei*) แช่แข็งแบบเป็นตัว

ชื่อนักวิจัย:

1. อ.ดร. รัตนาวรรณ มั่งคั่ง ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. รศ.ดร. แชบเบียร์ กีวาลา บัณฑิตร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
3. รศ.ดร. พูนสุข ประเสริฐสรรพ์ ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพอุตสาหกรรม คณะอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
4. รศ.ดร. งามทิพย์ ภู่วโรดม ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5. อ.นฤชิต ดำปิน วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Email address: fscirwm@ku.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 1 ปี (ตั้งแต่วันที่ 15 สิงหาคม 2549 ถึงวันที่ 31 ตุลาคม 2550)

อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้ง มีความสำคัญทั้งเชิงเศรษฐกิจและสังคมต่อประเทศไทยสูง สินค้าแปรรูปจากกุ้งเป็นสินค้าส่งออกที่สร้างรายได้เข้าประเทศปีละหลายหมื่นล้านบาท อุตสาหกรรมกุ้งตั้งแต่การเพาะเลี้ยงจนถึงการแปรรูปและการส่งออก สร้างงานและรายได้ให้ผู้เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อมกว่าล้านคน อีกทั้งเป็นอุตสาหกรรมยุทธศาสตร์ที่ส่งเสริมการสร้างงานและกระจายรายได้สู่ชนบท แต่ในขณะเดียวกันอุตสาหกรรมกุ้งกำลังถูกมองว่าเป็นกิจกรรมที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูง และหากไม่มีการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างเหมาะสมอาจทำให้เกิดผลกระทบต่อการส่งออก เนื่องจากกระแสเรียกร้องของผู้บริโภคและกฎระเบียบของประเทศคู่ค้า ทำให้ประเทศไทยต้องเตรียมความพร้อมทั้งด้านข้อมูลและแผนปฏิบัติการเพื่อรับรองมาตรการด้านสิ่งแวดล้อมที่มีผลเกี่ยวข้องกับการค้าระหว่างประเทศ และเพื่อความยั่งยืนของอุตสาหกรรมกุ้งในประเทศไทย

ด้วยความสำคัญดังกล่าวข้างต้น จึงเป็นที่มาของโครงการวิจัยนี้ โดยการประยุกต์ใช้เครื่องมือวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อม เรียกว่า การประเมินวัฏจักรชีวิต หรือ LCA (Life Cycle Assessment) เพื่อทำการจำแนกและประเมินขนาดของศักยภาพในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็ง โดยขอบเขตการศึกษา LCA นั้น จะครอบคลุมทุกกิจกรรมโดยตลอดห่วงโซ่การผลิต ได้แก่ การเพาะฟักและอนุบาลลูกกุ้งวัยอ่อน การเพาะเลี้ยงกุ้งจากระยะวัยอ่อนจนได้ขนาดตามที่ตลาดต้องการ การผลิตอาหารกุ้ง การแปรรูปกุ้งด้วยวิธีแช่แข็ง รวมถึงการผลิตภาชนะบรรจุกุ้งแช่แข็งประเภทถุงตั้งได้ การขนส่งที่เกี่ยวข้องในทุกๆ ขั้นตอนจนผลิตภัณฑ์ถึงผู้บริโภคสุดท้าย รวมทั้งการบริโภคและการจัดการของเสียที่เกิดขึ้น พื้นที่ทำการศึกษา คือ จังหวัดสงขลาและนครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นพื้นที่หลักในการเพาะเลี้ยงกุ้งในภาคใต้ของไทย ชนิดของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งที่เลือกทำการศึกษาในครั้งนี้ คือ ผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไม (*Panaeus vannamei*) แช่แข็งแบบเป็นตัว (Individually Quick Frozen) หรือ เรียกว่า กุ้ง IQF ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งที่มีปริมาณการส่งออกมากที่สุด โดยการศึกษา LCA นี้ ได้กำหนดหน่วยหน้าที่ คือ ผลิตภัณฑ์กุ้ง IQF บรรจุในถุงตั้งได้ น้ำหนักบรรจุสุทธิ 1 ปอนด์ หรือ 453 กรัม ซึ่งเป็นขนาดบริโภคสำหรับครอบครัว สำหรับวิธีการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ดำเนินการตามวิธีการมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม อนุกรม 14040 ว่าด้วยเรื่อง LCA

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม ที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลการผลิตในปี พ.ศ. 2550 พบว่า กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว 1 ถุง หนัก 453 กรัม ใช้กุ้งดิบ (จากฟาร์ม) จำนวน 1.7 กิโลกรัม น้ำ (ในการผลิตลูกกุ้ง เลี้ยงกุ้ง และแปรรูปกุ้ง) จำนวน 10 ลูกบาศก์เมตร ใช้อาหารเม็ด จำนวน 3.3 กิโลกรัม (ที่มีองค์ประกอบหลักเป็นปลาป่น จำนวน 1.1 กิโลกรัม ซึ่งทำมาจากปลาเป็ด จำนวน 4.4 กิโลกรัม) ใช้พลังงานในการผลิต (โรงเพาะฟัก ฟาร์ม โรงงานแปรรูปกุ้ง และการผลิตบรรจุภัณฑ์) ประมาณ 39 เมกกะจูล การขนส่งผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว 1 ถุง ใช้พลังงานประมาณ 3 เมกกะจูล ส่วนการบริโภคใช้พลังงานในการปรุงอาหาร ประมาณ 4 เมกกะจูล และมีค่าศักยภาพในการก่อให้เกิดการร่อยหรอของทรัพยากรประเภทที่ไม่สามารถทดแทนได้ (Abiotic Depletion Potential, ADP) ประมาณ 0.04-0.05 kg Sb equivalent ค่าศักยภาพในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential, GWP) ประมาณ 5-8 kg CO_2 equivalent ค่าศักยภาพในการก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อมนุษย์ (Human Toxicity Potential, HTP) ประมาณ 0.6-0.8 kg 1,4 dichlorobenzene equivalent ค่าศักยภาพในการก่อให้เกิดความเป็นพิษทางบก (Terrestrial Toxicity Potential, TTP) ประมาณ 0.003-0.004 kg 1,4 dichlorobenzene equivalent ค่าศักยภาพในการก่อให้เกิดความเป็นพิษทางน้ำจืด (Freshwater Toxicity Potential, FTP) ประมาณ 0.08-0.11 kg 1,4 dichlorobenzene equivalent และค่าศักยภาพในการก่อให้เกิด

ความเป็นพิษทางทะเล (Marine Toxicity Potential, MTP) ประมาณ 394-675 kg 1,4 dichlorobenzene equivalent ค่าศักยภาพในการก่อให้เกิดภาวะฝนกรด (Acidification Potential, AP) ประมาณ 0.04-0.06 kg SO_2 equivalent และค่าศักยภาพในการก่อให้เกิดภาวะการเพิ่มสารอาหารในน้ำ (Eutrophication Potential, EP) ประมาณ 0.05-0.10 kg PO_4^{3-} equivalent

ผลการวิเคราะห์การกระจายผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม บ่งชี้ว่าขั้นตอนการเพาะเลี้ยงกุ้งที่ฟาร์ม ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงที่สุดในห่วงโซ่ ตามด้วยกระบวนการแปรรูปและการบริโภค โดยในขั้นตอนการเพาะเลี้ยงกุ้งที่ฟาร์มพบว่า ประเด็นปัญหาหลักมาจากการใช้อาหารเลี้ยงกุ้ง การใช้พลังงาน (ไฟฟ้าและน้ำมัน) ในเครื่องตีน้ำ และปริมาณสารอินทรีย์ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำทิ้งหลังการจับ สำหรับการผลิตอาหารกุ้ง มีสาเหตุหลักมาจากการใช้ปลาป่น กากถั่วเหลือง และแป้งสาลี ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักสำหรับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการแปรรูปพบว่า มาจากการใช้ภาชนะบรรจุชนิดถุงตั้งได้ เนื่องมาจากกระบวนการเป่าฟิล์ม ที่ต้องอาศัยน้ำมันที่มาจากอุตสาหกรรมปิโตรเลียม ส่วนการบริโภคมีสาเหตุหลักจากการใช้พลังงานในการปรุงอาหาร ข้อมูลสิ่งแวดล้อมเหล่านี้สามารถใช้บ่งชี้ประเด็นวิกฤตที่ต้องเน้นในการปรับปรุงสิ่งแวดล้อม

สำหรับดัชนีชี้วัดสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อม ซึ่งพิจารณาจากประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญที่บ่งชี้จากการศึกษา LCA ที่สามารถนำไปใช้เป็นดัชนีชี้วัดสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของฟาร์มเลี้ยงกุ้ง คือ ปริมาณการใช้ทรัพยากร (ได้แก่ ปริมาณการใช้น้ำ ปริมาณการใช้พลังงาน และปริมาณการใช้ปลาป่นในการผลิตอาหารกุ้ง) ปริมาณการเกิดของเสีย (ได้แก่ ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ปริมาณสารอาหารในน้ำเสีย และปริมาณตะกอนเลน) และดัชนีชี้วัดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ศักยภาพในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน ศักยภาพในการก่อให้เกิดการเพิ่มสารอาหารในน้ำ และศักยภาพในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งสอดคล้องกับการเสนอแนะจากผลการศึกษาก่อนหน้านี้ นอกจากนี้พบว่าสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์กุ้งกุลาดำแช่แข็งแบบบล็อค มีขนาดของผลกระทบต่ำกว่าผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว ในทุกกลุ่มผลกระทบ ยกเว้น ADP และ EP โดยขนาดของผลกระทบ ADP ของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว ที่มีค่าสูงกว่าเป็นผลมาจากการใช้น้ำมันดีเซลในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ส่วนขนาดของผลกระทบ EP ของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัวต่ำกว่าผลิตภัณฑ์กุ้งกุลาดำแช่แข็งแบบบล็อค เป็นผลมาจากการปลดปล่อยสารอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำเสียหลังจากการจับกุ้งในปริมาณที่ต่ำกว่า

จากการประมวลผลการศึกษา LCA กับการระดมความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้องตลอดห่วงโซ่อุปทานผลิตภัณฑ์กุ้ง เพื่อจำแนกแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมแบบมีส่วนร่วมภายในห่วงโซ่ของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว ทำให้ได้ข้อเสนอแนะว่า ผู้ที่เกี่ยวข้องตลอดห่วงโซ่อุปทานผลิตภัณฑ์กุ้ง ในระดับจังหวัดควรรวมตัวกันเป็นองค์กร มีการแบ่งปันข้อมูลระหว่างกันเพื่อให้เกิดการวางแผนการจัดการการผลิตที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การจัดให้มีศูนย์กุ้งเพื่อสนับสนุนข้อมูลการตลาด การวิเคราะห์คุณภาพน้ำและโรคกุ้ง รวมทั้งการจัดให้มีการเฝ้าระวังและตรวจติดตามคุณภาพสิ่งแวดล้อมในพื้นที่การเลี้ยงกุ้ง เพื่อให้เกิดการจัดการฟาร์มอย่างเหมาะสม ในขณะเดียวกันควรมีการวิจัยและพัฒนา เพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมกุ้ง ประเด็นที่ควรศึกษาวิจัย ได้แก่ การจัดการพลังงานในฟาร์มกุ้ง การหาสารทางเลือกแทนการใช้ปลาป่น การวิจัยแบบจำลองศักยภาพในการก่อให้เกิดการเพิ่มสารอาหารในน้ำของกลุ่มฟาร์ม เพื่อการดูแลคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำสาธารณะ การวิจัยหาเทคโนโลยีการผลิตภาชนะบรรจุที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย การประเมินความเป็นไปได้ในการปฏิบัติตามข้อกำหนดของแผนการรับรองด้านสิ่งแวดล้อม การวิจัยด้านการตลาดนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่ม เพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันในตลาดโลก การบริหารจัดการแบบมีส่วนร่วมควบคู่กันกับการวิจัยและพัฒนาจะช่วยส่งเสริมให้เกิดความยั่งยืนของอุตสาหกรรมกุ้งของประเทศไทยในระยะยาว

Abstract

Project code: RDG4930027

Project title: Application of Life Cycle Assessment for participatory environmental management along the supply chain of individual quick frozen Pacific white-leg shrimp (*Panaeus vannamei*)

Investigators:

1. Dr. Rattanawan Mungkung	Department of Environmental Science, Faculty of Science, Kasetsart University
2. Assoc. Prof. Dr. Shabbir Gheewala	The Joint Graduate School of Energy and Environment (JGSEE), King Mongkut's University of Technology Thonburi
3. Assoc. Prof. Dr.Poonsuk Prasertsan	Department of Industrial Biotechnology Faculty of Agro-Industry, Prince of Songkla University
4. Assoc. Prof .Dr. Ngamtip Poovarodom	Department of Packaging Technology Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University
5. Mr. Narouchit Dampin	College of Environment, Kasetsart University

E-mail address: fscirwm@ku.ac.th

Project duration: 1 year (August 15, 2006 - October 31, 2007)

The significance of shrimp aquaculture industry to Thailand is enormous in terms of socio-economic benefits, especially to the South of Thailand where it is a main hub of production site. Frozen shrimp products bring foreign revenue to the country more than 40,000 millions baht a year and the whole sector has engaged approximately one million people. Whilst Thailand has benefited from the foreign revenue earned from the export of farmed shrimp products and the support of industry for job generation and

income contribution, shrimp farming activities have been discussed internationally if they are being managed effectively in terms of environmental impacts. Environmental certification and ecolabelling schemes are in demand from importing countries to ensure the sustainable consumption and production of shrimp products.

Based on the environmental sustainability concerns over shrimp products, Life Cycle Assessment (LCA) was used as the environmental analytical tool to evaluate and quantify the magnitude of potential environmental impacts of frozen shrimp product. By using the life cycle approach, the scope of analysis covered the post-larvae production at hatchery, the culturing of shrimp at farm, the shrimp feed production at feed mill, the shrimp processing at processing plant, the stand-up pouch production at packaging factory, the transport of shrimp product to overseas, the distribution of shrimp products to wholesalers, retailers and final consumers as well as the consumption of shrimp product at home and the post-consumption waste management including all transports involved at all stages. The studied sites focused in this study were Songkhla and Nakorn Sri Thamarat provinces, as they are one of the main areas of shrimp farming in the Southern region. The product of interest chosen for this study was the Individually Quick Frozen of Pacific white-leg shrimp (*Panaeus vannamei*) or "IQF shrimp" as it is the main form of product being exported. One pouch of IQF shrimp weighted 453 grams, which is the consumer package's size for a family was set as the functional unit, as for the basis of calculating the environmental loading and impacts. The LCA methodology used is the method described in ISO 14040.

The life cycle inventory analysis results based on the data collected from the production cycle in 2007 have indicated the production of 1 pouch of IQF shrimp weighted 453 grams used 1.7 kg of farmed shrimps, 10 m^3 of water (both freshwater and seawater), 3.3 kg of shrimp feed containing 1.1 kg of fishmeal that requires 4.4 kg of trash fish for fishmeal processing, and 39 MJ of energy. The transport of IQF shrimp to overseas used energy approximately 3 MJ, whilst 4 MJ was used at the consumption stage mainly for cooking. The magnitude of potential impacts were: Abiotic Depletion Potential (ADP) 0.04-0.05 kg Sb equivalent, Global Warming Potential (GWP) 5-8 kg CO_2 equivalent, Human Toxicity Potential (HTP) 0.6-0.8 kg 1,4 dichlorobenzene equivalent, Terrestrial Toxicity Potential (TTP) 0.003-0.004 kg 1,4 dichlorobenzene

equivalent, Freshwater Toxicity Potential (FTP) 0.08-0.11 kg 1,4 dichlorobenzene equivalent, Marine Toxicity Potential (MTP) 394-675 kg 1,4 dichlorobenzene equivalent, Acidification Potential (AP) 0.04-0.06 kg SO_2 equivalent and Eutrophication Potential (EP) 0.05-0.10 kg PO_4^{3-} equivalent.

The contribution analysis results have shown that farming is the key stage contributing the highest impacts, followed by processing plant and consumption. At farm, the main causes of impacts are from the use of energy (electricity and diesel) in aerators, the use of shrimp feed, and the wastewater discharged from shrimp ponds after harvesting. Regarding the shrimp feed, it was found the high impacts were linked to the use of fishmeal, soybean meal and wheat as the main ingredients. Interestingly, the production of stand-up pouch was on the main impact contributors at the processing level due to the use of oil in the blowing film stage. For the consumption stage, the main energy used for cooking was identified as the major cause of impacts. Such information was used to identify the areas to be focused on for the environmental improvement.

In terms of environmental performance indicators, the significant environmental issues based on the LCA results were used to derive some indictors that could be used to evaluate the environmental sustainability of shrimp farming activities. Those indicators could be resource use (e.g. amount of water use per kg/tonne of shrimp, amount of energy use per kg/tonne of shrimp), waste emissions (e.g. amount of organic loading per kg/tonne of shrimp, amount of nutrient loading per kg/tonne of shrimp), potential impacts such as GWP, EP and Biodiversity impacts. Moreover, the environmental performance of block frozen black shrimp (*Penaeus monodon*) was lower in most of the impact categories, except for ADP and EP. This higher impact on ADP of IQF shrimp was mainly due to the higher use of diesel in aerators. In addition, the lower amount of organic loading and nutrients in wastewater from farming white shrimp resulted in the lower impact on EP.

The results from LCA study were integrated with the opinions from various stakeholders to derive some possible options for participatory management along the whole supply chain of IQF shrimp. It was highly recommended that shrimp stakeholders

at the provincial level should create their supply chains and share the data among themselves so as to plan the production more effectively. The establishment of shrimp centre to support shrimp stakeholders in terms of marketing data and technical laboratory to analyse the wastewater or shrimp diseases. Also, the government should implement the environmental monitoring programme in the area of shrimp farming to ensure the proper management of shrimp farms. At the same time, the research and development to support shrimp industry must be conducted. The issues should be researched on are: energy management at shrimp farms, alternative protein sources to reduce the proportion of fishmeal in shrimp feed production, eutrophication modelling of group farming areas to protect the water quality of common water supply, packaging technology that cause lower environmental impacts, feasibility study of certification compliance, and marketing research to support the new value-added product development to enhance competitiveness in global markets. The participatory management along the whole chain together with the development of R&D will assist in ensuring the long-term sustainability of Thai shrimp industry.

บทสรุปผู้บริหาร

โครงการวิจัย เรื่อง "การประยุกต์การประเมินวัฏจักรชีวิตเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม แบบมีส่วนร่วมภายในห่วงโซ่การผลิตกุ้งขาวแวนนาไม (*Panaeus vannamei*) แช่แข็งแบบเป็นตัว"

กุ้ง เป็นสินค้าส่งออกที่สร้างรายได้เข้าประเทศปีละหลายหมื่นล้านบาท โดยสินค้าแปรรูปกุ้งมีการเพิ่มของมูลค่าการผลิตจากขั้นตอนการผลิตหนึ่งไปยังอีกขั้นตอนหนึ่งโดยตลอดห่วงโซ่สูงขึ้นหลายสิบเท่าตัว และยังมีแรงงานเกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมกุ้งโดยตรงและอุตสาหกรรมต่อเนื่องจำนวนสูงเป็นล้านคน อุตสาหกรรมกุ้งจึงมีความสำคัญเชิงสังคมและเศรษฐกิจอย่างยิ่ง นอกจากนี้กุ้งยังนับเป็นอุตสาหกรรมยุทธศาสตร์อย่างหนึ่ง โดยเฉพาะจังหวัดภาคใต้ที่เป็นพื้นที่เพาะเลี้ยงกุ้งหลักของประเทศ อย่างไรก็ตาม อุตสาหกรรมกุ้งถูกมองว่าเป็นกิจกรรมที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การนำเข้าพ่อแม่พันธุ์จากต่างประเทศ ที่อาจนำไปสู่การกระจายพันธุ์ในแหล่งน้ำธรรมชาติและการนำมาซึ่งโรคกุ้งชนิดใหม่ การใช้น้ำปริมาณมากในกิจกรรมการเพาะเลี้ยงรวมทั้งการปล่อยน้ำเสียที่มีปริมาณธาตุอาหารสูงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ นอกจากนี้การใช้ปลาที่จับจากทะเลมาแปรรูปเป็นปลาป่น ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในการผลิตอาหารกุ้ง ถูกวิจารณ์ว่าไม่ได้เป็นการส่งเสริมให้การเพาะเลี้ยงเป็นระบบการผลิตทดแทนปริมาณผลผลิตจากทะเลที่ลดลง แต่กลับเป็นการเร่งให้เกิดการนำทรัพยากรปลาทะเลมาใช้ในปริมาณมากกว่าความสามารถของระบบนิเวศทะเลในการทดแทนทรัพยากรธรรมชาติขึ้นมาใหม่ได้ทันกับอัตราการเก็บเกี่ยวทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ของมนุษย์ นอกจากนี้ยังมีการนำสารเคมีและยาปฏิชีวนะมาใช้เพื่อป้องกันและรักษาโรค โดยเฉพาะในการเพาะเลี้ยงกุ้งระบบหนาแน่น เป็นผลให้เกิดการตกค้างของสารเคมีและยาปฏิชีวนะในเนื้อกุ้ง ที่อาจมีผลต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ รวมทั้งการต้านทานของแบคทีเรียต่อยาปฏิชีวนะที่ตกค้างในสิ่งแวดล้อมได้

จากความห่วงกังวลในประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมดังกล่าว ทำให้กิจกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งถูกมองว่า เป็นระบบการผลิตที่ใช้ทรัพยากรและพลังงานที่ยังไม่ได้ประสิทธิภาพสูงสุด รวมทั้งการก่อให้เกิดมลพิษและของเสียที่ปลดปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม ที่อาจนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงคุณภาพสิ่งแวดล้อมและความเสียหายต่อระบบนิเวศน์ ที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เราได้ คณะวิจัย โดยความร่วมมือจากภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุและวิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กับ บัณฑิตร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จึงได้พัฒนาและดำเนิน

โครงการวิจัย เรื่อง **"การประยุกต์การประเมินวัฏจักรชีวิตเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมแบบมีส่วนร่วมภายในห่วงโซ่การผลิตกุ้งขาวแวนนาไม (*Panaeus vannamei*) แช่แข็งแบบเป็นตัว"** เพื่อส่งเสริมการนำความรู้ด้านเทคนิคเครื่องมือการจัดการสิ่งแวดล้อมแนวใหม่และเป็นที่ยอมรับในระดับสากล ได้แก่ **การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment, LCA)** ซึ่งเป็นเครื่องมือการประเมินขนาดผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่อาศัยหลักการวิเคราะห์ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมเชิงระบบ โดยใช้มุมมองโดยตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ หรือครอบคลุมทุกกิจกรรมการผลิตโดยตลอดห่วงโซ่การผลิตนั่นเอง

โครงการวิจัยนี้ มุ่งเน้นการใช้แนวคิดตลอดห่วงโซ่การผลิต และเครื่องมือการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้เกิดการบริหารจัดการร่วมกันในการแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อม และสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจในกลุ่มผู้ประกอบการในห่วงโซ่การผลิต โดยกำหนดเป้าหมายเพื่อจำแนกและประเมินปริมาณการใช้วัตถุดิบธรรมชาติ พลังงาน รวมทั้งปริมาณการปลดปล่อยมลพิษและของเสียสู่สิ่งแวดล้อม รวมทั้งศักยภาพในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ส่งออกชนิดหลักของผลิตภัณฑ์กุ้ง เพื่อประยุกต์ใช้ข้อมูลสิ่งแวดล้อมจากการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว ในการพัฒนาดัชนีชี้วัดสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์กุ้ง รวมทั้งการจำแนกแนวทางการดำเนินงานการบริหาร และจัดการสิ่งแวดล้อมเชิงกลยุทธโดยตลอดวัฏจักรชีวิต อันเป็นการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากปัจจัยภายในด้วยหลักการป้องกันมลพิษและปัจจัยภายนอก ผ่านการจัดการแบบมีส่วนร่วมภายในห่วงโซ่การผลิต เพื่อให้เกิดประสิทธิผลร่วมกันทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ อันนำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและเสริมศักยภาพในการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนของอุตสาหกรรมกุ้ง โดยเน้นการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียภายในห่วงโซ่การผลิต ในพื้นที่จังหวัดสงขลาและนครศรีธรรมราช

ขอบเขตการศึกษา LCA คือ ระบบผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว โดยครอบคลุมทุกๆ กิจกรรมโดยตลอดห่วงโซ่การผลิตของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็ง ตั้งแต่การนำเข้าพ่อแม่พันธุ์จากต่างประเทศ การเพาะฟักและอนุบาลลูกกุ้งวัยอ่อนที่โรงเพาะฟัก การเพาะเลี้ยงกุ้งจากระยะวัยอ่อนจนได้ขนาดตามที่ตลาดต้องการที่ฟาร์ม การจับกุ้งเพื่อจำหน่าย การผลิตอาหารกุ้งระยะวัยอ่อนและกุ้งหลังระยะวัยอ่อน การแปรรูปกุ้งแช่แข็งแบบเป็นตัว ตลอดจนกระบวนการการผลิตภาชนะบรรจุปฐมภูมิสำหรับการจำหน่ายปลีก คือ ภาชนะบรรจุประเภทถุงตั้งได้ ที่เป็นภาชนะบรรจุหลักที่ใช้กันมากที่สุด และภาชนะทุติยภูมิสำหรับการขนส่ง คือ กล่องกระดาษลูกฟูก ตลอดจนการขนส่งในทุกๆ ขั้นตอน รวมทั้งกิจกรรมการผลิตวัตถุดิบและพลังงานที่เกี่ยวข้อง โดยการศึกษา LCA นี้ ได้กำหนดหน่วยหน้าที่ คือ ผลิตภัณฑ์

กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว บรรจุในถุงตั้งได้ น้ำหนักบรรจุสุทธิ 1 ปอนด์ หรือ 453 กรัม ซึ่งเป็นขนาดบริโภคสำหรับครอบครัว สำหรับวิธีการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ดำเนินการตามวิธีการมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อมอนุกรม 14040 ว่าด้วยเรื่อง LCA

ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม ตามขอบเขตระบบผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว ได้จากการรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ ของการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและพลังงาน รวมทั้งปริมาณการปลดปล่อยมลพิษและของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิตในปีพ.ศ. 2550 จากหน่วยการผลิตโดยตลอดห่วงโซ่ ได้แก่ โรงเพาะฟักกุ้ง ฟาร์มเลี้ยงกุ้ง โรงงานผลิตอาหารกุ้ง โรงงานแปรรูปกุ้ง โรงงานผลิตภาชนะบรรจุชนิดถุงตั้งได้ โดยการตรวจวัดโดยตรง การสัมภาษณ์ผู้ผลิต หรือได้จากการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง จากวารสารวิชาการ รายงานวิชาการ รายงานโครงการวิจัย บทความวิชาการ รวมทั้งฐานข้อมูลในโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อช่วยคำนวณในการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต (SimaPro version 7.0) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมโดยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว ทำให้ทราบว่ากุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว 1 ถุง หนัก 453 กรัม ใช้กุ้งดิบ (จากฟาร์ม) จำนวน 1.7 กิโลกรัม น้ำ (ในการผลิตลูกกุ้ง เลี้ยงกุ้ง และแปรรูปกุ้ง) จำนวน 10 ลูกบาศก์เมตร ใช้อาหารเม็ด จำนวน 3.3 กิโลกรัม (ที่มีองค์ประกอบหลัก เป็นปลาป่น จำนวน 1.1 กิโลกรัม ซึ่งทำมาจากปลาที่จับจากทะเลชนิดที่ไม่นำมาบริโภค จำนวน 4.4 กิโลกรัม) ใช้พลังงานในการผลิต (โรงเพาะฟัก ฟาร์ม โรงงานแปรรูปกุ้ง และการผลิตบรรจุภัณฑ์) ประมาณ 39 เมกกะจูล การขนส่งผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว 1 ถุงใช้พลังงานประมาณ 3 เมกกะจูล ส่วนการบริโภคใช้พลังงานในการปรุงอาหารประมาณ 4 เมกกะจูล

สำหรับผลการประเมินศักยภาพในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัวนั้น พบว่าการผลิตและบริโภคกุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว 1 ถุงมีค่าศักยภาพที่ทำให้เกิดการร่อยหรอของทรัพยากรประเภทที่ไม่สามารถทดแทนได้ (Abiotic Depletion Potential, ADP) ประมาณ 0.04-0.05 kg Sb equivalent ค่าศักยภาพที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential, GWP) ประมาณ 5-8 kg CO_2 equivalent ค่าศักยภาพที่ทำให้เกิดความเป็นพิษต่อมนุษย์ (Human Toxicity Potential, HTP) ประมาณ 0.6-0.8 kg 1,4 dichlorobenzene equivalent ค่าศักยภาพที่ทำให้เกิดความเป็นพิษทางบก (Terrestrial Toxicity Potential, TTP) ประมาณ 0.003-0.004 kg 1,4 dichlorobenzene equivalent ค่าศักยภาพที่ทำให้เกิดความเป็นพิษทางน้ำจืด(Freshwater Toxicity Potential, FTP) ประมาณ 0.08-0.11 kg 1,4 dichlorobenzene equivalent และค่าศักยภาพที่ทำให้เกิดความเป็นพิษทางน้ำทะเล (Marine Toxicity Potential, MTP) ประมาณ 394-675 kg 1,4 dichlorobenzene equivalent ค่าศักยภาพที่ทำให้เกิดภาวะฝนกรด (Acidification Potential,

AP) ประมาณ 0.04-0.06 kg SO_2 equivalent และค่าศักยภาพการเกิดภาวะการเพิ่มแร่ธาตุในน้ำ (Eutrophication Potential, EP) ประมาณ 0.05-0.10 kg PO_4^{3-} equivalent

นอกจากนี้ผลการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว บ่งชี้ว่าขั้นตอนการเพาะเลี้ยงกุ้งที่ฟาร์ม ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงที่สุดในห่วงโซ่ ตามด้วยกระบวนการแปรรูป และการบริโภค สำหรับประเด็นปัญหาหลักในแต่ละขั้นตอนการผลิต พบว่าการใช้พลังงานเป็นประเด็นปัญหาหลักของระบบการผลิตโรงเพาะฟัก ส่วนการขนส่งพ่อแม่พันธุ์จากต่างประเทศมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมาก ในขั้นตอนการเพาะเลี้ยงกุ้งที่ฟาร์ม พบว่าประเด็นปัญหาหลักมาจากการใช้อาหารเลี้ยงกุ้ง การใช้พลังงาน (ไฟฟ้าและน้ำมัน) ในเครื่องตีน้ำ และปริมาณสารอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำทิ้งและตะกอนเลน โดยในกระบวนการผลิตอาหารกุ้ง มีสาเหตุหลักมาจากการใช้ปลาป่น กากถั่วเหลือง และแป้งสาลี ส่วนปริมาณสารอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในตะกอนเลนสูงกว่าในน้ำทิ้ง สำหรับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จากกระบวนการแปรรูปกุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัวนั้น พบว่ามาจากการใช้ภาชนะบรรจุภัณฑ์ชนิดถุงตั้งได้ อันเนื่องมาจากกระบวนการเป่าฟิล์ม ที่ต้องอาศัยน้ำมันที่มาจากอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ที่ต้องใช้ฟอสซิลเป็นทรัพยากรหลัก รวมทั้งการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการแช่แข็งทั้งหลาย นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ไนโตรเจนเหลวในการแช่แข็งกุ้ง ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงกว่าในทุกกลุ่มผลกระทบ ยกเว้นการร่อยหรอของทรัพยากรประเภทที่ไม่สามารถทดแทนได้ การใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหลวในการแช่แข็งกุ้ง ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงกว่าเนื่องจากการใช้ก๊าซธรรมชาติ ส่วนการขนส่งทางเรือไปยังประเทศอังกฤษ ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงกว่าประเทสญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา การขนส่งไปยังผู้ค้าส่งและปลีก ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในภาพรวมค่อนข้างน้อย แต่การบริโภคมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอยู่พอสมควร โดยเฉพาะการใช้พลังงานในการปรุงอาหาร

จากประเด็นวิกฤตที่จำแนกโดยอาศัยผลการศึกษา LCA นั้น นำไปสู่การจำแนกแนวทางในการปรับปรุงสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมในแต่ละขั้นตอน คือ โรงเพาะฟัก ควรมีการจัดการเรื่องการใช้พลังงานของระบบควบคุมอุณหภูมิ และระบบให้อากาศของโรงเพาะฟักให้เหมาะสม และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ฟาร์มเลี้ยงกุ้งควรมีการจัดการเรื่องการให้อาหารอย่างเหมาะสม รวมทั้งการการตรวจเช็คปริมาณออกซิเจนในบ่อ เพื่อรักษาระดับออกซิเจนในบ่อให้พอเพียงต่อความต้องการของกุ้ง ไม่ควรเปิดเครื่องตีน้ำที่มากเกินความจำเป็น และจัดการเรื่องการใช้พลังงานของเครื่องตีน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้เครื่องตีน้ำที่ใช้พลังงานต่ำและมีประสิทธิภาพในการเพิ่มออกซิเจนสูง ใช้แหล่งพลังงานจากไฟฟ้าแทนที่จะใช้น้ำมันดีเซล นอกจากนี้ควรมีการจัดการน้ำเสียและตะกอนเลนอย่างถูกต้อง มีการบำบัดก่อนปล่อยทิ้งสู่

แหล่งน้ำสาธารณะเพื่อลดปริมาณสารอินทรีย์และสารอาหารที่อยู่ในน้ำเสีย สำหรับโรงงานผลิตอาหาร ควรพิจารณาถึงคุณภาพเชิงสิ่งแวดล้อมของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต รวมทั้งการปรับสัดส่วนการใช้วัตถุดิบทั้งจากการเกษตรกรรมและการประมง ที่อาจมีผลต่อขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ตลอดจนผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นในระดับฟาร์ม โดยเฉพาะประสิทธิภาพการย่อยของอาหารและการเร่งการเจริญเติบโตของกุ้ง ที่มีผลต่อปริมาณสารอินทรีย์และธาตุอาหารเจือปนในน้ำเสีย ที่ปลดปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะหลังการจับกุ้ง โรงงานแปรรูปควรหามาตรการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อลดปริมาณการใช้น้ำและไฟฟ้า ในส่วนของกระบวนการแช่แข็งโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ควรพยายามใช้เป็นหลักเนื่องจากมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยรวมสูงกว่ากระบวนการแช่แข็งโดยใช้ก๊าซไนโตรเจนเหลว และโรงงานผลิตภาชนะบรรจุชนิดถุงตั้งได้ควรดำเนินการปรับปรุงเรื่องเทคโนโลยีการผลิต ที่ใช้พลังงานน้อยลงและเกิดของเสียน้อยที่สุด

ข้อมูลสิ่งแวดล้อมจากผลการศึกษา การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการพัฒนาดัชนีชี้วัดสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อม ซึ่งพิจารณาจากประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับฟาร์ม เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าขั้นตอนอื่นๆ ภายในห่วงโซ่การผลิต จึงได้เสนอแนะดัชนีชี้วัดสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของฟาร์มเลี้ยงกุ้ง คือ ปริมาณการใช้ทรัพยากร (ได้แก่ ปริมาณการใช้น้ำ ปริมาณการใช้พลังงาน และปริมาณการใช้ปลาป่นในการผลิตอาหารกุ้ง) ปริมาณการเกิดของเสีย (ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ปริมาณสารอาหารในน้ำเสีย และปริมาณตะกอนเลน) และดัชนีชี้วัดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ศักยภาพในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน ศักยภาพในการก่อให้เกิดการเพิ่มสารอาหารในน้ำ และศักยภาพในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ (โดยเฉพาะการพบสัตว์น้ำที่ไม่ใช่พันธุ์ท้องถิ่นในแหล่งน้ำ) ซึ่งสอดคล้องกับการเสนอแนะจากผลการศึกษาก่อนหน้านี้

เมื่อเปรียบเทียบสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว (จำนวน 4 ถุง) กับผลิตภัณฑ์กุ้งกุลาดำแช่แข็งแบบบล็อค (จำนวน 1 บล็อค) จากการศึกษาก่อนหน้านี้ พบว่าผลิตภัณฑ์กุ้งกุลาดำแช่แข็งแบบบล็อค มีขนาดของผลกระทบต่ำกว่าในทุกกลุ่มผลกระทบ (แฟคเตอร์ 1.1-2.1) ยกเว้น ขนาดของผลกระทบในกลุ่มผลกระทบ ADP ที่สูงกว่า 1.7 และ 0.9 เท่า ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากการใช้น้ำมันดีเซลในการเลี้ยงกุ้งขาว (ในขณะที่การเลี้ยงกุ้งกุลาดำมีการใช้ไฟฟ้าเป็นส่วนใหญ่) อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์กุ้งขาว IQF มีผลกระทบ EP ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์กุ้งกุลาดำแช่แข็งแบบบล็อค 0.9 เท่า อันเนื่องมาจากการปลดปล่อยสารอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำเสียหลังจากการจับกุ้งในปริมาณที่ต่ำกว่า ทั้งนี้กุ้งกุลาดำเป็นข้อมูลที่ได้จากการเลี้ยงในพื้นที่ภาคตะวันออก ในขณะที่กุ้งขาวเป็นการเลี้ยงในพื้นที่ภาคใต้ ซึ่งมีการจัดการที่แตกต่างกัน

ผลการระดมความคิดเห็น ของผู้ที่เกี่ยวข้องตลอดห่วงโซ่อุปทานผลิตภัณฑ์กุ้งพบว่า โรงเพาะฟักประสบปัญหาหลักด้านคุณภาพพ่อแม่พันธุ์ รวมทั้งผลกระทบต่อรายย่อยด้านกลไกการควบคุมราคาขายจากผู้ผลิตรายใหญ่ นอกจากนี้ เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งขาดความเชื่อมั่นเรื่องคุณภาพของลูกกุ้ง ส่วนเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งพบว่า ได้มีการพัฒนาระบบการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมของบ่อและบริเวณฟาร์มตามมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อตามที่กรมประมงกำหนด แต่ยังคงมีปัญหาด้านคุณภาพลูกกุ้ง และอาหารกุ้ง รวมทั้งต้นทุนการผลิตที่มาจากพลังงานและอาหารเป็นสำคัญ ส่วนโรงงานอาหารประสบปัญหาเรื่องคุณภาพวัตถุดิบที่ใช้ตลอดจนการขนส่งวัตถุดิบมายังโรงงาน ในขณะที่โรงงานแปรรูปไม่สามารถกำหนดความต้องการกุ้งดิบได้แน่นอน เนื่องจากความไม่แน่นอนของตลาดผู้ซื้อ รวมทั้งการแข่งขันจากประเทศคู่แข่ง ตลอดจนค่าใช้จ่ายในการดำเนินการเพื่อผ่านรับรองมาตรฐานความปลอดภัยด้านอาหารและสิ่งแวดล้อมจากประเทศคู่ค้า เช่นเดียวกันกับโรงงานผลิตภาชนะบรรจุที่ต้องรอการสั่งซื้อจากโรงงานแปรรูปก่อนจึงจะดำเนินการผลิตได้ และการผลิตที่ไม่ต่อเนื่องก่อให้เกิดของเสียปริมาณมาก โดยมีวัตถุดิบหลายชนิดที่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศทำให้กระทบต่อต้นทุนการผลิต เกษตรกรผู้เพาะลูกกุ้ง จึงเสนอให้มีระบบตรวจสอบคุณภาพจากกรมประมงเพื่อยืนยันคุณภาพลูกกุ้ง ส่วนเกษตรกรเลี้ยงกุ้งเห็นว่าควรมีการประสานงานในเรื่องข้อมูลเกี่ยวกับขนาด และปริมาณกุ้งดิบที่ต้องการจากลูกค้าของโรงงานแปรรูป เพื่ออำนวยการวางแผนการเลี้ยงให้กับเกษตรผู้เลี้ยงกุ้ง นอกจากนี้ เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งยังต้องการให้มีการพัฒนาเรื่องการทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้า ระหว่างเกษตรผู้เลี้ยงกุ้งที่รวมตัวกันเป็นสหกรณ์กลุ่มผู้เลี้ยงกุ้ง เพื่อลดปัญหาการขายกุ้งในราคาที่ต่ำกว่าต้นทุนการผลิต รวมทั้งการให้ข้อมูลเกี่ยวกับประเทศคู่แข่งทางด้านต้นทุนการผลิตและราคาขายจากหน่วยงานของรัฐ ในขณะที่โรงงานแปรรูป ต้องการให้มีระบบข้อมูลฟาร์มที่จะช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดซื้อวัตถุดิบ ส่วนโรงงานผลิตภาชนะบรรจุ ต้องการการสั่งซื้อล่วงหน้าจากโรงงานแปรรูปและความช่วยเหลือทางเทคนิคจากรัฐ ในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตที่ลดต้นทุนและปริมาณของเสีย

สำหรับกลไกการจัดการการผลิตในภาพรวม จากการวิเคราะห์กลไกการจัดการโดยตลอดห่วงโซ่ผ่านการการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต ทำให้สามารถจำแนกแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมแบบมีส่วนร่วมภายในห่วงโซ่ได้ว่า ควรมีการเจราต่อรองระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากทุกหน่วยการผลิตอย่างเป็นระบบ ซึ่งน่าจะมีการรวมตัวของโรงเพาะฟัก สหกรณ์กลุ่มผู้เลี้ยงกุ้ง และโรงงานแปรรูป ในพื้นที่ใกล้เคียงเป็นสายการผลิตเดียวกัน เพื่อวางแผนการผลิตและบริหารจัดการห่วงโซ่การผลิตร่วมกันในระดับจังหวัด รวมทั้งการจัดให้มีสถาบันหรือศูนย์ข้อมูลเพื่อบริการด้านข้อมูลและให้ความช่วยเหลือทางเทคนิคในการตรวจโรคกุ้งและคุณภาพน้ำ และแหล่งทุนสำหรับเกษตรกรรายย่อย รวมทั้งการจัดให้มีการเฝ้าระวังและตรวจติดตามคุณภาพสิ่งแวดล้อมในพื้นที่การเลี้ยงกุ้ง

ทั้งนี้ควรมีการวิจัยและพัฒนาด้านการจัดการพลังงานในระดับฟาร์ม การหาสารทางเลือกแทนการใช้ปลาป่น การวิจัยแบบจำลองศักยภาพในการก่อให้เกิดการเพิ่มสารอาหารในน้ำของกลุ่มฟาร์มในพื้นที่เดียวกัน การวิจัยหาบรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การประเมินความเป็นไปได้ในการปฏิบัติตามข้อกำหนดของแผนการรับรองด้านสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการประเมินความยั่งยืนของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองและผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้การรับรอง นอกจากนี้ การวิจัยด้านการตลาดเพื่อให้ทราบสถานการณ์ความสนใจและพฤติกรรมการบริโภคของลูกค้าในประเทศคู่ค้า อันนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มเพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันควบคู่กันไปเพื่อส่งเสริมความยั่งยืนของอุตสาหกรรมกุ้งของประเทศไทย

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ดำเนินการสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี ด้วยความสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย จากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ฝ่าย 3 และข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์จากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนความอนุเคราะห์พื้นที่ศึกษาวิจัยจากเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง ทั้งโรงเพาะฟักและฟาร์ม ในจังหวัดสงขลาและจังหวัดนครศรีธรรมราช รวมทั้งความร่วมมือจากบริษัทห้องเย็นโชติวัฒน์หาดใหญ่ จำกัด (มหาชน) บริษัทฟอร์จูน โฟรเซ่นฟูดส์ (ประเทศไทย) จำกัด และบริษัทไทยยูเนี่ยนซีฟูดส์ จำกัด ประมงจังหวัด และศูนย์พัฒนาประมงชายฝั่งจังหวัดสงขลาและจังหวัดนครศรีธรรมราช ที่เข้าร่วมการประชุมกลุ่มเพื่อปรึกษาหารือแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมร่วมกันภายในห่วงโซ่การผลิต คณะวิจัยขอแสดงความขอบคุณเป็นอย่างสูงในความสนับสนุนและร่วมมือเป็นอย่างดีจากทุกหน่วยงาน

คณะวิจัย
สิงหาคม 2551

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อฉบับภาษาไทย	i
บทคัดย่อฉบับภาษาอังกฤษ	v
บทสรุปผู้บริหาร	ix
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาของโครงการวิจัยและวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	1-1
1.2 ขอบเขตการวิจัย	1-5
1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย	1-7
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1-8
1.5 องค์ประกอบของรายงาน	1-8
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม	
2.1 ความสำคัญของอุตสาหกรรมกุ้งต่อประเทศไทย	2-2
2.2 พัฒนาการอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้ง	2-3
2.3 ระบบการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม	2-5
2.4 ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมจากกิจกรรมการผลิต โดยตลอดห่วงโซ่ผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็ง	2-14
2.5 การจัดการสิ่งแวดล้อมโดยตลอดห่วงโซ่ ผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็ง	2-22
2.6 หลักการประเมินวัฏจักรชีวิตและการประยุกต์ใช้ ในผลิตภัณฑ์อาหารทะเล	2-29
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการศึกษา	3-2
3.2 การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม	3-4
3.3 การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตลอดวัฏจักรชีวิต	3-32

	หน้า
บทที่ 4 ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล	
4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในแต่ละขั้นตอน	4-2
4.2 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตลอดวัฏจักรชีวิต	4-31
4.3 การตีความและวิจารณ์ผล	4-55
4.4 ความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้องตลอดห่วงโซ่อุปทาน	4-62
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 ประเด็นวิกฤตในการปรับปรุงสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อม	5-2
5.2 ดัชนีชี้วัดสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อม	5-3
5.3 แนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมแบบมีส่วนร่วมภายในห่วงโซ่	5-3
5.4 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่ควรทำศึกษาวิจัย	5-4
เอกสารอ้างอิง	อ้างอิง 1
ภาคผนวก	ภาคผนวก 1

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1-1	ขอบเขตการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กุ้งแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว	1-6
2-1	มูลค่าการส่งออกกุ้งทะเลแต่ละประเภทของประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2542-2548	2-2
2-2	การบรรจุกุ้งแช่แข็งด้วยถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์มยืดและถาดโฟมบรรจุในถุงพลาสติก	2-10
2-3	การบรรจุกุ้งแช่แข็ง (ก) pillow pouch (ข) four-side seal pouch (ค) stand-up pouch	2-10
2-4	การบรรจุกุ้งแช่แข็งด้วยถาดพลาสติก thermoform แล้วบรรจุในถุงพลาสติกอีกชั้นหนึ่ง	2-11
2-5	ตัวอย่างการแสดงสัญลักษณ์ e กำกับน้ำหนักบรรจุตาม Council Directive 76/211/EEC	2-13
2-6	กรอบวิธีปฏิบัติและหลักการดำเนินงานการประเมินวัฏจักรชีวิต	2-32
3-1	ขอบเขตการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตกุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว	3-3
3-2	กิจกรรมการผลิตลูกกุ้งระยะหลังวัยอ่อน 15 ที่โรงเพาะฟัก	3-6
3-3	กิจกรรมการผลิตกุ้งให้ได้ตามขนาดที่ตลาดต้องการที่ฟาร์มเลี้ยงกุ้ง	3-10
3-4	ขอบเขตของการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตการผลิตอาหารกุ้ง	3-14
3-5	กิจกรรมการแปรรูปกุ้ง IQF ที่เกี่ยวข้องในการประเมินวัฏจักรชีวิต	3-19
3-6	กิจกรรมการผลิต ณ โรงงานผลิตภาชนะบรรจุ	3-23
3-7	กิจกรรมการขนส่งกุ้ง IQF ไปยังผู้บริโภคที่ต่างประเทศ	3-27
3-8	ขอบเขตการศึกษาการบริโภคและการจัดการของเสียหลังการบริโภคกุ้ง IQF	3-30
4-1	สารขาเข้าและสารขาออกในการเพาะลูกกุ้งที่โรงเพาะฟัก	4-4
4-2	สารขาเข้าและสารขาออกในการเลี้ยงกุ้งที่ฟาร์ม	4-7
4-3	ปริมาณสารอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้ง	4-8

ภาพที่		หน้า
4-4	เครื่องอัดเม็ดแบบจม	4-9
4-5	ลูกกลิ้งและหน้าแว่นของเครื่องอัดอาหารเม็ดแบบจม	4-10
4-6	สารขาเข้าและสารขาออกในการผลิตอาหารกุ้ง	4-11
4-7	สารขาเข้าและสารขาออกในการผลิตกุ้ง IQF ที่โรงงานแปรรูป	4-13
4-8	ขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลเพื่อนำน้ำมาใช้ในกระบวนการผลิต	4-15
4-9	แผนผังการจัดการระบบบำบัดน้ำเสียรวมจากกระบวนการผลิตทั้งหมด	4-16
4-10	กระบวนการผลิตถุงตั้งได้	4-22
4-11	เครื่อง blown film co-extrusion 3 layers ที่ใช้ผลิต LLDPE	4-23
4-12	ตัวอย่างการพิมพ์ระบบ flexography จำนวน 4 สี	4-24
4-13	สายกระบวนการพิมพ์ (process line) ของเครื่องพิมพ์ระบบ flexography	4-25
4-14	โครงสร้างถุงตั้งได้พร้อมซิป	4-26
4-15	ขั้นตอนการขึ้นรูปถุงตั้งได้ติดซิปสำหรับบรรจุกุ้งแช่แข็ง	4-27
4-16	สารขาเข้าและสารขาออกในการผลิตถุงตั้งได้	4-28
4-17	ผลการเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำและพลังงานในแต่ละขั้นตอนของการผลิตกุ้ง IQF	4-30
4-18	ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตลอดวัฏจักรชีวิต(กรณีใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่สี่และแปรรูปโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยส่งออกไปที่ประเทศสหรัฐอเมริกา)	4-32
4-19	ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตลูกกุ้งที่โรงเพาะฟัก จังหวัดสงขลา	4-33
4-20	ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการเลี้ยงกุ้งฟาร์มที่หนึ่ง จังหวัดสงขลา	4-34
4-21	ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการเลี้ยงกุ้งฟาร์มที่สอง จังหวัดสงขลา	4-35
4-22	ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการเลี้ยงกุ้งฟาร์มที่หนึ่ง จังหวัดนครศรีธรรมราช	4-37

ภาพที่ **หน้า**

4-23 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จากการเลี้ยงกุ้งฟาร์มที่สอง จังหวัดนครศรีธรรมราช 4-38
4-24 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จากการเลี้ยงกุ้งฟาร์มที่สาม จังหวัดนครศรีธรรมราช 4-39
4-25 ขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเชิงเปรียบเทียบ จากการผลิตกุ้ง 1 ตันจากฟาร์มทั้งห้าแห่ง 4-41
4-26 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในการผลิตอาหารกุ้งชนิดที่หนึ่ง 4-43
4-27 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในการผลิตอาหารกุ้งชนิดที่สอง 4-44
4-28 ขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเชิงเปรียบเทียบของการผลิต อาหารกุ้งสองชนิด จำนวน 1,000 กิโลกรัม 4-45
4-29 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จากกระบวนการผลิตกุ้ง IQF โดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหลว (ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่สี่) 4-46
4-30 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จากกระบวนการผลิตกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซไนโตรเจนเหลว (ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่สี่) 4-47
4-31 ขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเชิงเปรียบเทียบจากการผลิตกุ้ง IQF จำนวน 1 กิโลกรัม โดยการแปรรูปโดยใช้กาซคาร์บอนไดออกไซด์ และไนโตรเจนเหลว (ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่สี่) 4-48
4-32 แผนผังการผลิตไนโตรเจนเหลว 4-48
4-33 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จากการใช้ภาชนะถุงตั้งได้และกล่องกระดาษลูกฟูก 4-49
4-34 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในการผลิตถุงแบบตั้งได้สำหรับบรรจุกุ้ง IQF 4-50
4-35 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในการขนส่งกุ้ง IQF ไปยังประเทศญี่ปุ่น 4-51

ภาพที่		หน้า
4-36	ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในการขนส่งกุ้ง IQF ไปยังประเทศอังกฤษ	4-52
4-37	ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในการขนส่งกุ้ง IQF ไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา	4-53
4-38	ขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเชิงเปรียบเทียบจากการบริโภค กุ้ง IQF 1 ถุง (453 กรัม) ในประเทศญี่ปุ่น อังกฤษ และสหรัฐอเมริกา	4-54
4-39	เปรียบเทียบขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการจัดการของเสีย หลังการบริโภคกุ้ง IQF 1 ถุง (453 กรัม) ในประเทศญี่ปุ่น อังกฤษ และสหรัฐอเมริกา	4-55
4-40	การเปรียบเทียบผลรวมของสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อม ของสายการผลิตและบริโภคกุ้ง IQF	4-57
4-41	การเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของผลิตภัณฑ์อาหาร ทั้งจากการเกษตรกรรม ประมง และการเพาะเลี้ยง	4-60
4-42	การเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานของผลิตภัณฑ์อาหาร ทั้งจากการเกษตรกรรม ประมง และการเพาะเลี้ยง	4-60

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	จำนวนฟาร์มและพื้นที่เลี้ยงกุ้งกุลาดำและกุ้งขาวแวนนาไมในประเทศไทย	2-5
2-2	หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการสิ่งแวดล้อมของกิจกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้ง	2-23
2-3	มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง	2-26
2-4	ตัวอย่างกลุ่มผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมพื้นฐานที่ใช้ในการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	2-34
3-1	การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการและแหล่งที่มาของข้อมูลฟาร์มเลี้ยงกุ้ง	3-7
3-2	การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการและแหล่งที่มาของข้อมูล	3-11
3-3	การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการและแหล่งที่มาของข้อมูลการผลิตอาหารกุ้ง	3-15
3-4	การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการและแหล่งที่มาของข้อมูลกิจกรรมการแปรรูปกุ้งแช่แข็ง IQF	3-20
3-5	การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการและแหล่งที่มาของข้อมูลโรงงานผลิตภาชนะบรรจุ	3-24
3-6	การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการและแหล่งที่มาของข้อมูลกิจกรรมการขนส่งกุ้ง IQF ไปยังผู้บริโภคที่ต่างประเทศ	3-28
3-7	การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการและแหล่งที่มาของข้อมูลการบริโภคและการจัดการของเสียหลังการบริโภคกุ้ง IQF	3-31
4-1	ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมบางรายการของการเลี้ยงกุ้งจำนวน 1,000 กิโลกรัม	4-7
4-2	อันตราย (hazards) ที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงและแปรรูปกุ้ง	4-17
4-3	ปริมาณสารขาเข้าและสารขาออกของการผลิตกุ้ง IQF จำนวน 600 กิโลกรัม ที่โรงงานแปรรูปกุ้ง	4-19
4-4	ปริมาณสารอินทรีย์ สารแขวนลอย ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของน้ำล้างวัตถุดิบในขั้นตอนต่าง ๆของการผลิต	4-20
4-5	คุณลักษณะของน้ำเสียรวมของโรงงานและน้ำทิ้งหลังการบำบัด	4-20

ตารางที่		หน้า
4-6	รายละเอียดมิติของถุงตั้งได้บรรจุกุ้งแช่แข็งที่ใช้ในการศึกษา	4-26
4-7	เปรียบเทียบขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตกุ้ง จำนวน 1 ตัน ที่ฟาร์มทั้งสองแห่งในจังหวัดสงขลา	4-36
4-8	เปรียบเทียบขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตกุ้ง จำนวน 1 ตัน จากฟาร์มสามแห่งในจังหวัดนครศรีธรรมราช	4-40
4-9	ขนาดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (เฉลี่ย) หลังจากการบำบัดน้ำทิ้ง จากการเลี้ยงกุ้ง	4-42
4-10	เปรียบเทียบสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ กุ้ง IQF กับผลิตภัณฑ์กุ้งกุลาดำแช่แข็งแบบบล็อค	4-61

บทที่ 1 บทนำ

กุ้ง เป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย และเป็นสินค้าที่มีการแข่งขันรุนแรงในตลาดโลกทั้งด้านคุณภาพและราคา รวมทั้งมีผู้ผลิตคู่แข่งที่มีศักยภาพการผลิตและต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่า ได้แก่ จีน เวียดนาม อินโดนีเซีย และเอกวาดอร์ ทำให้การเพาะเลี้ยงกุ้งและอุตสาหกรรมการแปรรูปส่วนใหญ่ มุ่งเน้นการเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนเป็นหลัก เพื่อให้สามารถแข่งขันได้ในตลาดโลก โดยไม่ได้ให้ความสำคัญต่อการศึกษาการจัดการเชิงระบบ ทำให้นำไปสู่ปัญหาด้านคุณภาพสินค้า ต้นทุนการผลิต และปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศ ซึ่งมีผลกระทบต่อความเชื่อมั่นต่อสินค้าและความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทย การวิเคราะห์ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมเชิงระบบโดยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์หรือตลอดห่วงโซ่การผลิต เป็นแนวทางที่สามารถทำให้เข้าใจประเด็นปัญหาและผลกระทบเชิงสิ่งแวดล้อมแต่ละขั้นตอนตลอดห่วงโซ่การผลิต เพื่อให้อุตสาหกรรมกุ้งสามารถปรับตัวและพัฒนาอย่างยั่งยืน จึงนำมาสู่การศึกษาวิจัยในโครงการนี้

1.1 ที่มาของโครงการวิจัยและวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.1.1. ที่มาของโครงการวิจัย

อุตสาหกรรมกุ้ง มีความสำคัญต่อการพัฒนาเชิงเศรษฐกิจและสังคมอย่างยิ่ง ประเทศไทย นับเป็นผู้ผลิตและส่งออกกุ้งอันดับต้นๆ ของโลก โดยในปี พ.ศ. 2549 ผลิตภัณฑ์กุ้งของไทยส่งออกไปตลาดโลก มีปริมาณ 346,416 ตัน มูลค่า 86,572 ล้านบาท (กรมประมง, 2549) โดยมีกุ้งแช่เย็นแช่แข็งเป็นสินค้าส่งออกที่มีปริมาณสูงถึง 178,752 ตัน มูลค่า 42,955 ล้านบาท และมีสัดส่วนการส่งออกสูงที่สุดในอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็งอีกด้วย ในอุตสาหกรรมกุ้งมีแรงงานที่เกี่ยวข้องทั้งสิ้นประมาณ 1 ล้านคน (สมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหารแห่งประเทศไทย, 2548) โดยมีโรงงานผลิตกุ้งแช่แข็งทั้งหมด 68 โรงงาน (วลัยลักษณ์ และคณะ, 2549)

อย่างไรก็ตาม อุตสาหกรรมกุ้งถูกวิจารณ์ว่าเป็นกิจกรรมที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะประเด็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติหลากหลายประเภทเป็นปัจจัยการผลิต เช่น การนำเข้าพ่อแม่พันธุ์จากต่างประเทศ ที่อาจนำไปสู่การกระจายพันธุ์ในแหล่งน้ำธรรมชาติ และการ

นำมาซึ่งโรคกุ้งชนิดใหม่ การใช้น้ำปริมาณมากในกิจกรรมการเพาะเลี้ยง การปล่อยน้ำเสียที่มีปริมาณธาตุอาหารสูงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ (สิริและจำลอง, 2536; Funge-Smith and Briggs, 1998; Boyd, 2003) รวมทั้งการใช้ปลาป่นในการผลิตอาหารกุ้ง ซึ่งมักถูกวิจารณ์ว่าไม่ได้เป็นการส่งเสริมให้การเพาะเลี้ยงเป็นระบบการผลิตทดแทนปริมาณผลผลิตจากทะเลที่ลดลง แต่กลับเป็นการเร่งให้เกิดการนำทรัพยากรปลาทะเลมาใช้ในปริมาณมากกว่าความสามารถของระบบนิเวศทะเลในการฟื้นฟู (Deutsch *et al*., 2007) นอกจากนี้ยังมีการนำสารเคมีและยาปฏิชีวนะมาใช้เพื่อป้องกันและรักษาโรค โดยเฉพาะในการเพาะเลี้ยงกุ้งแบบหนาแน่น เป็นผลให้เกิดการตกค้างของสารเคมีและยาปฏิชีวนะในเนื้อกุ้ง (Gräslund and Bengtsson, 2001) จากประเด็นดังกล่าว ทำให้การเพิ่มผลผลิตกุ้งโดยการเพาะเลี้ยงถูกมองว่าเป็นระบบการผลิตที่อาจก่อให้เกิดการร่อยหรอของทรัพยากรและพลังงาน รวมทั้งการเกิดของเสียที่อาจทำลายหน้าที่ของระบบนิเวศน์ทางทะเล ที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เราได้

ประเทศไทยในฐานะผู้ผลิตกุ้งรายสำคัญของโลก จึงถูกจับตามองจากประเทศคู่ค้าและประชาคมโลก เกี่ยวกับการจัดการสิ่งแวดล้อมของกิจกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งแบบหนาแน่นสูง ซึ่งประสบปัญหาการจัดการ ไม่ว่าจะเป็นการเก็บเกี่ยวก่อนกำหนดเนื่องจากการติดเชื้อหรือเกิดโรค หรือขนาดของกุ้งที่ผลิตได้เล็กลง จนกระทั่งนำไปสู่การเปลี่ยนชนิดพันธุ์จากกุ้งกุลาดำเป็นกุ้งขาวแวนนาไมในปัจจุบัน จะเห็นได้ว่าที่ผ่านมาการบริหารจัดการอุตสาหกรรมกุ้ง มุ่งเน้นเพื่อเพิ่มผลผลิตและรักษาปริมาณการส่งออกเป็นสำคัญ ส่วนประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมนั้นเป็นการจัดการแก้ไขเฉพาะกรณี ดังเช่น การนำระบบปิดเพื่อลดการเปลี่ยนถ่ายน้ำในระหว่างการเลี้ยงเพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดโรค การนำระบบน้ำหมุนเวียนมาใช้เพื่อลดปัญหาการใช้ในน้ำปริมาณมาก การบำบัดน้ำที่เกิดจากการระบายน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งเพื่อการเก็บเกี่ยวเพื่อลดปัญหามลภาวะทางน้ำ หรือการนำเอาสารโปรไบโอติคมาใช้แทนยาปฏิชีวนะเพื่อแก้ไขปัญหาการตกค้างของยาปฏิชีวนะในเนื้อกุ้ง นอกจากนี้ ความห่วงกังวลเกี่ยวกับปัญหาการจัดการสิ่งแวดล้อมจากกิจกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้ง นำไปสู่มาตรการ กฎระเบียบ และข้อกำหนดจากประเทศคู่ค้า เช่น มาตรฐานการจัดการความปลอดภัยอาหารและระบบตรวจสอบย้อนกลับ ข้อกำหนดเกี่ยวกับยาปฏิชีวนะที่ห้ามใช้ในกิจกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้ง การกำหนดของตัวแทนจำหน่ายหรือผู้ค้าส่งให้มีการแสดงข้อมูลสินค้าโดยผ่านนำระบบรับรองการจัดการสิ่งแวดล้อมหรือฉลากสิ่งแวดล้อม เพื่อบ่งชี้ความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Vandergeest, 2007)

จะเห็นได้ว่า การวิเคราะห์ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมเชิงระบบและเชิงปริมาณ เพื่อสร้างความเข้าใจประเด็นการพัฒนาอย่างยั่งยืนต่ออุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งอย่างถ่องแท้ มีความสำคัญอย่างยิ่งในการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมของอุตสาหกรรมกุ้ง ตลอดจนเป็นการเตรียมความพร้อมในการแสดงข้อมูลการจัดการสิ่งแวดล้อมจากกิจกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้ง เพื่อ

ตอบสนองข้อกำหนดทางการค้าที่ต้องการสินค้ากุ้ง ที่ผ่านระบบรับรองการจัดการสิ่งแวดล้อม หรือฉลากสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตามจากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า ได้มีการศึกษาประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมเชิงระบบในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้ง โดยใช้หลักการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ก่อนหน้านี้ โดย (Srituhla, 2001) ได้รายงานผลศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของฟาร์มเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย โดยกำหนดหน่วยหน้าที่ คือ ผลผลิตกุ้ง 1 ตัน จากการศึกษาพบว่า การเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารในแหล่งน้ำ มีสาเหตุมาจากน้ำเสียที่ปล่อยออกมาจากบ่อเลี้ยงกุ้ง การทำลายชั้นโอโซน มีสาเหตุมาจากการใช้พลังงาน (ระบบการให้อากาศ) และการผลิตอาหารกุ้งและพลังงานที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญ ผลจากการศึกษางานวิจัยนี้ใช้ในการแก้ไขการจัดการบ่อ โดยทำการบำบัดน้ำเสียก่อนที่จะปล่อยออกและลดจำนวนชั่วโมงในการเปิดระบบการให้อากาศ อนึ่งงานวิจัยนี้ไม่ได้ครอบคลุมตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ โดยยังขาดการศึกษาในส่วนของฟาร์มเพาะและอนุบาลลูกกุ้ง กระบวนการแปรรูป การขนส่ง การบริโภค และการกำจัดของเสีย และการศึกษานี้ใช้ข้อมูลจากการวิเคราะห์ผลกระทบวัฏจักรชีวิตจากฟาร์มเพียงแห่งเดียวเท่านั้น ต่อมา (MungKung, 2005) ได้ศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กุ้งกุลาดำแช่แข็งในประเทศไทย ครอบคลุมตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การจับพ่อ-แม่พันธุ์มาจากทะเล การเพาะฟัก-อนุบาล การเพาะเลี้ยงในระดับฟาร์ม การแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ การกระจายสินค้าไปยังผู้บริโภค ของเสียที่เกิดจากการบริโภค การจัดการของเสียรวมทั้งการขนส่งในทุกขั้นตอนและภาชนะบรรจุสินค้าในระหว่างการขนส่ง โดยได้กำหนดหน่วยหน้าที่ คือ น้ำหนักกุ้ง 1.8 กิโลกรัม น้ำหนักบรรจุสุทธิ 3 กิโลกรัม พบว่าช่วงชีวิตที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด คือ การเพาะเลี้ยงในระดับฟาร์ม และรายงานประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ ได้แก่ ความเป็นพิษทางทะเล การร่อยหรอของแหล่งพลังงาน และการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน ซึ่งมีสาเหตุมาจากการใช้อาหารสำเร็จรูป เครื่องให้อากาศ (เพื่อรักษาระดับออกซิเจนในน้ำ) และปูนเผา (ในการปรับความเป็นกรดด่างของน้ำและดิน)

ในส่วนของกุ้งขาวแวนนาไม ซึ่งกลายเป็นชนิดกุ้งที่มีการเพาะเลี้ยงมากที่สุดในประเทศไทย ในขณะนี้ พบว่า ยังไม่มีการศึกษาวิจัยประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบ จึงเห็นว่ายังมีความจำเป็นในการพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยเฉพาะการวิเคราะห์เชิงระบบของผลิตภัณฑ์กุ้ง ที่สามารถให้ข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดการทรัพยากร สนับสนุนการเพาะเลี้ยงกุ้ง และการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมของทุกๆ กิจกรรมที่เกี่ยวข้องโดยตลอดห่วงโซ่การผลิตอย่างเป็นระบบ จากที่มาและความสำคัญดังกล่าวข้างต้น จึงได้พัฒนาโครงการวิจัยนี้โดยนำหลักการประเมินวัฏจักรชีวิต Life Cycle Assessment (LCA) ซึ่งเป็นเครื่องมือการวิเคราะห์สิ่งแวดล้อมที่ใช้ในการจำแนกและประเมินขนาดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในเชิงปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่อาจเกิดขึ้นได้ตลอดวัฏจักรชีวิตมาใช้ เพื่อนำเสนอ

กรอบการวิเคราะห์เชิงระบบที่ทำให้เห็นภาพรวมของประเด็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม และยังให้ข้อมูลทางด้านสิ่งแวดล้อมโดยละเอียดในเชิงปริมาณที่สามารถประเมินระดับความยั่งยืนของระบบผลิตภัณฑ์ พร้อมทั้งระบุขั้นตอนที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุด รวมทั้งปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญและแหล่งที่มาของผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นได้ ตลอดจนการจำแนกแนวทางในการปรับปรุงสิ่งแวดล้อม และการพัฒนาดัชนีชี้วัดความยั่งยืนของระบบการเพาะเลี้ยงกุ้ง นอกจากนี้ข้อมูลทางด้านสิ่งแวดล้อมที่ได้จากการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ยังสามารถนำมาใช้สนับสนุนการจำแนกแนวทางการดำเนินงานการบริหารและจัดการสิ่งแวดล้อมเชิงกลยุทธ์โดยตลอดวัฏจักรชีวิต ซึ่งเป็นการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากปัจจัยภายในด้วยหลักการป้องกันมลพิษและปัจจัยภายนอก ผ่านการจัดการแบบมีส่วนร่วมภายในห่วงโซ่การผลิต เพื่อเป็นการสนับสนุนการตัดสินใจเกี่ยวกับการปรับปรุงสมรรถนะสิ่งแวดล้อม และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรม เพื่อให้ประเทศไทยเป็นผู้นำการส่งออกและผู้นำการผลิตกุ้งของโลกได้ต่อไป

1.1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

โครงการวิจัยนี้ มุ่งเน้นการวิเคราะห์ระบบสิ่งแวดล้อมของอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้ง เพื่อประเมินผลการดำเนินงานการบริหารและจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบ เพื่อจำแนกแนวทางการดำเนินงานการบริหารและจัดการสิ่งแวดล้อมเชิงกลยุทธ์ให้เกิดการจัดการแบบมีส่วนร่วม ซึ่งสามารถจำแนกวัตถุประสงค์หลักของโครงการวิจัยได้ดังนี้

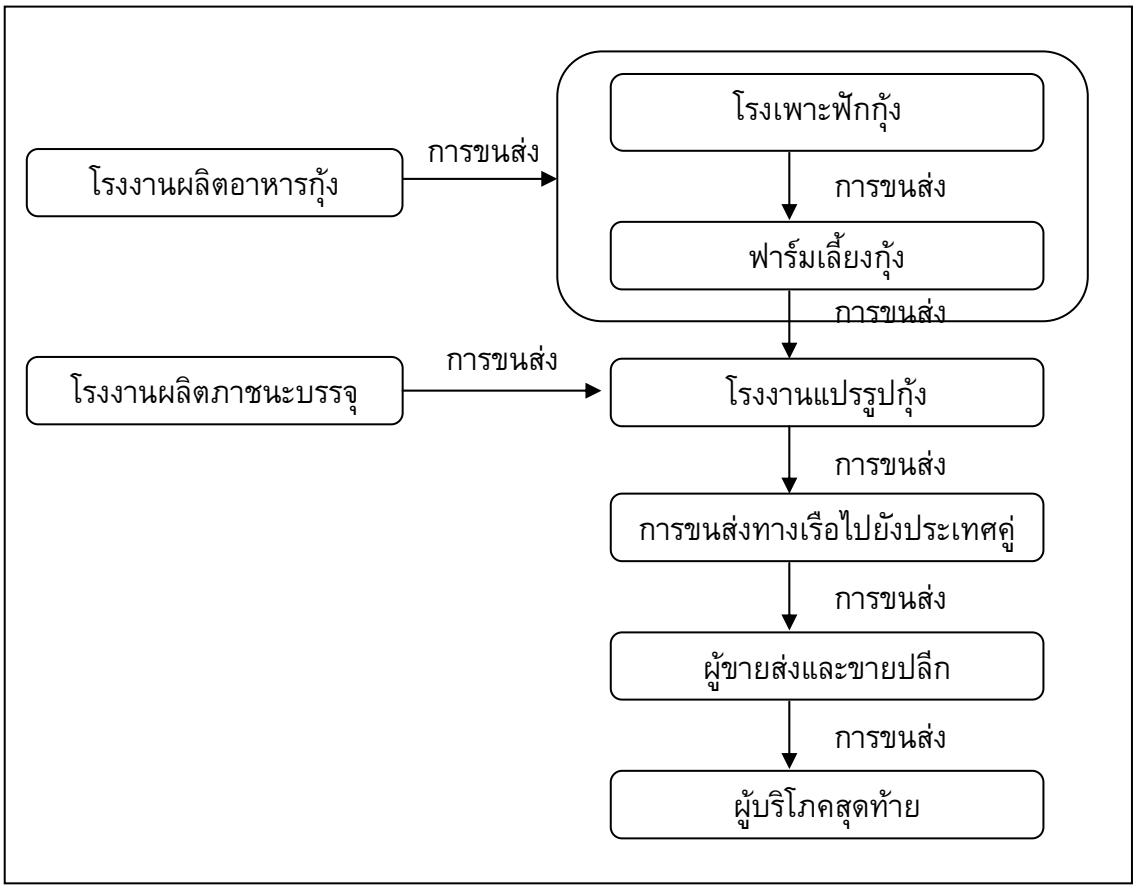
(1) เพื่อจำแนกและประเมินปริมาณการใช้วัตถุดิบธรรมชาติ พลังงาน รวมทั้งปริมาณการปลดปล่อยมลพิษและของเสียสู่สิ่งแวดล้อม รวมทั้งศักยภาพในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว

(2) เพื่อประยุกต์ใช้ข้อมูลสิ่งแวดล้อม จากการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว ในการพัฒนาดัชนีชี้วัดสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์กุ้ง เพื่อใช้เป็นตัวชี้วัดใช้ผลการดำเนินงานการบริหารและจัดการสิ่งแวดล้อม ของอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งได้อย่างมีประสิทธิภาพและ

(3) เพื่อประยุกต์ใช้ข้อมูลสิ่งแวดล้อม จากการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว ในการจำแนกแนวทางการดำเนินงานการบริหารและจัดการสิ่งแวดล้อมเชิงกลยุทธโดยตลอดวัฏจักรชีวิต อันเป็นการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากปัจจัยภายในด้วยหลักการป้องกันมลพิษและปัจจัยภายนอก ผ่านการจัดการแบบมีส่วนร่วมภายในห่วงโซ่การผลิต

1.2 ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตกุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว ในโครงการวิจัยนี้ (ภาพที่ 1-1) ครอบคลุมทุกๆ กิจกรรมโดยตลอดห่วงโซ่การผลิตของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็ง ตั้งแต่การนำเข้าพ่อแม่พันธุ์จากต่างประเทศ การเพาะฟักและอนุบาลลูกกุ้งวัยอ่อนที่โรงเพาะฟัก การเพาะเลี้ยงกุ้งจากระยะวัยอ่อนจนได้ขนาดตามที่ตลาดต้องการที่ฟาร์ม การจับกุ้งเพื่อจำหน่าย การผลิตอาหารกุ้งระยะวัยอ่อนและกุ้งหลังระยะวัยอ่อน การแปรรูปกุ้งแช่แข็งแบบเป็นตัว ตลอดจนกระบวนการผลิตการผลิตภาชนะบรรจุปฐมภูมิสำหรับการจำหน่ายปลีกและภาชนะทุติยภูมิสำหรับการขนส่ง และการขนส่งในทุกๆ ขั้นตอน ตัวอย่างเช่น การขนส่งพ่อแม่พันธุ์จากต่างประเทศ การขนส่งลูกกุ้งวัยอ่อน และการขนส่งอาหารไปยังฟาร์มเลี้ยงกุ้ง การขนส่งกุ้งดิบจากฟาร์มไปยังโรงงานแปรรูป การขนส่งภาชนะบรรจุปฐมภูมิ และภาชนะทุติยภูมิจากโรงงานผลิตมายังโรงงานแปรรูป รวมทั้งการขนส่งวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตอาหารกุ้ง ภาชนะบรรจุปฐมภูมิ และภาชนะทุติยภูมิ นอกจากนี้ยังนับรวมถึงการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่ง การผลิตพลังงานไฟฟ้า และวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตอาหารกุ้ง ภาชนะบรรจุปฐมภูมิและภาชนะทุติยภูมิ เป็นต้น



ภาพที่ 1-1 ขอบเขตการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กุ้งแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว

จากขอบเขตการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กุ้งแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัวดังกล่าว ได้กำหนดหน่วยงานผลิตหลักที่เกี่ยวข้องในพื้นที่เป้าหมาย คือ จังหวัดสงขลาและนครศรีธรรมราช เนื่องจากเป็นพื้นที่หลักของอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงและแปรรูปกุ้ง โดยพื้นที่ที่ทำการศึกษาโครงการวิจัยนี้ คือ

โรงเพาะฟักลูกกุ้ง จำนวน 1 แห่ง โดยเป็นโรงเพาะฟักขนาดกลาง ที่อำเภอสะทิงพระ จังหวัดสงขลา ซึ่งดำเนินการโดยโรงเพาะฟักร่วมบริหารจัดการของโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์กุ้ง

ฟาร์มเลี้ยงกุ้ง จำนวน 5 แห่ง โดยเป็นฟาร์มขนาดเล็กระดับครัวเรือน แบ่งเป็นพื้นที่เลี้ยงในอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา จำนวน 2 แห่ง และพื้นที่เลี้ยงในอำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราชจำนวน 3 แห่ง

โรงงานผลิตอาหารกุ้ง จำนวน 1 แห่ง ที่อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา

โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์กุ้ง IQF จำนวน 1 แห่ง ที่อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา และ

โรงงานผลิตภาชนะบรรจุสำหรับผลิตภัณฑ์กุ้ง IQF จำนวน 1 แห่ง ที่อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยเลือกภาชนะบรรจุปฐมภูมิ คือ ภาชนะบรรจุประเภทถุงตั้งได้ (stand-up pouch) ที่เป็นภาชนะบรรจุหลักที่ใช้กันมากที่สุด

โดยการศึกษานี้ ได้กำหนดหน่วยหน้าที่ของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็ง คือ กุ้งแช่แข็งแบบเป็นตัว หรือ กุ้ง IQF บรรจุในถุงตั้งได้ น้ำหนักบรรจุสุทธิ 1 ปอนด์ หรือ 453 กรัม

1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการในโครงการวิจัยนี้ อาศัยหลักการและวิธีการที่กำหนดในมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อมผลิตภัณฑ์ อนุกรม 14040 ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การกำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตงานวิจัย การจัดทำบัญชีรายการข้อมูลสิ่งแวดล้อม โดยทำการตรวจวัดและรวบรวมข้อมูลสารขาเข้าและสารขาออกของกิจกรรมต่างๆ โดยตลอดห่วงโซ่การผลิตของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็ง โดยใช้การตรวจวัดจริง การประมาณทางทฤษฎี หรือการใช้ข้อมูลทุติยภูมิในกรณีที่ไม่สามารถจัดหาข้อมูลดังกล่าว จากนั้นทำการคำนวณ เพื่อประเมินศักยภาพของสารขาเข้าและสารขาออกในการก่อให้เกิดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (potential environmental impacts) อันเนื่องมาจากสารขาเข้าและสารขาออกที่เกี่ยวข้อง โดยใช้เทคนิคการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมโดยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Impact Assessment, LCIA) จากนั้นทำการแปลผลการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์เพื่อจำแนกแนวทางการปรับปรุงสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อม (environmental performance) รวมทั้งการพัฒนาดัชนีด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพ การดำเนินงานการบริหารและจัดการสิ่งแวดล้อมโดยตลอดวัฏจักรในอุตสาหกรรมกุ้งแช่แข็ง โดยในโครงการวิจัยนี้ได้กำหนดวิธีการวางแผนการดำเนินงาน เน้นการมีส่วนร่วมในการวิจัยของภาคเอกชนและผู้ที่เกี่ยวข้องภายในห่วงโซ่ผลิต โดยจัดให้มีกิจกรรมการมีส่วนร่วมในการวิจัย การแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ของผู้ผลิตในขั้นตอนต่างๆ เพื่อขอความคิดเห็นเกี่ยวกับกรอบความคิดและแนวทางในการดำเนินงานวิจัยอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการแลกเปลี่ยนความรู้และความเข้าใจ ตลอดจนความสนใจของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในทุกขั้นตอนการผลิต โดยการจัดให้มีการพบปะของผู้ที่เกี่ยวข้องในห่วงโซ่การผลิต เพื่อให้เกิดความเข้าใจโดยแท้จริงถึงสถานการณ์ของแต่ละหน่วยการผลิต ตลอดจนต้นเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวเนื่องและที่มีผลกระทบต่อกันและกัน อันนำไปสู่การจัดการแบบมีส่วนร่วมโดยตลอดห่วงโซ่การผลิตที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลที่คาดว่าจะได้รับเมื่อการดำเนินงานโครงการวิจัยเสร็จสิ้นที่เป็นรูปธรรม คือ

1.4.1 ทราบปริมาณการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ พลังงาน และของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตกุ้งแช่แข็งโดยตลอดวัฏจักรชีวิต รวมทั้งศักยภาพในการก่อให้เกิดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมโดยรวมเชิงปริมาณ ตลอดจนสามารถจำแนกขั้นตอนที่ก่อให้เกิดภาระสิ่งแวดล้อมสูงสุดและแหล่งที่มา

1.4.2 ทราบดัชนีชี้วัดสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมโดยตลอดห่วงโซ่การผลิต เพื่อใช้เป็นตัวชี้วัดใช้ผลการดำเนินงานการบริหารและจัดการสิ่งแวดล้อม ของอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.4.3 ทราบข้อเสนอแนวทางการปรับปรุงสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว ในส่วนของการปรับปรุงจำเพาะขั้นตอนตลอดจนทราบข้อคิดเห็นจากผู้มีส่วนได้เสียที่เกี่ยวข้องในห่วงโซ่การผลิต เพื่อหาแนวทางการดำเนินงานการบริหารและจัดการสิ่งแวดล้อมเชิงกลยุทธ์โดยตลอดวัฏจักรชีวิต อันนำไปสู่การมีส่วนร่วมในการปรับปรุงการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากปัจจัยภายในด้วยหลักการป้องกันมลพิษและปัจจัยภายนอกผ่านการจัดการร่วมกันภายใต้ห่วงโซ่การผลิต

1.5 องค์ประกอบของรายงาน

รายงานโครงการวิจัยนี้ ประกอบด้วยเนื้อหาจำนวน 5 บทดังนี้

บทที่ 1 บทนำ เป็นการนำเสนอที่มาของโครงการวิจัยและวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยขอบเขตการวิจัย วิธีการดำเนินการวิจัย และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม เป็นการนำเสนอเกี่ยวกับอุตสาหกรรมกุ้งในประเทศไทย เพื่อชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของกิจกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้ง จากนั้นอธิบายรายละเอียดของพัฒนาการอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ที่นำไปสู่การปรับเปลี่ยนจากการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำมาเป็นกุ้งขาวแวนนาไม ตลอดจนอธิบายถึงกิจกรรมการผลิตกุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัวโดยตลอดห่วงโซ่ รวมทั้งจำแนกประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับห่วงโซ่การผลิตผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัวที่มีการศึกษามาก่อนหน้านี้ นอกจากนี้ยังนำเสนอหลักการประเมินวัฏจักรชีวิตและแนวทางการประยุกต์ใช้ในสินค้าสัตว์น้ำ

จากการเพาะเลี้ยง เพื่อนำไปสู่วิธีการดำเนินการวิจัย โดยใช้หลักการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย เป็นการอธิบายวิธีการวิจัยโดยใช้หลักการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว ซึ่งครอบคลุมขั้นตอนหลักๆ ได้แก่ การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตลอดวัฏจักรชีวิต และอธิบายความเชื่อมโยงของการพัฒนาดัชนีชี้วัดสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อม จากผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตลอดวัฏจักรชีวิต

บทที่ 4 ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล เป็นการอธิบายความเชื่อมโยงของกิจกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัวโดยตลอดห่วงโซ่ รวมทั้งนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม และผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตลอดวัฏจักรชีวิต ตลอดจนผลการพัฒนาดัชนีชี้วัดสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อม ซึ่งการวิจารณ์ผลจะรวมไปถึงความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้องตลอดห่วงโซ่การผลิตต่อผลการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตด้วย

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ เป็นบทสรุปเกี่ยวกับสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัวโดยตลอดวัฏจักรชีวิต จากผลการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต ดัชนีชี้วัดสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมที่เสนอแนะพิจารณาในการประเมินสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัวเพื่อนำไปสู่การเพาะเลี้ยงกุ้งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังเสนอแนะแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมแบบมีส่วนร่วมภายในห่วงโซ่ รวมทั้งข้อเสนอแนะเกี่ยวกับประเด็นที่ควรศึกษาวิจัยต่อไป

โดยต่อไป จักได้นำเสนอเนื้อหาในบทที่ 2-5 และบรรณานุกรม ตามลำดับ

นอกจากนี้ในรายงานฉบับนี้ ยังประกอบด้วยเนื้อหาเพิ่มเติมในส่วนของ *ภาคผนวก* ที่รวบรวม รายละเอียดของข้อมูลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตลอดวัฏจักรชีวิต ตลอดจนรายงานการสัมมนาแนะนำโครงการวิจัยกับเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง รายงานการประชุมระหว่างโรงงานแปรรูปกุ้งและเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง

บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม

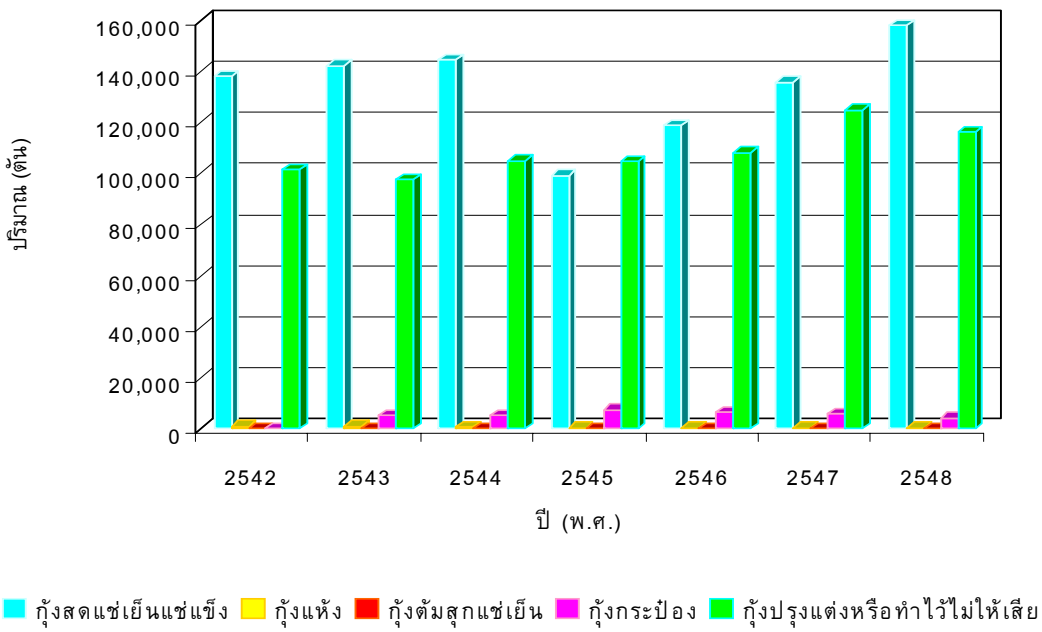
จากปัญหาผลผลิตตกต่ำของกุ้งกุลาดำ อันเนื่องมาจากการติดโรคและขนาดของกุ้งที่เล็กลง ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนมาเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเพิ่มขึ้น เพราะเกษตรกรผู้เลี้ยงเห็นว่าเป็นกุ้งที่เลี้ยงง่าย โตเร็ว ตลอดให้ผลผลิตที่มากกว่า อย่างไรก็ตามการศึกษาวิจัยก่อนหน้านี้มุ่งเป้าไปที่การพัฒนาคุณภาพพ่อแม่พันธุ์และลูกกุ้ง เพื่อความสำเร็จในการเพิ่มผลผลิตในบ่อเลี้ยง ทั้งนี้ยังไม่มีการวิเคราะห์ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมอย่างเป็นระบบโดยตลอดห่วงโซ่การผลิต เพื่อส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพการพัฒนาอย่างยั่งยืนของอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้ง

สาระสำคัญในบทนี้ เป็นการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัวโดยตลอดวัฏจักรชีวิต (หรือ อาจเรียกว่าโดยตลอดห่วงโซ่การผลิต) ซึ่งเป็นการนำเสนอภาพรวมของอุตสาหกรรมกุ้งต่อประเทศไทย อธิบายการปรับเปลี่ยนจากการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นกุ้งขาวแวนนาไม ตลอดจนกิจกรรมการผลิตกุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัวโดยตลอดห่วงโซ่ ตั้งแต่การได้มาซึ่งพ่อแม่พันธุ์ การเพาะลูกกุ้ง การเลี้ยงกุ้งในบ่อ การแปรรูป และการขนส่งผลิตภัณฑ์ไปยังผู้บริโภคสุดท้าย ตลอดจนรายงานผลการรวบรวมข้อมูล การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อม ที่เกี่ยวข้องกับห่วงโซ่การผลิตผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งโดยตลอดห่วงโซ่ รวมทั้งอธิบายหลักการประเมินวัฏจักรชีวิตและแนวทางการประยุกต์ใช้ในสินค้าสัตว์น้ำจากการเพาะเลี้ยง โดยมีลำดับการนำเสนอดังต่อไปนี้

- ความสำคัญของอุตสาหกรรมกุ้งต่อประเทศไทย
- พัฒนาการอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้ง
- กิจกรรมการผลิตกุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัวโดยตลอดห่วงโซ่
- ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับห่วงโซ่การผลิตผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็ง
- การจัดการสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับห่วงโซ่การผลิตผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็ง
- หลักการประเมินวัฏจักรชีวิตและแนวทางการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารทะเล

2.1 ความสำคัญของอุตสาหกรรมกุ้งต่อประเทศไทย

สินค้าเกษตร นับเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย ที่สร้างรายได้มูลค่ามากกว่าสองแสนล้านบาท ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 เป็นต้นมาจนถึงปี พ.ศ. 2549 โดยพบว่าสินค้ากุ้งสดแช่เย็นแช่แข็งเป็นสินค้าส่งออกสูงสุดเป็นลำดับที่ 4 และมีมูลค่าเพิ่มขึ้นมาตามลำดับคิดเป็นร้อยละ 8.5 ของมูลค่าสินค้าเกษตรส่งออกของไทย (กรมประมง, 2549) รูปแบบผลิตภัณฑ์กุ้งสดแช่เย็นแช่แข็งที่ส่งออก ได้แก่ กุ้งสดแช่เย็นแช่แข็ง กุ้งต้มสุกแช่แข็ง กุ้งแห้ง กุ้งกระป๋องและกุ้งแปรรูปอื่นๆ โดยมีผลิตภัณฑ์กุ้งสดแช่เย็นแช่แข็งส่งออกมากที่สุดเฉลี่ยร้อยละ 70 ของผลิตภัณฑ์กุ้งที่ไทยส่งออกในปี พ.ศ. 2532-2546 ดังแสดงในภาพที่ 2-1 และมีแนวโน้มสูงขึ้น (ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร, 2543) โดยประเทศคู่ค้าหลักที่สำคัญของประเทศไทย ได้แก่ สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และกลุ่มสหภาพยุโรป นอกจากนี้ มีการรายงานว่าอุตสาหกรรมกุ้งกุลาดำทำให้เกิดการเพิ่มมูลค่าสูงถึง 108,000 ล้านบาท (Institute of Management and Education for Thailand Foundation, 2002)



ภาพที่ 2-1 มูลค่าการส่งออกกุ้งทะเลแต่ละประเภทของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2542-2548

นอกจากความสำคัญในเชิงเศรษฐกิจแล้ว อุตสาหกรรมกุ้งยังมีความสำคัญเป็นอย่างมากในเชิงสังคม โดยพบว่าอุตสาหกรรมกุ้งโดยตรงและอุตสาหกกรรมต่อเนื่อง ทำให้เกิดการสร้างงานและกระจายรายได้ไปยังท้องถิ่น โดยกรมประมงได้ประมาณการคนงานในอุตสาหกรรมกุ้งทะเลมีคนงานโดยตรงกว่า 97,000 คน และคนงานทางอ้อมอีกกว่า 53,000 คน

โดยในฟาร์มเลี้ยงกุ้งมีคนงานในพื้นที่ฝั่งตะวันตกและตะวันออก 3.6 และ 4.2 คนต่อแฮคแตร์ ตามลำดับ (Lebel *et al.,* 2002) และประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ของคนงานเป็นคนในท้องถิ่น พื้นที่ฟาร์มเลี้ยงกุ้งช่วยพัฒนามาตรฐานชีวิตของประชาชนหรือเกษตรกรให้ดีขึ้น มีกำลังซื้อและมีทรัพย์สมบัติ เพราะเกษตรกรกว่า 96 เปอร์เซ็นต์ มีกำไรสูงและสูงกว่าการทำอาชีพในอดีต ส่วนการจ้างงานในโรงงานอุตสาหกรรมกุ้งทะเลกว่า 110 โรง สามารถจ้างคนงานกว่า 34,000 คน ในวงเงินลงทุนกว่า 7 ล้านบาท โดยเฉพาะโรงงานผลิตกุ้งแช่เย็นแช่แข็งทั้งหมด 68 โรงงาน สามารถจ้างคนงานกว่า 20,000 คน และในวงเงินลงทุนกว่า 4.5 ล้านบาท เป็นต้น (ฝ่ายบริหารข้อมูลและสารสนเทศสถาบันอาหาร, 2548)

2.2 พัฒนาการอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้ง

การเลี้ยงกุ้งทะเลในประเทศไทย ได้มีการเลี้ยงมานานกว่า 80 ปี ตั้งแต่ประมาณ พ.ศ. 2473 ที่ตำบลบางชัน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี เป็นการเลี้ยงแบบธรรมชาติ (extensive culture) อาศัยลูกกุ้งจากธรรมชาติและอาหารธรรมชาติที่มากับน้ำทะเลขณะที่น้ำทะเลขึ้น และการสูบน้ำทะเลเข้ามาในบ่อหรือนากุ้งที่ดัดแปลงมาจากนาเกลือและนาข้าวบริเวณป่าชายเลน/ชายฝั่งทะเล ต่อมาได้ขยายไปยังจังหวัดสมุทรปราการ สมุทรสาคร และสมุทรสงคราม รวมถึงชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกและภาคใต้ ในปี พ.ศ. 2513 มีการศึกษาวิจัยการเพาะอนุบาลและการให้อาหารกุ้งทะเลของสถานีประมงจังหวัดภูเก็ต สงขลา และระยอง ต่อมาในปี พ.ศ. 2515 รัฐบาลไทย ได้รับการสนับสนุนจากญี่ปุ่นให้จัดตั้งโครงการเลี้ยงกุ้งทะเลขึ้น และรัฐบาลได้ส่งเสริมให้เกษตรกรผู้เลี้ยงนำพันธุ์กุ้งที่ได้จากโรงเพาะฟักไปปล่อยในนากุ้งตามธรรมชาติแบบไม่หนาแน่น และให้อาหารสำเร็จรูปเสริมเป็นครั้งคราว เรียกว่าการเลี้ยงแบบกึ่งพัฒนา (semi-intensive) ต่อมาประมาณปี พ.ศ. 2530 เริ่มมีการพัฒนาเทคโนโลยีการเลี้ยงกุ้งทะเลเป็นแบบพัฒนา (intensive) ในภาคกลาง ได้แก่ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม และสมุทรปราการ โดยอาศัยแนวทางการเลี้ยงจากแบบไต้หวัน และได้มีการแพร่ขยายไปในพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคใต้ ภาคกลาง และภาคตะวันออก ทำให้นักลงทุนได้สร้างบ่อหาอุปกรณ์มาเสริม เพื่อการเลี้ยงกุ้งแบบหนาแน่นมากและได้ปล่อยน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ จนเกิดปัญหาสภาพแวดล้อมเสื่อมโทรม เกิดโรคระบาดจนทำให้เกษตรกรขาดทุน ในปี พ.ศ. 2535 จึงได้พัฒนาการเลี้ยงกุ้งทะเลระบบความเค็มต่ำ และได้ขยายเพิ่มขึ้นไปในพื้นที่น้ำจืดของหลายจังหวัด เนื่องจากคาดการณ์ว่าจะช่วยแก้ปัญหาเรื่องโรคระบาด แต่พบว่าการเลี้ยงกุ้งในน้ำจืดมีการเลี้ยงในนาข้าว อาจทำให้เกิดการปนเปื้อนของน้ำเค็มในแหล่งธรรมชาติและน้ำใต้ดิน รวมทั้งการแพร่กระจายของดินเค็ม (Braaten and Flaherty, 2000; Braaten and Flaherty, 2001) และนอกจากนี้น้ำทิ้งจากนากุ้งจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน์แหล่งน้ำจืด ทำให้แหล่งน้ำตื้นเขินและน้ำเค็มรุกล้ำ (สิริ และชุติมา, 2545; Flaherty *et al.,* 1999; Szuzter and

Flaherty, 2002) จากความขัดแย้งในการใช้น้ำและที่ดิน ความไม่สอดคล้องกับระบบนิเวศน์ของพื้นที่น้ำจืด รวมทั้งปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมดังกล่าว ทำให้มีคำสั่งจากนายกรัฐมนตรีโดยมอบอำนาจผ่านผู้ว่าราชการจังหวัด สั่งดำเนินการเพื่อระงับการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำระบบความเค็มต่ำในพื้นที่น้ำจืด ตั้งแต่วันที่ 4 ธันวาคม พ.ศ. 2541 เป็นต้นมา (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2548)

ต่อมาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในประเทศไทยประสบปัญหาด้านการขาดทุน เนื่องจากภาวะราคาตกต่ำ เนื่องจากมีการผลผลิตกุ้งมากเกินกว่าจะขยายตลาดได้ทัน ประกอบกับโรงงานแปรรูปขยายตัวไม่ทัน นอกจากนี้ยังเกิดโรคระบาดกุ้งทะเล คือ โรคหัวเหลืองและโรคดวงขาวหรือตัวแดงดวงขาว ทำให้การเลี้ยงกุ้งเกิดความเสียหายอย่างมาก โดยอัตรารอดของกุ้งลดลงจาก 80-90 เปอร์เซ็นต์ เป็น 50-60 เปอร์เซ็นต์ ประกอบกับราคากุ้งกุลาดำตกต่ำเรื่อยๆ เนื่องจากมีการผลิตกุ้งเพิ่มขึ้นทั่วโลก จากภาวะการณ์ดังกล่าว ทำให้เกิดแนวคิดในการนำกุ้งขาวเข้ามาทดลองเลี้ยง โดยเริ่มครั้งแรกในปี พ.ศ. 2541 แต่การทดลองในครั้งนั้นไม่ประสบความสำเร็จมากนัก จนกระทั่งเดือนมีนาคม พ.ศ. 2545 กรมประมงได้อนุญาตให้นำพ่อแม่พันธุ์ที่ปลอดเชื้อ (Specific Pathogen Free, SPF) จากต่างประเทศเข้ามาทดลองเลี้ยง ซึ่งเป็นช่วงเวลาเดียวกันที่การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในประเทศไทยกำลังประสบปัญหากุ้งโตช้า โดยเฉพาะในขณะที่จับกุ้งจะพบว่ามีกุ้งขนาดเล็กเป็นจำนวนมาก ทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่ประสบปัญหาขาดทุน ในขณะเดียวกันเกษตรกรบางส่วนได้ทดลองเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ซึ่งส่วนใหญ่ให้ผลค่อนข้างดี จากกระแสการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้ผลดีกว่ากุ้งกุลาดำ ทำให้เกษตรกรจำนวนมากหันมาเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมกันมากขึ้น การเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมขยายตัวด้วยความรวดเร็วและเริ่มมีการเลี้ยงกันมาก ซึ่งภาพรวมในปัจจุบันพบว่า พื้นที่นากุ้งที่เคยเลี้ยงกุ้งกุลาดำได้ถูกเปลี่ยนมาเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมมากกว่าร้อยละ 80 (ตารางที่ 2-1) โดยมีสาเหตุหลักมาจากความเข้าใจของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งว่า กุ้งขาวแวนนาไมเป็นกุ้งที่เลี้ยงง่าย โตเร็ว และให้ผลผลิตสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับกุ้งกุลาดำ นอกจากนี้ยังใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงน้อยกว่ากุ้งกุลาดำ (ชลอและพรเลิศ, 2547) โดยระบบการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมมีรากฐานการพัฒนามาจากองค์ความรู้ และประสบการณ์ในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำมาก่อนหน้านี้

ตารางที่ 2-1 จำนวนฟาร์มและพื้นที่เลี้ยงกุ้งกุลาดำและกุ้งขาวแวนนาไมในประเทศไทย

ปี พ.ศ.	จำนวนฟาร์ม (ราย)	พื้นที่เลี้ยง(ไร่)	กุ้งกุลาดำ		กุ้งขาวแวนนาไม	
			จำนวนฟาร์ม (ราย)	พื้นที่เลี้ยง (ไร่)	จำนวนฟาร์ม (ราย)	พื้นที่เลี้ยง (ไร่)
2538	26,145	468,386	26,145	468,386	-	-
2539	23,413	454,148	23,413	454,148	-	-
2540	23,723	457,000	23,723	457,000	-	-
2541	25,977	475,117	25,977	475,117	-	-
2542	28,012	484,650	28,012	484,650	-	-
2543	34,979	507,002	34,979	507,002	-	-
2544	31,839	480,881	31,839	480,881	-	-
2545	31,179	464,881	31,179	464,881	-	-
2546	34,977	512,620	34,977	512,620	-	-
2547	35,691	401,780	27,683	318,425	8,008	83,355

ที่มา: ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง (2550) และข้อมูลเบื้องต้นการประเมินจากใบกำกับการจำหน่ายสัตว์น้ำ สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล กรมประมง

2.3 ระบบการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

กิจกรรมการเลี้ยงกุ้ง เริ่มตั้งแต่การเตรียมบ่อ เช่น การปรับพื้นบ่อ ปรับคันบ่อ ประตูระบายน้ำ และการวางเครื่องตีน้ำ ต่อมาเป็นการเตรียมน้ำโดยการสูบน้ำเข้าบ่อเลี้ยง พร้อมทั้งใช้สารเคมีเพื่อทำลายเชื้อโรคและพาหะนำโรค รวมทั้งการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เหมาะสม และการเพิ่มอาหารธรรมชาติ จากนั้นนำลูกกุ้งที่ได้คัดเลือกจากโรงเพาะฟักมาปล่อยลงสู่บ่อเลี้ยง โดยในระหว่างการเลี้ยงมีการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปวันละ 3-5 มื้อ และในระหว่างการเลี้ยงมีการจัดการภายในบ่อ โดยการควบคุมคุณภาพน้ำให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต การเปลี่ยนถ่ายน้ำ การควบคุมปริมาณการให้อาหารโดยการเช็คอาหารที่เหลือในยออาหาร และการตรวจเช็คสุขภาพกุ้งอยู่เป็นประจำ จนกระทั่งกุ้งมีขนาดตามที่ตลาดต้องการ ซึ่งอาศัยเวลาประมาณ 3-4 เดือน

ในส่วนระบบการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในปัจจุบันนั้น สามารถจำแนกออกเป็น 3 ระบบการเลี้ยงได้ ดังนี้

การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมด้วยน้ำความเค็มต่ำ เป็นการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในพื้นที่น้ำจืดและพื้นที่ภาคกลาง เป็นการเลี้ยงในน้ำความเค็มต่ำจนเกือบจะเป็นน้ำจืด โดยนำน้ำเค็ม 100-200 พีพีที จากนาเกลือมาเติมในน้ำจืดให้ได้ความเค็ม 3-10 พีพีที ที่ระดับความลึก 1.5-1.8 เมตร มีการใช้เครื่องตีน้ำเพื่อเพิ่มออกซิเจน นำลูกกุ้งระยะหลังวัยอ่อน 10-12 (พี 10-12) ที่ปรับความเค็มจากโรงเพาะฟัก มาปล่อยในอัตราความหนาแน่น 70,000-120,000 ตัวต่อไร่ ให้อาหารสำเร็จรูปวันละ 3-4 มื้อ ระยะเวลา 3 เดือน ได้กุ้งขนาด 60-80 ตัวต่อกิโลกรัม มีผลผลิตมากกว่า 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ (ชะลอและพรเลิศ, 2547)

การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมด้วยความเค็มปกติ เป็นการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมด้วยความเค็มปกติ พบมากในพื้นที่ภาคใต้ที่ความเค็ม 10 พีพีทีขึ้นไป โดยนำน้ำจากทะเลหรือคลองชลประทานเข้าบ่อเลี้ยง ทำการเตรียมน้ำให้ระดับน้ำลึก 1.5-2.0 เมตร มีการใช้เครื่องตีน้ำเพื่อเพิ่มอากาศ นำลูกกุ้งมาปล่อยในระยะหลังวัยอ่อน10-15 (พี 10-15) ในอัตราหนาแน่นมากกว่า 120,000 ตัวต่อไร่ ให้อาหารสำเร็จรูปวันละ 3-4 มื้อ ระยะเวลา 3-4 เดือน ให้ผลผลิตกว่า 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ อัตรารอดประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ภาคใต้ฝั่งทะเลอันดามันมีการปล่อยลูกกุ้งอย่างหนาแน่นกว่า 150,000 ตัวต่อไร่ และให้ผลผลิต 3,000-4,000 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมด้วยน้ำความเค็มปกติจะได้ผลดีกว่าน้ำความเค็มต่ำ

การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในบ่อที่ปูด้วยโพลีเอททีลีน (polyethylene) เป็นการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมโดยการใช้โพลีเอททีลีน (polyethylene) เป็นการเลี้ยงกุ้งในบ่อที่ปูด้วยโพลีเอททีลีน เพื่อป้องกันการพังทลายของคันดิน โดยการปูขอบบ่อหรือปูทั้งบ่อ และมีอายุใช้งานได้ประมาณ 3 ปี (เลี้ยงได้ 5-6 รอบ) โดยมีวิธีการเลี้ยงเหมือนกับการเลี้ยงแบบความเค็มต่ำและความเค็มปกติ แต่สามารถจัดการของเสียจากการเลี้ยงได้ง่าย การเจริญเติบโต น้ำหนัก และผลผลิตมากกว่าบ่อดิน (อรอนงค์, 2547) สีของเปลือกกุ้งจะสดและกุ้งต้มสุกมีสีแดงเข้มกว่ากุ้งจากบ่อดิน (ชะลอและพรเลิศ, 2547; พจมานและคณะ, 2549) และการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเปรียบเทียบกับกุ้งขาวแวนนาไมในน้ำความเค็มต่ำ พบว่า กุ้งมีน้ำหนักเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตกุ้งขาวแวนนาไมสูงกว่ากุ้งกุลาดำ (พรรณิภา, 2547;แก้วตาและคณะ, 2548)

2.3.1 การแปรรูปกุ้งแช่แข็ง

การแช่แข็งแบบ IQF เป็นวิธีการที่นิยมใช้ในการถนอมอาหารที่มีมูลค่าทางการตลาดค่อนข้างสูง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีคุณภาพสูงกว่าการแช่แข็งแบบใช้ air blast freezing หรือ plate freezing เนื่องจากระบบ IQF เป็นวิธีการแช่แข็งที่รวดเร็ว ทำให้ผลึกน้ำแข็งมีขนาดเล็กมาก จึงสามารถรักษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกุ้งไว้ได้ดี โดยทั่วไปการแช่แข็งจะทำให้น้ำอิสระในอาหารกว่าร้อยละ 80 กลายเป็นน้ำแข็ง การเก็บรักษาอาหารแช่แข็งกำหนดให้ใช้อุณหภูมิ ไม่เกิน -18 องศาเซลเซียส เพื่อยับยั้งกิจกรรมต่างๆ ของจุลินทรีย์และชะลอปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ที่เป็นสาเหตุการเสื่อมเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ทำให้อาหารแช่แข็งมีอายุการเก็บยาวนานประมาณ 6 เดือน ถึง 12 เดือน ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของอาหารและอุณหภูมิเก็บรักษา ดังเช่น ตามข้อกำหนดของสหภาพยุโรป Council Directive 89/108/EEC อุณหภูมิในการเก็บและขนส่งอาหารแช่แข็งต้องไม่เกิน -18 องศาเซลเซียส มีแอมพลิจูด (amplitude) ของการขึ้นลงของอุณหภูมิ ไม่เกิน 3 องศาเซลเซียส

เทคโนโลยีการแช่แข็งมี 3 ประเภท ตามลักษณะการให้ความเย็นแก่ผลิตภัณฑ์และชนิดของเครื่องแช่แข็ง ซึ่งมีผลต่อความเร็วในการดึงความร้อนออกจากอาหารในกระบวนการแช่แข็ง

การแช่แข็งในตู้แช่แข็งที่มีลมเป่า (air blast freezing) โดยลมเย็นจะหมุนเวียนอยู่บนอาหาร ที่อุณหภูมิระหว่าง -30 องศาเซลเซียส ถึง -40 องศาเซลเซียส ด้วยความเร็ว 1.5-6 เมตรต่อนาที การถ่ายเทความเย็นทำได้อย่างทั่วถึงและเร็วช่วยให้อาหารแข็งตัวเร็ว แต่ต้องมีสิ่งห่อหุ้มอาหารไว้เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ กุ้งจะถูกวางบนถาดในช่อง หรือตู้ในเครื่องแช่เยือกแข็งและถูกแช่เยือกแข็งจนแนวกลางของตัวกุ้งมีอุณหภูมิที่ -18 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 3-10 ชั่วโมง (กฤษณา, 2545) เครื่องแช่เยือกแข็งประเภทนี้มีต้นทุนในการทำงานต่ำแต่ประสิทธิภาพน้อยและใช้เวลามาก มักใช้กับห้องเย็นที่มีขนาดใหญ่ และเครื่องแช่แข็งที่ใช้แช่เป็นครั้งคราว แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ (1) เครื่องแช่แข็งแบบอุโมงค์ (tunnel freezer) (2) เครื่องแช่แข็งแบบสายพาน (belt freezer) วัตถุดิบจะถูกลำเลียงบนสายพาน และเคลื่อนที่ผ่านไอเย็นจากเครื่องทำความเย็นที่มักจะมีพัดลมเป่าให้ลมเย็นลงมาถูกอาหารตลอดเวลา ใช้อุณหภูมิประมาณ -40 องศาเซลเซียส เวลาประมาณ 20-30 นาที จนแข็งตัวและเปิดออกอีกด้านหนึ่งเพื่อบรรจุหีบห่อได้เลย เครื่องแช่แข็งแบบนี้เหมาะสำหรับการแช่แข็งแบบแยกชิ้น (หรือ IQF) และ (3) เครื่องแช่แข็งแบบเป่าลอยตัวในอากาศ (fluidized bed freezer)

การแช่แข็งด้วยแผ่นโลหะให้ความเย็น (plate freezing) เครื่องแช่เยือกแข็งแบบสัมผัสแผ่นโลหะเย็นจัด ประกอบไปด้วยแผ่นโลหะกลวงซึ่งเรียงอยู่ในแนวตั้ง หรือนอนโดยมีการปั๊มสารทำความเย็นอุณหภูมิ -40 องศาเซลเซียส ผ่านเข้าไปในแผ่นโลหะกลวง กุ้งจะถูกจัดใส่บล็อค สแตนเลสแล้วเรียงอยู่ในระหว่างแผ่นโลหะกลวง โดยกุ้งจะถูกสัมผัสทั้ง 2 ด้านและถูกแช่เยือกแข็งภายในเวลา 1-2 ชั่วโมง วิธีนี้การถ่ายเทความร้อนจะเป็นไปได้ดีมาก ทำให้การแช่แข็งเป็นไปอย่างรวดเร็ว ใช้เวลาสั้น ข้อจำกัดของการเลือกใช้วิธีนี้คือผลิตภัณฑ์จะต้องมีขนาดและรูปร่างสม่ำเสมอ บรรจุอยู่ในกล่องแม่แบบขนาดเดียวกันตลอดทั้งรุ่นที่นำเข้าไปแช่เยือกแข็ง

การแช่แข็งด้วยก๊าซเหลว (freezing with liquidified gasses) เป็นวิธีการแช่แข็งที่มีอัตราเร็วมาก โดยการให้ผลิตภัณฑ์อาหารสัมผัสกับสารที่ให้ความเย็น ขณะที่มีการเปลี่ยนสถานะ (cryogenic freezing) สารให้ความเย็นได้แก่ ก๊าซที่กลั่นตัว เช่น ไนโตรเจนเหลว (ที่อุณหภูมิ -195 องศาเซลเซียส หรือ -319 ฟาเรนไฮต์) ไนตรัสออกไซด์เหลว (จุดเดือด -95 องศาเซลเซียส) หรือน้ำแข็งแห้ง (CO_2, จุดระเหิด -78 องศาเซลเซียส) โดยในอุตสาหกรรมกุ้งแช่เยือกแข็งจะนิยมใช้วิธีนี้ หลักการทำงานของคาร์บอนไดออกไซด์ คือ หลังจากที่สารสัมผัสกับอาหาร สารจะเคลื่อนย้ายพลังงานจากอาหารในรูปของความร้อนแฝงของการระเหย หรือการระเหิดเพื่อให้ได้สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนสูงและเกิดการแช่เยือกแข็งอย่างรวดเร็ว (กฤษณา, 2545) วิธีนี้สารคาร์บอนไดออกไซด์มีราคาสูง แต่เครื่องแช่เยือกแข็งประเภทนี้สามารถทำงานได้ต่อเนื่อง มีการสูญเสียน้ำหนักของสินค้าเพียงร้อยละ 0.5 เมื่อเปรียบเทียบกับการสูญเสียน้ำหนักของสินค้าร้อยละ 1-8 ในเครื่องแช่เยือกแข็งแบบเป่าลมเย็น และที่สำคัญกุ้งแต่ละตัวจะถูกแช่เยือกแข็งภายในเวลาเพียง 1-2 นาทีเท่านั้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการบรรจุเรียบร้อยแล้ว จะเก็บเข้าห้องเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า -18 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ประมาณร้อยละ 70 ทั้งต้องมีประตูห้องปิดสนิท

2.3.2 ภาชนะบรรจุที่ใช้บรรจุสินค้ากุ้งแช่แข็ง

การออกแบบโครงสร้างของภาชนะบรรจุเพื่อการจำหน่ายปลีกนั้น ต้องคำนึงถึงการเสื่อมเสียคุณภาพของกุ้งแช่แข็งในระหว่างการเก็บรักษาและขนส่งเป็นสำคัญ ได้แก่ ปัญหาสีซีดจาง เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของแอสตาแซนทิน(astaxanthin) โดยการเกิดปฏิกิริยาออกเดชัน ของไขมัน ทำให้เกิดกลิ่นหืน และการสูญเสียน้ำทำให้เนื้อสัมผัสร่วนแห้งหรือเหนียว รวมทั้งสีซีดจางลงด้วย บริเวณที่สูญเสียน้ำจนสีซีดหรือเป็นวงสีขาวๆ เรียกว่า freeze burn (Bak *et al*., 1999) โดยแอสตาแซนทินเป็นสารสี (pigment) ในกุ้งจะมีสีแดงเข้มขึ้นเมื่อได้รับความร้อน แต่ถูกออกซิไดส์ได้ง่ายในสภาพที่ปริมาณออกซิเจนเพียงพอและมีแสงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เมื่อแอสตาแซนทินถูกทำลาย สีของกุ้งจะซีดจางลง สำหรับไขมันในกุ้งซึ่งมีเพียงเล็กน้อย ประมาณร้อยละ 1.2 ส่วนใหญ่เป็นฟอสฟอไลพิดแบบไม่อิ่มตัว (unsaturated

phospholipids) และมักอยู่ใต้เปลือกกุ้ง เมื่อลอกเปลือกออก ไขมันจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้อย่างรวดเร็ว ทำให้กุ้งแช่แข็ง IQF ซึ่งมักปอกเปลือกออกเกิดกลิ่นหืนได้ง่าย (Bak *et al.,* 1999) นอกจากนี้กุ้งแช่แข็งแบบ IQF มีผลึกน้ำแข็งในเนื้อกุ้งขนาดเล็กมาก ทำให้สูญเสียน้ำได้ง่าย ซึ่งสังเกตได้จากเกล็ดน้ำแข็งที่สะสมในภาชนะบรรจุ (Poovarodom, 1989) พบว่าน้ำแข็งที่สะสมในภาชนะบรรจุเกิดจากการระเหิด (sublimation) ของผลึกน้ำแข็งในกุ้ง เนื่องจากมีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของกุ้งกับอุณหภูมิของอากาศรอบๆ ทำให้ความดันไอน้ำสมดุลที่ผิวกุ้งแตกต่างกับความดันไอน้ำในอากาศ รวมทั้งมีช่องว่างอากาศภายในภาชนะบรรจุอยู่ด้วย ความแตกต่างของอุณหภูมินี้มีสาเหตุจากความแปรปรวน หรือการขึ้นลงของอุณหภูมิ (temperature fluctuation) ที่เก็บรักษาและขนส่ง (Poovarodom, 1989) ยังพบด้วยว่าปริมาณน้ำแข็งที่สะสมในภาชนะบรรจุจะเพิ่มขึ้นตามแอมพลิจูดของการขึ้นลงของอุณหภูมิ ปริมาณช่องว่างอากาศภายในภาชนะบรรจุ และระยะเวลาการเก็บ นอกจากนี้ยังพบว่าเกล็ดน้ำแข็งจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อแอมพลิจูดมีค่ามากขึ้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ถูกนำมาใช้กำหนดวิธีการบรรจุ คุณลักษณะและสมบัติของภาชนะบรรจุกุ้งแช่แข็ง ได้ดังนี้

- ภาชนะบรรจุต้องทนทานต่ออุณหภูมิต่ำที่ -18 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่าได้ดี
- ภาชนะบรรจุต้องสามารถป้องกันการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนและไอน้ำได้ดี
- ภาชนะบรรจุควรป้องกันแสงได้
- ภาชนะบรรจุต้องปิดผนึกได้สนิท ป้องกันการผ่านเข้าออกของก๊าซ กลิ่นและไอน้ำได้ดี รวมทั้งป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์
- ภาชนะบรรจุต้องป้องกันน้ำและไขมันได้ดี
- ภาชนะบรรจุต้องมีสมบัติเชิงกลดี โดยเฉพาะทนทานต่อแรงทิ่มทะลุ (puncture resistance)
- ภาชนะบรรจุขนาดเหมาสม ลดช่องว่างอากาศภายในภาชนะบรรจุ
- ภาชนะบรรจุควรอำนวยความสะดวกให้ผู้บริโภค เช่น เปิด-ปิดได้ง่าย สามารถใช้ในการละลายน้ำแข็ง (thawing) ได้ และสามารถใช้กับไมโครเวฟได้
- วัสดุบรรจุควรเหมาะสมกับการพิมพ์และช่วยส่งเสริมการตลาดได้
- วัสดุบรรจุควรเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

การบรรจุกุ้งแช่แข็งเพื่อการจำหน่ายปลีกในสหภาพยุโรปและสหรัฐอเมริกา ได้ปรับเปลี่ยนจากอดีตมาก จากเดิมมีการใช้ถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์มยืด หรือถาดโฟมบรรจุในถุงพลาสติก ดังแสดงในภาพที่ 2-2 สืบเนื่องจากปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ทำให้การใช้ถาดโฟมลดน้อยลง ปัจจุบันรูปแบบการบรรจุที่นิยมมาก ได้แก่ ถุงพลาสติกทั้งแบบ pillow pouch, four-side seal pouch และ stand-up pouch หรือถุงตั้งได้ ดังแสดงในภาพที่ 2-3 และถาดพลาสติกขึ้นรูปแบบ thermoform ให้เหมาะสมกับการเรียงกุ้งอย่างเป็นระเบียบและสวยงาม

แล้วบรรจุในถุงอีกชั้นหนึ่ง ดังแสดงในภาพที่ 2-4 สำหรับกุ้งแช่แข็งแบบ IQF ที่ประเทศไทยส่งออกไปสหภาพยุโรปและสหรัฐอเมริกา ส่วนใหญ่จะบรรจุในถุงตั้งได้และนิยมกุ้งขนาดกลางถึงเล็ก น้ำหนักบรรจุ 100–500 กรัม ขนาดของกุ้งเหล่านี้จะกำหนดโดยจำนวนตัวต่อปอนด์ ขนาดที่นิยม คือ 100-200, 150-250, 200-300, 300-400 และ 400-500

ภาพที่ 2-2 การบรรจุกุ้งแช่แข็งด้วยถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์มยืด และถาดโฟมบรรจุในถุงพลาสติก

(ก)

(ข)

(ค)

ภาพที่ 2-3 การบรรจุกุ้งแช่แข็ง (ก) pillow pouch (ข) four-side seal pouch
(ค) stand-up pouch

ภาพที่ 2-4 การบรรจุกุ้งแช่แข็งด้วยถาดพลาสติก thermoform แล้วบรรจุในถุงพลาสติกอีกชั้นหนึ่ง

ถุงตั้งได้มีสมบัติเด่นทั้งเชิงเทคนิคการบรรจุและด้านการตลาด เป็นถุงที่มีความแข็งแรงเชิงกลสูง สามารถทนทานสภาวะการผลิต การขนส่ง และการใช้งานได้ดี โดยเฉพาะถุงที่ผลิตจากพลาสติกที่มีสมบัติเชิงกลสูง เช่น nylon และ PET เป็นต้น สามารถพิมพ์ภาพได้ทั้ง 2 ด้าน วางตั้งได้ สามารถสื่อสารข้อมูลให้กับผู้บริโภคได้ดี นอกจากนี้ยังเหมาะสมกับการติดซิปที่ปากถุง สะดวกในการเก็บอาหารส่วนที่บริโภคไม่หมด สร้างความโดดเด่นและแตกต่างให้สินค้าซึ่งเป็นประโยชน์ทางการตลาด นอกจากนี้ยังใช้วัสดุปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณสินค้าที่บรรจุ ซึ่งทำให้ต้นทุนการบรรจุโดยรวมของถุงตั้งได้ต่ำกว่าภาชนะบรรจุชนิดอื่นๆ ที่มีสมบัติเทียบเคียงกัน วัสดุที่นิยมใช้มากที่สุดในการผลิตถุงตั้งได้สำหรับบรรจุกุ้งแช่แข็งเพื่อการจำหน่ายปลีก คือ ฟิล์มพลาสติกหลายชั้น (multilayer film) ที่ได้จากการลามิเนต (lamination) ของฟิล์มพอลิอามีดหรือไนลอน (polyamide or nylon) กับพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น (Linear Low Density Polyethylene, LLDPE) ในอุตสาหกรรมการบรรจุจะใช้สัญลักษณ์ nylon/LLDPE ความหนาของฟิล์ม nylon ที่นิยมใช้ คือ 15 ไมโครเมตร สำหรับ LLDPE หนาตั้งแต่ 50-150 ไมโครเมตร

การเลือกวัสดุบรรจุสำหรับกุ้งแช่แข็งเพื่อการส่งออก นอกจากพิจารณาปัจจัยเชิงเทคนิคและด้านการตลาดแล้ว ยังต้องคำนึงข้อบังคับทางกฎหมายด้านความปลอดภัยด้วย ภาชนะบรรจุที่เลือกใช้จะต้องไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนของสารเคมีที่อาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และจะต้องไม่ทำให้คุณภาพของอาหารลดลง โดยเฉพาะคุณภาพด้านประสาทสัมผัส เช่น กลิ่น-รส เป็นต้น สหภาพยุโรปได้ประกาศคำสั่งฉบับแรก คือ Council Directive

76/893/EEC ว่าด้วยวัสดุและวัตถุที่ใช้สัมผัสกับอาหาร (materials and articles intended to come into contact with foodstuffs) โดยมีสาระสำคัญดังนี้

"วัสดุและวัตถุจะต้องผ่านกระบวนการผลิตที่สอดคล้องกับหลักปฏิบัติการผลิตที่ดี เมื่อนำมาใช้งานตามปกติหรือตามที่คาดไว้ วัสดุและวัตถุจะต้องไม่ถ่ายเทสารต่างๆ ที่มีอยู่ในวัสดุและวัตถุนั้นๆ ไปสู่อาหาร ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค หรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในอาหาร หรือทำให้คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของอาหารเสื่อมเสีย จนไม่เป็นที่ยอมรับ"

สหภาพยุโรปมีคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของพลาสติกที่สัมผัสอาหารหลายฉบับ และผู้ส่งออกกุ้งแช่แข็งควรต้องทราบ (งามทิพย์, 2550) พลาสติกที่ใช้สัมผัสอาหารจะต้องผลิตจากสารตั้งต้นที่อยู่ใน positive list เท่านั้น และเกิดไมเกรชัน (migration) หรือถ่ายเทองค์ประกอบไปสู่อาหารได้ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่อตารางเดซิเมตร นอกจากนี้สหภาพยุโรปยังห้ามการผลิตและนำเข้าพลาสติกที่ใช้สัมผัสอาหารที่ไม่เป็นไปตามคำสั่ง Commission Directive 2005/79/EC มีผลบังคับตั้งแต่วันที่ 19 พฤศจิกายน พ.ศ. 2550 เป็นต้นไป

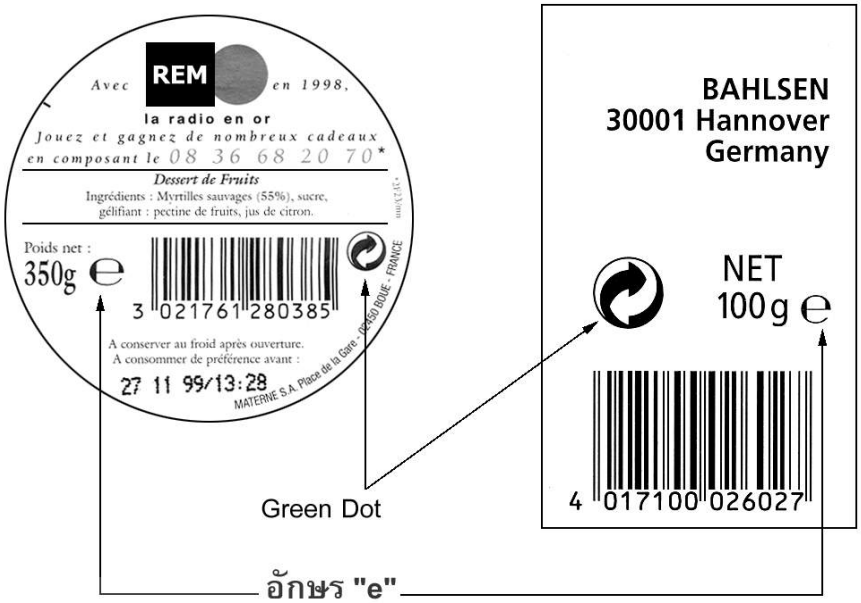
สหภาพยุโรปเข้มงวดกับการให้ข้อมูลของผลิตภัณฑ์บนภาชนะบรรจุหรือฉลาก แม้ว่ารายละเอียดเชิงข้อมูลจะแตกต่างกันไปบ้างในแต่ละประเทศ แต่ส่วนใหญ่มีสาระสำคัญที่เหมือนกัน ดังนี้

- ชื่อผลิตภัณฑ์ ต้องระบุว่าเป็นผลิตภัณฑ์แช่แข็งธรรมดาหรือแช่แข็งเย็นจัด รวมทั้งระบุว่าเป็นผลิตภัณฑ์ดิบหรือสุก รวมทั้งรายละเอียดของลักษณะกุ้ง เช่น เด็ดหัว ปอกเปลือก
- ส่วนผสมของอาหาร การมีการเติมน้ำเพื่อให้เป็นน้ำแข็งเคลือบที่ผิวของผลิตภัณฑ์ก็ไม่ต้องระบุ แต่ถ้าเป็นส่วนผสมอื่น เช่น เกลือ สี สารกันบูด ต้องระบุให้ชัดเจน
- น้ำหนักสุทธิ
- วันหมดอายุ
- สภาวะการเก็บรักษา โดยทั่วไปจะระบุอุณหภูมิในการเก็บรักษา ต่ำกว่า -18 องศาเซลเซียส ในบางกรณีอาจระบุระยะเวลาเก็บสูงสุดในสภาวะต่างๆ เพื่อเป็นข้อมูลเพิ่มเติมให้แก่ผู้บริโภค

สำหรับการระบุน้ำหนักสุทธิบนภาชนะบรรจุเพื่อการจำหน่ายปลีก สหภาพยุโรปมีคำสั่ง Council Directive 76/211/EEC กำหนดให้แสดงน้ำหนักบรรจุด้วย SI unit ขนาดตัวอักษร

ตั้งแต่ 6-2 มิลลิเมตร ขึ้นกับน้ำหนักบรรจุ และต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องน้ำหนักบรรจุอย่างเคร่งครัด สำหรับสินค้าที่มีน้ำหนักบรรจุได้มาตรฐานตามคำสั่งนี้ จะสามารถแสดงสัญลักษณ์ e ไว้หน้าหรือหลังตัวเลขแสดงน้ำหนักบรรจุ ดังแสดงในภาพที่ 5 โดยรายละเอียดขนาดและรูปร่างของสัญลักษณ์ e จะระบุไว้อย่างชัดเจนเพื่อให้เป็นรูปแบบเดียวกัน

ผู้ผลิตกุ้งแช่แข็งส่งออกไปสหภาพยุโรป ต้องเลือกใช้วัสดุและภาชนะบรรจุที่สอดคล้องกับข้อกำหนดต่างๆ ใน Directives รวมทั้งการออกแบบฉลากและการแสดงข้อมูลบนภาชนะบรรจุเพื่อการจำหน่ายปลีก (ภาพที่ 2-5) การพิมพ์บนภาชนะบรรจุ เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ผู้ผลิตกุ้งแช่แข็งต้องเลือกใช้ให้ถูกต้อง ปัจจุบันการพิมพ์ด้วยระบบ flexography สามารถใช้หมึกพิมพ์ประเภท alcohol base ได้ จึงไม่ต้องใช้ตัวทำละลาย toluene ซึ่งเป็นสารอันตราย มักก่อปัญหาเรื่องความปลอดภัยอาหารหากมีการปนเปื้อน และปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม



ภาพที่ 2-5 ตัวอย่างการแสดงสัญลักษณ์ e กำกับน้ำหนักบรรจุ ตาม Council Directive 76/211/EEC

ที่มา: งามทิพย์ (2550)

2.4 ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมจากกิจกรรมการผลิตโดยตลอดห่วงโซ่ผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็ง

2.4.1 ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมจากกิจกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้ง

ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมหลักที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้ง สามารถจำแนกได้ดังนี้

<u>ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการนำเข้าพ่อแม่พันธ์กุ้งขาวแวนนาไม</u>

พ่อแม่พันธุ์กุ้งขาวแวนนาไมต้องนำเข้าจากต่างประเทศ โดยจดทะเบียนจากกรมประมงและมีราคาที่สูงมาก ทำให้ต้องใช้เงินจำนวนมากในการจัดซื้อ ประกอบกับความต้องการลูกกุ้งขาวเพิ่มมากขึ้นจึงต้องนำพ่อแม่พันธุ์กุ้งมาเป็นจำนวนมาก ขณะเดียวกันพ่อแม่พันธุ์กุ้งเกิดความเสียหายระหว่างการขนส่ง 5-10 เปอร์เซ็นต์ต่อครั้ง แม่พันธุ์กุ้งสามารถให้ลูกกุ้งในปริมาณน้อย และมีอายุการให้ลูกกุ้งคุณภาพเพียงระยะเวลา 4-6 เดือนเท่านั้น ไข่กุ้งที่ได้มีอัตราการฟักเพียง 70-80 เปอร์เซ็นต์และมีอัตราการรอดเป็นกุ้งพีเพียง 50-60 เปอร์เซ็นต์ ประกอบกับประเทศไทยยังไม่สามารถพัฒนาสายพันธุ์กุ้งขาวแวนนาไมและผลิตจำหน่ายพ่อแม่พันธุ์ที่มีคุณภาพเองได้

<u>ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการใช้การใช้พลังงาน (เครื่องตีน้ำ)</u>

บ่อเลี้ยงกุ้งต้องการการให้อากาศจากภายนอก โดยเฉพาะเมื่อความต้องการออกซิเจนของกุ้งและตะกอนเกินความสามารถในการเติมออกซิเจนโดยธรรมชาติ จากกระบวนการสังเคราะห์แสงและการเปลี่ยนถ่ายน้ำในระหว่างการเลี้ยง ในบ่อเลี้ยงกุ้งแบบกึ่งหนาแน่นหรือหนาแน่น จึงมีการใช้เครื่องตีน้ำเพื่อช่วยรักษาปริมาณออกซิเจนให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง (Dalla Santa and Vinatea, 2007; Tunsutpanich *et al.,* 2006; Boyd, 1998) การใช้เครื่องตีน้ำมีความจำเป็นมากขึ้น หากลดการเปลี่ยนถ่ายน้ำเพื่อโอกาสการติดเชื้อจากน้ำภายนอก รวมทั้งลดมลภาวะทางน้ำในคลองรับน้ำเสีย (Delgado *et al.,* 2003) ในระบบการเลี้ยงกุ้ง การใช้เครื่องตีน้ำยังช่วยในการหมุนเวียนและผสมน้ำเพื่อไม่ให้เกิดการแยกชั้นของน้ำตลอดจนเป็นการลดการสะสมของตะกอนของเสียที่ก้นบ่อ (Boyd, 1998)

<u>ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ทรัพยากรปลา</u>

กิจกรรมการผลิตจากการเพาะเลี้ยงกุ้งใช้อาหารเม็ดที่ผลิตเพื่อการค้า เพื่อช่วยเร่งการเจริญเติบโต โดยการผลิตอาหารกุ้งนั้นมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญ คือ ปลาป่น ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึง 30-50 เปอร์เซ็นต์ จึงเป็นประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่อภิปรายกันอย่างกว้างขวางเกี่ยวข้องกับการนำเอาทรัพยากรปลาจากทะเลจำนวนมากเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปลาป่น

โดยการผลิตปลาป่น 1 กิโลกรัม ต้องใช้ปลาทะเลถึง 4 กิโลกรัม (Tacon, 2002; USDA, 2004; Mungkung, 2005) ทำให้เกิดข้อโต้แย้งว่าการเพาะเลี้ยงกุ้งเพื่อทดแทนปริมาณการผลิตของการประมงทะเลที่ลดลงนั้น ช่วยเพิ่มหรือลดปริมาณคลังปลาของโลก (Deutsch *et al.,* 2007) จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับอาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งที่ผ่านมา ได้มุ่งเน้นในเรื่องการหาทรัพยากรวัตถุดิบมาใช้ทดแทนปลาป่นเพื่อลดปริมาณความต้องการทรัพยากรปลาทะเล โดยจากการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่า สามารถนำแหล่งโปรตีนจากพืช ได้แก่ กากถั่วเหลือง (Lim and Dominy, 1990) หรือกากถั่วเหลืองที่สกัดน้ำมันออกน้ำมันร่วมกับผลิตภัณฑ์ข้างเคียงจากผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์ปีกชนิดแห้ง หรือเสริมด้วยเคย (krill meal) และใช้ร่วมกับ corn gluten meal (Davis and Arnold, 2000; Samocha *et al.,* 2004; Amaya *et al.,* 2007) นอกจากโปรตีนจากพืชยังพบอีกว่าสามารถใช้โปรตีนจากสัตว์ชนิดอื่นทดแทนได้ เช่น ผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์ปีกชนิดแห้งหรือใช้ร่วมกับกากถั่วเหลือง corn gluten meal และ corn fermented solubles (Amaya *et al.,* 2007) และ (Hernandez *et al.,* 2004) พบว่าสามารถใช้เครื่องในของปลาทูน่าร่วมกับข้าวโพดป่นเป็นสารทดแทนปลาป่นได้เช่นกัน

<u>ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการตกค้างสารเคมีและยาปฏิชีวนะ</u>

กิจกรรมการเพาะเลี้ยง มีการนำสารเคมีมาใช้เพื่อกำจัดพาหะ ควบคุมคุณภาพน้ำและป้องกันการเกิดโรคกุ้ง เป็นสำคัญ (GESAMP, 1997; Arthur *et al.,* 1996) โดย (Gräslund and Bengtsson, 2001) รายงานว่ามีการนำใช้สารเคมีอย่างน้อย 290 ชนิดมาใช้ในการเพาะเลี้ยงกุ้งในประเทศแถบเอเชีย ซึ่งพบว่ามีสารชนิดที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้ ซึ่งสอดคล้องกับ (Boyd and Tucker, 1998) รายงานว่าการเติมสารฆ่าเชื้อในน้ำ อาจส่งผลยับยั้งการเจริญเติบโตของแพลงตอนพืช ขัดขวางหน้าที่การทำงานของระบบนิเวศน์ของจุลินทรีย์ รวมทั้งการก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อพืชและสัตว์น้ำ นอกจากนี้การเติมกากชาในบ่อเพื่อกำจัดพาหะที่อาจนำมาซึ่งการติดเชื้อ ในปริมาณที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้ saponin ในกากชาออกฤทธิ์ทำลายสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในน้ำได้ รวมทั้งการเติมปูนธรรมชาติและปูนเผา ได้แก่ $CaCO_3$, $Ca(OH)_2$, CaO และ $CaMg(CO_3)_2$ เพื่อปรับค่าความเป็นกรดด่างของดินและน้ำในบ่อให้ได้ตามต้องการ สร้างสภาพสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของลูกกุ้ง อาจนำไปสู่การเกิดความเป็นพิษในน้ำได้หากใช้ในปริมาณเกินจำเป็นหรือเกิดการรั่วไหลสู่แหล่งน้ำ ในส่วนของผลกระทบจากการใช้สารเคมีต่อสุขภาพของมนุษย์ (Holmstörm *et al.,* 2003) รายงานว่ายาปฏิชีวนะถูกนำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงกุ้งเพื่อป้องกันและรักษาโรคอันเกิดจากแบคทีเรีย อย่างไรก็ตามมีความเข้าใจผิดในการนำไปใช้ในปริมาณที่มากเกินจำเป็น เพื่อเป็นการป้องกันการติดเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งอาจนำไปสู่การก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ได้ โดยเฉพาะประเภทที่มีการใช้รักษาโรคในมนุษย์ ได้แก่ tetracycline, oxytetrat-cycline, chlortetracyclin, ciprofloxacin, norflosacine, perfloxacine, chloramphinecol,

gentamycin, trimethoprim การใช้ยาปฏิชีวนะยังอาจมีผลทำให้เกิดการตกค้างของยาปฏิชีวนะในน้ำและตะกอน ซึ่งอาจนำไปสู่การพัฒนาการต่อต้านยาปฏิชีวนะของแบคทีเรียในสิ่งแวดล้อมได้และส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพได้ (Lee *et al.,* 2005; Costanzo *et al.,* 2005; Huys *et al.,* 2007) อย่างไรก็ตามปริมาณการตกค้างของยาปฏิชีวนะในสิ่งแวดล้อมขึ้นอยู่กับปริมาณที่สัตว์น้ำได้รับ ระยะเวลาที่ใช้ ขนาดที่ใช้ อัตราเมตาโบลิซึม การขับถ่ายของเสีย รวมทั้งการจัดการของเสียในบ่อ โดยได้มีการรวบรวมข้อมูลทาง pharmacokinetic ไว้ในฐานข้อมูล Phish-Phram (Reimschuessel *et al.,* 2005)

<u>ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับมลภาวะทางน้ำ</u>

น้ำทิ้งที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ น้ำทิ้งระหว่างการเลี้ยงและน้ำทิ้งระหว่างการเก็บเกี่ยวผลผลิต น้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนามีปริมาณสารแขวนลอยอยู่ในช่วง 11.6-251.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสฟอรัส 0.007-0.724 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนียไนโตรเจน 0.002-0.868 มิลลิกรัมต่อลิตร และบีโอดี 2.5-60.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (Musig *et al.,*1995) กรมควบคุมมลพิษ ได้ประเมินการปล่อยของเสียจากการเลี้ยงกุ้งในช่วงระหว่างการเลี้ยงและการจับกุ้งมีไนโตรเจนรวม 1,274 ตันต่อปี และ 7,643 ตันต่อปี ฟอสฟอรัสรวม 51 ตันต่อปี และ 418 ตันต่อปี บีโอดี 4,675 ตันต่อปี และ 9,545 ตันต่อปี ตามลำดับ ในการเลี้ยงกุ้งทะเลหนาแน่นสูงขึ้นทำให้น้ำทิ้งมีสารอินทรีย์เพิ่มสูงขึ้นด้วย (สิริและจำลอง, 2536) และสามารถเพิ่มสารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำธรรมชาติให้สูงขึ้นด้วย (ยงยุทธและคณิต, 2537) เช่น คลองท่าชัก จังหวัดนครศรีธรรมราช มีปริมาณแอมโมเนียรวมเฉลี่ย 0.38 มิลลิกรัมต่อลิตร และคลองปากระวะ-ท่าเข็น และทะเลสาบสงขลา บริเวณอำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา มีค่าความเข้มข้นของสารประกอบไนโตรเจน และฟอสฟอรัสสูงกว่าแหล่งน้ำอื่น และแหล่งน้ำส่วนใหญ่มีสัดส่วนของไนโตรเจนอินทรีย์สูง (63-91 เปอร์เซ็นต์) กว่าอนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ (9.2-36.6 เปอร์เซ็นต์) ส่วนฟอสฟอรัสละลายน้ำ 68-93 เปอร์เซ็นต์ (นิคมและคณะ, 2542) เป็นต้น ส่วนตะกอนดินพื้นบ่อหลังการเก็บเกี่ยวมีการสะสมสารประกอบไนโตรเจนแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท และไนโตรเจนรวมในตะกอนเฉลี่ย 19.35-50.10, 0.12-0.21, 0.44-0.77 และ 837-1,615 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ดุสิตและคณะ, 2537; ดุสิตและคณะ, 2536) ส่งผลต่อคลองส่งน้ำและคลองน้ำทิ้ง โดยมีระดับของผลกระทบจะลดลงบริเวณแนวชายฝั่ง ส่วนบริเวณ 500 และ 1,000 เมตร จากฝั่งได้รับผลกระทบต่ำที่สุด โดยมีปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เฉลี่ยเท่ากับ 6.97, 2.04, 0.77 และ 0.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ชนินทร์และบริสุทธิ์, 2541)

การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Penaeus vannamei)* ที่ความหนาแน่น 70,000 ตัวต่อไร่ มีคุณภาพน้ำทิ้งของค่าความเป็นกรด-ด่าง แอมโมเนีย ไนไตรท์ และอัลคาไลน์ ดีกว่าความ

หนาแน่น 100,000 ตัวต่อไร่ (สามารถและบุญชัย, 2548) กล่าวคือ น้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งที่ความหนาแน่นสูงขึ้นคุณภาพน้ำทิ้งยิ่งต่ำลง (ลิลาและสมถวิล, 2549) หรือน้ำทิ้งในบ่อขนาด 1 แฮกแตร์ ให้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส อินทรีย์สาร ของแข็งทั้งหมด และสารแขวนลอยทั้งหมด 43, 5, 9, 40 และ 3.6 ตัน ตามลำดับ สู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ส่วนในดินตะกอนประกอบไนโตรเจนรวมและฟอสฟอรัสรวมร้อยละ 74 และ 78 ตามลำดับ (Yi *et al.,* 2004) ดังนั้นในการผลิตกุ้งขาวแวนนาไม 1 ตัน ให้น้ำเสียที่มีสารอินทรีย์ปะปนอยู่ 1,250 กิโลกรัม สารประกอบไนโตรเจน 87 กิโลกรัม และฟอสฟอรัส 28 กิโลกรัม (Tookwinas, 1996; ดุสิตและคณะ, 2536) โดยที่แหล่งไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่เข้าสู่บ่อกุ้งมาจากอาหารเป็นหลักถึง 78-84 และ 51-55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Funge-Smith and Briggs, 1998; Taparhudee, 2003) ไนโตรเจนอยู่ในรูปของเนื้อกุ้ง ประมาณ 22 เปอร์เซ็นต์ ตะกอนเลน 14 เปอร์เซ็นต์ และอยู่ในน้ำทิ้ง 57 เปอร์เซ็นต์ มีเพียง 3 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้นที่ระเหยสู่อากาศ (Jackson *et al.,* 2003)

นอกจากประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังมีการศึกษาดัชนีชี้วัดความยั่งยืนในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เพื่อนำไปสู่การรักษาแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์น้ำและการอนุรักษ์นิเวศวิทยาทางทะเล เพื่อประโยชน์ของการขยายพันธุ์สัตว์น้ำในปัจจุบันและสืบเนื่องต่อไปยังอนาคต รวมถึงการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมและการยอมรับของสังคม (NACA/FAO, 2000) โดยแนวความคิดของการพัฒนาความยั่งยืนได้มีการพัฒนาตัวชี้วัดเชิงปริมาณออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านนิเวศวิทยา สังคม และเศรษฐศาสตร์ อย่างไรก็ตามการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีดัชนีชี้วัดความยั่งยืนนับร้อย ที่สามารถบอกถึงแนวโน้มความสามารถและศักยภาพของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งสามารถสรุปประเด็นหลักได้ ดังนี้

ดัชนีชี้วัดความยั่งยืนทางด้านนิเวศวิทยา ประเด็นหลักทางสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงกุ้ง ได้แก่ ปัญหามลภาวะทางน้ำ ซึ่งหมายถึงปรากฏการณ์ที่ทำให้น้ำเปลี่ยนสี (eutrophication) การแพร่ความเค็มในน้ำจืด (salinization of freshwater) และการแพร่ระบาดของโรคสัตว์น้ำ (spread of aquatic animal disease) ปัญหาการแย่งชิงทรัพยากรน้ำ พลังงาน และ ปลาป่น รวมทั้งปัญหาผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพจากการหลุดรอดของกุ้งชนิดพันธุ์ต่างถิ่น (non-native species) ตลอดจนผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อโครงสร้างและหน้าที่ของระบบนิเวศน์ เช่น จากป่าชายเลนเป็นบ่อกุ้ง (Boyd, 2003; Lebel *et al.,* 2002) โดยคุณลักษณะมลภาวะทางน้ำ สามารถวัดได้จากปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำของแข็งแขวนลอยในน้ำและธาตุอาหาร รวมทั้งดัชนีชี้วัดทางชีวภาพ เช่น ปริมาณไนโตรเจนในเนื้อเยื่อ อัตราส่วนไอโซโทปที่คงที่ของไนโตรเจน และกรดอะมิโนของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในระบบนิเวศน์ เช่น หญ้าทะเล พืชจำพวกโกงกาง และสาหร่ายขนาดใหญ่ (Anon, 2005; Jackson *et al.,* 2003; Jones *et al.,* 2001) ตัวอย่างดัชนีชี้วัดการแย่งชิงทรัพยากร ได้แก่

ปริมาณทรัพยากรและพลังงานที่ใช้ต่อหน่วยการผลิต การผลิตอาหารจากทรัพยากรที่ยั่งยืน อัตราแลกเนื้อ และปริมาณธาตุอาหาร ส่วนผลกระทบต่อความหลากหลายด้านชีวภาพ วัดโดยใช้เปอร์เซ็นต์การผลิตที่ประกอบด้วยความหลากหลายของชนิดพันธุ์ทั้งที่เป็นพันธุ์ท้องถิ่นและพันธุ์ต่างถิ่น จำนวนพันธุ์พืชและพันธุ์สัตว์ในพื้นที่ฟาร์ม การเพาะเลี้ยงหลากชนิด (polyculture) และการบันทึกจำนวนเปอร์เซ็นต์ของสัตว์ที่หลุดรอด นอกจากนี้ยังพิจารณาถึงเรื่องจำนวนโรคระบาดในพันธุ์ปลา และจำนวนฟาร์มที่เกิดโรคระบาดกับโปรแกรมการควบคุมและติดตามตรวจสอบ การใช้พื้นที่ก็เป็นดัชนีชี้วัดหนึ่งที่สำคัญในการประเมิน แต่การพัฒนาดัชนีชี้วัดทางด้านนี้ยังคงอยู่ในช่วงของการพัฒนา โดยตัวชี้วัดที่ง่ายที่สุด มักมีพื้นฐานมาจากเรื่องการใช้พื้นที่และเวลาที่ใช้ (Antón *et al.,* 2007) ซึ่งดัชนีชี้วัดเหล่านี้ไม่ได้ถือว่าเป็นตัวบ่งบอกคุณภาพพื้นที่ อย่างไรก็ตามได้มีการพัฒนาวิธีการเพื่อพิจารณาการย่อยสลายของดิน การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพและความอุดมสมบูรณ์เพิ่มเติมด้วย (Koellner, 2000; Weidema & Lindeijer, 2001)

ดัชนีชี้วัดความยั่งยืนทางด้านสังคม ความยั่งยืนทางด้านสังคมจากมุมมองของชุมชนท้องถิ่นมักหมายความถึง ภาวะการจ้างงานและความมั่นคงของวิถีการดำเนินชีวิต ขณะที่มุมมองของผู้บริโภคจะหมายถึง คุณภาพของผลิตภัณฑ์และการยอมรับของสาธารณะชนในเรื่องกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ วิถีการดำเนินชีวิตที่ยั่งยืนที่จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อสามารถจัดการและฟื้นฟูภายหลังภาวะเครียดจากการเกิดโรคระบาด หรือการขึ้นลงของราคา เป็นต้น ส่วนคุณภาพของวิถีการดำเนินชีวิตในเขตชายฝั่ง ขึ้นกับการรักษาคุณภาพทางนิเวศวิทยาที่นำไปสู่ความยั่งยืนของระบบนิเวศน์ การมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นจะช่วยลดความขัดแย้งของผู้มีส่วนได้เสียจากกิจกรรมการเพาะเลี้ยงได้ ดัชนีชี้วัดความยั่งยืนทางด้านสังคม ทำเป็นตัวเลขได้ค่อนข้างยาก แต่สามารถบ่งบอกได้ในลักษณะคุณภาพมากกว่า เช่น ผลทางเศรษฐสังคมต่อชุมชนท้องถิ่น อายุ เพศ และระดับการศึกษาของคนที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้ง เช่น ร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองระบบรับรองด้านคุณภาพ และความยอมรับด้านของสังคม เป็นต้น

ดัชนีชี้วัดความยั่งยืนทางด้านเศรษฐศาสตร์ ดัชนีชี้วัดทางเศรษฐศาสตร์สำหรับระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มักเกี่ยวข้องกับการรักษาสภาพรายได้ของฟาร์มให้อยู่ในระดับที่มั่นคง ความหลากหลายของหน้าที่ระบบการเพาะเพาะเลี้ยง ผู้ที่มีส่วนร่วมในองค์กรและหุ้นส่วนทางธุรกิจ การสนองตอบต่อความต้องการผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำอย่างต่อเนื่อง มูลค่าการผลิต ปริมาณการผลิต เปอร์เซ็นต์รายได้จากการขายสินค้าและบริการ ต้นทุนการผลิตอันเนื่องมาจากการใช้พลังงาน การจัดการสิ่งแวดล้อม และการบริหารจัดการบุคลากรที่เกี่ยวข้อง ผลกำไรของ

ผู้ประกอบการ ศักยภาพของการผลิตต่อหน่วยแรงงาน และการบริหารจัดการการใช้อาหารอย่างมีประสิทธิภาพ

2.4.2 ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยอาหารจากกิจกรรมการแปรรูปกุ้ง

จากการศึกษาวิจัยก่อนหน้านี้พบว่า มีการรายงานประเด็นปัญหาหลักด้านสิ่งแวดล้อม คือ การใช้น้ำในกระบวนการแปรรูปและคุณลักษณะของน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปกุ้ง มีค่าของสารอินทรีย์สูง นอกจากนี้ยังมีการจำแนกปัญหาวัสดุเศษเหลือจากกระบวนการผลิต ดังนี้

Sachindra *et al.*, (2006) รายงานว่ามีวัสดุเศษเหลือจากกระบวนการผลิตกุ้งแช่แข็ง มีของเสียที่เป็นของแข็ง คือ ส่วนของหัวและเปลือก โดยพบว่าส่วนของวัสดุเศษเหลือที่เป็นของแข็งมีปริมาณ 48-56 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักกุ้งสด และในรอบปีจะมีการปลดปล่อยวัสดุเศษเหลือในรูปของแข็งประมาณ 1-3 แสนตันต่อปี องค์ประกอบของวัสดุเศษเหลือจากกระบวนการผลิตกุ้งแช่แข็งประกอบด้วยโปรตีน 35-50 เปอร์เซ็นต์ ไคติน 15-25 เปอร์เซ็นต์ และคาโรทีนอยด์ 10-15 เปอร์เซ็นต์ ของเสียนี้จัดเป็นมลพิษทางด้านสิ่งแวดล้อม เพราะเมื่อเน่าเสียจะก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น

Islam *et al.,* (2004) รายงานว่าในกระบวนการผลิตกุ้งแช่แข็งมีการใช้น้ำจำนวนมาก และทำให้เกิดน้ำทิ้งจำนวนมาก น้ำทิ้งจากกระบวนการแปรรูปกุ้ง คุณลักษณะของน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปกุ้ง มีค่าของสารอินทรีย์ในรูป BOD และ COD ไขมัน และสารแขวนลอยที่สูง การปล่อยน้ำทิ้งจากกระบวนการแปรรูปกุ้งออกสู่สิ่งแวดล้อมจะก่อให้เกิดมลพิษ อุตสาหกรรมกุ้งมีน้ำทิ้งประมาณ 400-750 ลิตรต่อวัน โดยมี ค่า BOD ในช่วง 720-2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร COD ในช่วง 1,200-3,300 มิลลิกรัมต่อลิตร และไขมัน ในช่วง 250-700 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้น จึงควรพิจารณาประเด็นการบำบัดและนำน้ำจากกระบวนการผลิตมาใช้ใหม่ เพื่อลดปริมาณน้ำเสียและต้องควบคุมคุณภาพของน้ำทางด้านจุลชีววิทยาที่ดีของผลิตภัณฑ์ด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ (Casani *et al.,* 2006) ที่รายงานว่า การนำน้ำในบางกระบวนการผลิตกลับมาใช้ใหม่ โดยใช้มาตรฐาน HACCP ยังคงคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาที่ดีของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้มีการแนะนำว่าน้ำเสียจากกระบวนการแปรรูปกุ้ง สามารถบำบัดด้วยระบบ wetland (Cardoch *et al.,* 2000)

ในส่วนของการลดมลภาวะทางสิ่งแวดล้อม มีการศึกษาการนำวัสดุเศษเหลือจากกระบวนการผลิตไปใช้ประโยชน์ เช่น การนำวัสดุเศษเหลือจำพวกเปลือกกุ้งและหัวกุ้งไปผลิตเป็นอาหารกุ้งและไคโตแซน การใช้วัสดุเศษเหลือจากกระบวนการผลิตกุ้งแช่แข็ง เช่น หัวและเปลือกลำตัวกุ้ง ไปสกัดสารแคโรทีนอยด์ด้วยตัวทำละลายเฮกเซน สามารถสกัดสารแคโรทีนอยด์ได้ 43.9 ไมโครกรัมต่อกรัม วัสดุเศษเหลือ (Sachindra *et al.,* 2006)

นอกจากนี้ประเทศไทยได้ให้ความสำคัญในเรื่องความปลอดภัยอาหาร โดยสินค้าที่จะทำการส่งออกจะต้องมีการส่งตัวอย่างสินค้าไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้องก่อนที่จะทำการส่งออกทุกครั้ง เพื่อทำการตรวจเชื้อโรค ยาฆ่าแมลง และสารตกค้างต่างๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐานสินค้าหรือตามมาตรฐานของประเทศคู่ค้า อุตสาหกรรมกุ้งแช่เย็นและแช่แข็งก็ยังมีการดำเนินการตามขั้นตอนกฎระเบียบและมาตรฐานสินค้าในระดับนานาชาติ เช่น HACCP CODEX GMP และ ISO ด้วย มาตรฐาน HACCP เป็นมาตรฐานที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมคุณภาพของสินค้าจากอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารทะเล (Cormier *et al.,* 2007) การประยุกต์ใช้ระบบการควบคุมคุณภาพสินค้าด้วย มาตรฐาน HACCP ในอุตสาหกรรมกุ้งแช่แข็งแบบแยกเป็นตัว หรือ IQF (Individual Quick Freezing) ให้คุณภาพกุ้งที่ดีและสม่ำเสมอ โดยพบว่า 96 เปอร์เซ็นต์ ของกุ้งแช่แข็งตรวจพบแบคทีเรียในระดับที่ต่ำกว่า 106 โคโลนีฟอร์มยูนิตต่อกรัมตัวอย่าง มีคุณภาพทางแบคทีเรียที่ดี (Mohamed Hatha *et al.,* 1998) การวิเคราะห์อันตรายจุดควบคุมวิกฤตในอุตสาหกรรมกุ้งตามมาตรฐาน HACCP ซึ่งประกอบด้วย การตรวจสอบการปนเปื้อนของยาปฏิชีวนะ แหล่งที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ แนวโน้มในการดำรงอยู่และเพิ่มจำนวนของแบคทีเรีย การป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรคและสารพิษในวัตถุดิบ (Tookwinas and Keerativiriyaporn, 2004) จากการตรวจสอบคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาของกุ้งแช่เยือกแข็งส่งออกที่ผลิตด้วยมาตรฐาน HACCP พบว่า ผลิตภัณฑ์กุ้งแช่เยือกแข็งส่งออกมีการควบคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาที่ดี (Mohamed Hatha *et al.,* 2003)

2.4.3 ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมจากภาชนะบรรจุที่ใช้บรรจุสินค้ากุ้ง

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตวัสดุภาชนะบรรจุพลาสติก เพื่อนำมาใช้ในการผลิตถุงตั้งได้นั้น สามารถแบ่งได้เป็นประเด็นหลัก คือ พลังงานที่ใช้ในการผลิตวัสดุภาชนะบรรจุ การเปลี่ยนสภาพภูมิอากาศ และก่อให้เกิดขยะมูลฝอยหลังการใช้งาน

<u>การใช้พลังงานในการผลิตวัสดุภาชนะบรรจุ</u>

การใช้พลังงานในการผลิตวัสดุภาชนะบรรจุ นอกจากแปรผันตามวิวัฒนาการทางเทคโนโลยีของกระบวนการผลิตวัสดุแต่ละประเภทแล้ว ยังแปรผันตามประเภทของพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตที่ออกแบบด้วย เช่น การผลิตวัสดุภาชนะบรรจุจากวัตถุดิบใหม่จะใช้พลังงาน แต่ถ้านำวัสดุภาชนะบรรจุที่ใช้แล้วมาหลอมละลายผลิตใหม่ จะใช้พลังงานลดลงจากที่ใช้ในการผลิตวัสดุใหม่หลายเท่า (กรมควบคุมมลพิษ, 2544) โดยพบว่า การใช้พลังงานในการผลิตวัสดุพลาสติกโดยทั่วไปประมาณ 70 กิกะจูลต่อตัน ซึ่งนับว่าเป็นค่าที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตวัสดุบรรจุภัณฑ์อื่นๆ นอกจากนี้ ปริมาณการใช้พลังงานยังสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ขณะที่การผลิตเม็ดพลาสติกเพื่อนำมาใช้ในการผลิตพลาสติก

LLDPE นั้นพบว่า มีการใช้พลังงานสูง 97.6 กิกะจูลต่อตัน (Hekkert *et al.,* 2000) ซึ่งถือว่าเป็นชนิดพลาสติกที่มีการใช้พลังงานสูงเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุพลาสติกชนิดอื่น

<u>การปลดปล่อยอากาศเสีย</u>

กระบวนการผลิตภาชนะบรรจุมีการปลดปล่อยมลภาวะทางอากาศ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ตัวอย่างเช่น การผลิตวัสดุพลาสติกมีการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มาก รองจากการผลิตอะลูมิเนียม (กรมควบคุมมลพิษ, 2544) ซึ่งก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์นับเป็นก๊าซชนิดหนึ่งที่สามารถส่งผลทำให้เกิดภาวะโลกร้อน นอกจากนี้ปริมาณการใช้พลังงาน ยังสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการขนส่งอีกด้วย โดยในประเทศสหภาพยุโรปมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากกระบวนการขนส่งบรรจุภัณฑ์สูงถึง 29 เมกกะตันต่อปี (Hekkert *et al.,* 2000)

<u>ขยะมูลฝอย</u>

ภาชนะบรรจุที่เกิดขึ้นหลังการใช้งานแล้วได้ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม ปี พ.ศ. 2548 ประเทศไทยมีขยะมูลฝอยทั้งหมด 14.3 ล้านตัน ในส่วนนี้เป็นของเสียภาชนะบรรจุ 3.4 ล้านตัน (กรมควมคุมมลพิษ, 2549) ขยะมูลฝอยจากภาชนะบรรจุก่อให้เกิดปัญหาในการกำจัด เนื่องจากปัญหาการจัดหาพื้นที่ในการฝังกลบ ในขณะเดียวกันการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการกำจัดขยะต้องใช้การลงทุนที่สูง (Hearn and Ballard, 2005) นอกจากนี้ปัญหาการย่อยสลายยากของขยะมูลฝอยประเภทพลาสติก ได้กลายเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ (Ross and Evans, 2003) เช่น ประเทศไต้หวันปัญหาเรื่องขยะมูลฝอยที่มีมาจากภาชนะบรรจุ โดยเฉพาะขยะมูลฝอยจากภาชนะบรรจุพลาสติกมากถึง 105,000 ตันต่อปี (Jeffrey *et al.,* 2004) จึงทำให้ภาครัฐตระหนักถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จึงมีการรณรงค์ให้มีการลดการใช้ภาชนะบรรจุพลาสติกและใช้ภาชนะบรรจุชนิดอื่นที่สามารถย่อยสลายได้ง่ายตามธรรมชาติ ซึ่งจะช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดผลกระทบปรากฏการณ์เรือนกระจก

อย่างไรก็ตาม รูปแบบภาชนะบรรจุถุงตั้งได้ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อบรรจุสินค้ากุ้งในปัจจุบันนั้น สามารถลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ถึง 70-90 เปอร์เซ็นต์ (บุษกร, 2548) ทั้งโดยน้ำหนักและมูลค่า โดยสามารถช่วยลดค่าขนส่งและลดปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง เนื่องจากใช้พื้นที่ในการเก็บน้อยและสามารถขนส่งต่อหน่วยได้ปริมาณมาก จึงทำให้เป็นการช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ

2.4.4 ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการขนส่งผลิตภัณฑ์ไปยังผู้บริโภค

การขนส่งผลิตภัณฑ์กุ้งไปยังผู้บริโภคในต่างประเทศนั้นพบว่า ใช้การขนส่งทางเรือเป็นหลัก โดยการขนส่งทางเรือพบว่าอาจก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศที่อาจส่งผลให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพอากาศ สุขภาพมนุษย์ และผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้งในระดับท้องถิ่น ภูมิภาค และระดับโลก ซึ่งจะแปรผันกับขนาดเรือ ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ระยะทางในการขนส่ง จากผลการศึกษาโมเดลที่ศึกษาการใช้พลังงานและการปล่อยมลพิษทางอากาศจากการเดินเรือในบริเวณอเมริกาเหนือ พบว่า เรือจำนวน 172,000 ลำ จากท่าเรือในบริเวณนี้ มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงถึง 47 ล้านตัน และมีการปลดปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ปริมาณ 2.4 ล้านตัน (Wang *et al.,* 2007) โดยสาเหตุหลักเกิดจากการปล่อยการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ใน เครื่อง boiler ที่ใช้ในผลิตไอน้ำ และ gas turbines รวมทั้งการใช้พลังงานผ่านระบบทำความเย็นเพื่อป้องการการสูญเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการขนส่ง นอกจากนี้ ยังมีการใช้พลังงานเพื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในคลังสินค้าบริเวณท่าเรือก่อนการรอขนส่งแจกจ่ายผลิตภัณฑ์ ซึ่งปริมาณการใช้พลังงานในแต่ละคลังสินค้านั้นอาจแปรผันตามชนิดและขนาดของคลังสินค้า (Estrada-Flores and Andrew, 2006)

2.5 การจัดการสิ่งแวดล้อมโดยตลอดห่วงโซ่ผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็ง

การจัดการสิ่งแวดล้อม ที่เกี่ยวข้องกับห่วงโซ่การผลิตผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งในปัจจุบัน มีกรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งถือเป็นหน่วยงานรับผิดชอบหลัก โดยทำการวางนโยบายด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ สืบเนื่องมาจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ โดยเป็นการกำหนดแผนการผลิต เพื่อเป้าหมายทางเศรษฐกิจเป็นหลัก ตลอดจนเป็นหน่วยงานของรัฐที่ทำการศึกษา ค้นคว้า สำรวจ วิจัย วิเคราะห์ ทดลอง ด้านวิชาการทุกสาขาวิชาการของประมง ตลอดจนทำการส่งเสริมสนับสนุนและพัฒนาอาชีพที่เกี่ยวกับการประมงของประเทศให้เจริญก้าวหน้าต่อไปในอนาคต รวมทั้งการจัดการเชิงสิ่งแวดล้อมด้วย นอกจากนี้ ยังมีหน่วยงานอื่นๆ ที่มีบทบาทในการจัดการสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เช่น กรมป่าไม้ และกรมพัฒนาที่ดิน (ตารางที่ 2-2)

ตารางที่ 2-2 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการสิ่งแวดล้อมของกิจกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้ง

หน่วยงาน		หน้าที่รับผิดชอบ
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	ภาพรวมเชิงนโยบายของแผนและการจัดการสิ่งแวดล้อมของทุกกิจกรรมที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบสิ่งแวดล้อม
	กรมป่าไม้	จำแนกพื้นที่ที่เหมาะสมของกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
	กรมพัฒนาที่ดิน	
	กรมควบคุมมลพิษ	กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์	กรมประมง	นโยบายด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ด้านการผลิต การควบคุมกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ รวมทั้งการจัดการเชิงสิ่งแวดล้อม
	กรมปศุสัตว์	การควบคุมคุณภาพของอาหารที่ใช้ คุณภาพและการใช้สารเคมีและยา
กระทรวงสาธารณสุข	กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์	การตรวจสอบการปนเปื้อนของยาและสารเคมีในเนื้อสัตว์
กระทรวงอุตสาหกรรม	กรมโรงงาน	การควบคุมการผลิต การนำเข้าและส่งออกของสารอันตราย รวมทั้งสารอันตรายที่ใช้ในกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

หมายเหตุ: หน่วยงานย่อยของกรมประมงที่ทำหน้าที่ในการจัดการสิ่งแวดล้อมของกิจกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้ง ได้แก่

- กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ ทำหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำก่อนการส่งออก โดยการออกใบรับรองด้านคุณภาพเชิงสุขอนามัย
- กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ ทำหน้าที่พัฒนาเทคโนโลยีการผลิตหลังจับ
- สำนักบริหารและจัดการด้านการประมง ทำหน้าที่ออกกฎหมายและข้อกำหนดในการควบคุมและจัดการกิจกรรมการเพาะเลี้ยง

- สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง ทำหน้าที่พัฒนาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยง และตรวจสอบกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำให้สอดคล้องตามมาตรฐานด้านสุขอนามัยและสิ่งแวดล้อม
- สำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมง ทำหน้าที่พัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมงสู่เกษตรกร

2.5.1 การจัดการสิ่งแวดล้อมในระดับฟาร์ม

สำหรับมาตรการด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่เป็นรูปธรรมในประเทศไทย มุ่งเน้นส่วนของการผลิตที่ฟาร์มโดยครอบคลุมตั้งแต่ แหล่งที่มาของพ่อแม่พันธุ์ คุณภาพลูกกุ้ง คุณภาพอาหารที่ใช้เลี้ยง การใช้ยาและสารเคมี รวมทั้งระบบการรับรองด้านการควบคุมคุณภาพด้านความปลอดภัยอาหารและการจัดการสิ่งแวดล้อม ดังนี้

<u>การประเมินที่ตั้งของฟาร์ม</u>

กรมประมง มีการดำเนินการลงทะเบียนฟาร์ม เพื่อกำหนดพื้นที่เลี้ยงในพื้นที่ที่อาจก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม เช่น ป่าชายเลน โดยใช้ระเบียบกรมประมงว่าด้วยการขึ้นทะเบียนเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และผู้ประกอบการด้านการประมง ซึ่งเป็นเกณฑ์หนึ่งในข้อกำหนด CoC (กรมประมง, 2546)

<u>การควบคุมคุณภาพของพ่อแม่พันธุ์</u>

กรมประมง มีการดำเนินการควบคุมคุณภาพของพ่อแม่พันธุ์ โดยการรับรองแหล่งพ่อแม่ พันธุ์ที่ปลอดโรค เพื่อจำแนกรายชื่อโรงเพาะฟักที่สามารถนำเข้าพ่อแม่พันธุ์สู่ประเทศได้ และรายชื่อฟาร์มที่ผ่านการลงทะเบียนรับรองโดยอาศัยระเบียบกรมประมง ว่าด้วยการนำเข้าและการขึ้นทะเบียนฟาร์มเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม เพื่อการเพาะพันธุ์และปรับปรุงสายพันธุ์ พ.ศ. 2547 (สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล, 2550)

<u>การควบคุมคุณภาพของลูกกุ้ง</u>

กรมประมง มีการดำเนินการตรวจรับรองคุณภาพลูกกุ้ง โดยใช้เครื่องมือการตรวจสอบไวรัส PCR เพื่อให้แน่ใจว่าปลอดเชื้อก่อนปล่อยสู่บ่อเลี้ยง (สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล, 2550)

<u>การควบคุมคุณภาพของอาหาร</u>

กรมประมง มีการดำเนินการตรวจรับรองคุณภาพอาหารกุ้งที่วางขายในท้องตลาด โดยมีการตรวจสอบปริมาณสารอาหารว่าเพียงพอต่อความต้องการในการเจริญเติบโตของกุ้ง (สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด, 2550)

.

<u>การควบคุมการใช้สารเคมีและยา</u>

กรมประมง มีการดำเนินการเพื่อควบคุมการใช้ยาและสารเคมี โดยมีการกำหนดรายชื่อวัตถุอันตรายในกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเลี้ยงกุ้ง ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของกรมประมง (สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล, 2550)

<u>การกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง</u>

กรมควบคุมมลพิษ มีการดำเนินการเพื่อลดผลกระทบทางมลภาวะทางน้ำจากกิจกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง โดยการกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง แสดงในตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

พารามิเตอร์	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุด	วิธีวิเคราะห์
1) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	6.5 - 9.0	เครื่อง pH-meter แบบ electrometric
2) บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD)	มก./ล.	20	วิธี azide modification ที่ 20 องศาเซลเซียส เวลา 5 วัน โดยใช้ synthetic seawater
3) สารแขวนลอย (Suspended Solid, SS)	มก./ล.	70	กรองผ่านแผ่นกรองใยแก้วขนาดตากรอง 1.2 ไมโครเมตร
4) แอมโมเนีย (NH_3-N)	มก.ไนโตรเจน/ล.	1.1	วิธี modified idophenol blue
5) ฟอสฟอรัสรวม (Total Phosphorus, TP)	มก.ฟอสฟอรัส/ล.	0.4	วิธี ascorbic acid
6) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S)	มก./ล.	0.01	วิธี methylene blue
7) ไนโตรเจนรวม (Total Nitrogen, TN) คือ ผลรวมของ ก) ไนโตรเจนละลาย (Total Dissolved Nitrogen, TDN) ข) ไนโตรเจนแขวนลอย (Particulate Nitrogen, PN)	มก.ไนโตรเจน/ล.	4.0	ก) วิธี persulfate digestion ข) ตะกอนแขวนลอยบนแผ่นกรองใยแก้วขนาดตากรอง 0.7 ไมโครเมตร และวิเคราะห์ด้วย nitrogen analyzer

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2547)

<u>ระบบรับรองการจัดการสิ่งแวดล้อม (GAP และ CoC)</u>

กรมประมง ได้พัฒนาระบบการรับรองการจัดการสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยด้านอาหาร (Code of Conduct for Responsible Shrimp Aquaculture: CoC และ Good Aquaculture Practice: GAP) เพื่อช่วยเป็นแนวทางให้เกิดการยกมาตรฐานระบบการผลิตเพื่อรักษาคุณภาพการส่งออกสินค้าโดยเฉพาะกุ้ง โดยอาศัยแนวทางจากมาตรฐานที่สอดคล้องกับแนวทางการปฏิบัติที่ FAO ได้กำหนดไว้อย่างกว้างๆ ในบทบัญญัติของการทำการประมงอย่างรับผิดชอบ ในบทบัญญัติที่ 9 (Code of Conduct for Responsible Fisheries ใน Article 9) ว่าด้วยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ พิจารณาร่วมกับเกณฑ์สิ่งแวดล้อมของระบบการรับรองพัฒนาโดยหน่วยงานเอกชนที่ไม่หวังกำไร เรียก GAA (Global Aquaculture Alliance) ซึ่งต่อมาก่อตั้งเป็น ACC (Aquaculture Certification Council) ซึ่งเกณฑ์ข้อกำหนดของ CoC ของไทยมุ่งเน้นการจัดการสิ่งแวดล้อมของฟาร์ม รวมทั้งการกำหนดให้มีการจดบันทึกข้อมูลการจัดการฟาร์ม การจัดการน้ำเสีย และตะกอนเลน ตลอดจนการใช้สารเคมีที่ถูกต้อง ส่วน GAP มุ่งเน้นการจัดการความสะอาดและปลอดภัยด้านอาหารของฟาร์ม สถานที่อยู่อาศัยของคนงาน รวมทั้งการควบคุมคุณภาพระหว่างและหลังจับกุ้ง (กรมประมง, 2546)

<u>การกำหนดหนังสือกำกับการจำหน่ายสัตว์น้ำ</u>

กรมประมง ได้กำหนดให้มีการกำหนดหนังสือกำกับการจำหน่ายสัตว์น้ำ (Movement Document, MD) ตามระเบียบกรมประมงว่าด้วยการจัดทำหนังสือกำกับการจำหน่ายสัตว์น้ำ พ.ศ. 2547 เพื่อควบคุมการซื้อและจำหน่าย โดยเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำที่ประสงค์จะขอรับหนังสือกำกับการจำหน่ายสัตว์น้ำ ให้ยื่นคำขอรับหนังสือกำกับการจำหน่ายสัตว์น้ำก่อนกำหนดการจับสัตว์น้ำเพื่อจำหน่าย ไม่น้อยกว่า 5 วัน ต่อประมงจังหวัด หรือผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด หรือผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง หรือข้าราชการสังกัดกรมประมงที่ได้รับมอบหมาย

2.5.2 การจัดการสิ่งแวดล้อมในระดับโรงงานแปรรูป

การจัดการสิ่งแวดล้อมในระดับโรงงานแปรรูป อาศัยเครื่องมือการจัดการสิ่งแวดล้อมดังนี้

ISO 9001 (Quality Management) เป็นการจัดวางระบบบริหารงานเพื่อการประกันคุณภาพซึ่งเป็นระบบที่ทำให้เชื่อมั่นได้ว่ากระบวนการต่างๆ ได้รับการควบคุมและสามารถตรวจสอบได้โดยผ่านเอกสารที่ระบุขั้นตอนและวิธีการทำงาน เพื่อให้มั่นใจได้ว่าบุคลากรในองค์กรรู้หน้าที่ความรับผิดชอบและขั้นตอนต่างๆ ในการปฏิบัติงาน โดยต้องมีการฝึกอบรมให้ความรู้และทักษะในการปฏิบัติงาน มีการจดบันทึกข้อมูลรวมทั้งการตรวจสอบการปฏิบัติงานว่าเป็นไปตามที่ระบุไว้ในเอกสารหรือไม่ และมีการแก้ไขข้อผิดพลาดรวมทั้งมีแนวทางในการ

ป้องกันข้อผิดพลาดเดิม โดยการควบคุมคุณภาพตามระบบ ISO 9001 อาศัยวงจรคุณภาพหรือวงจรเดมมิ่ง (Demming Circle) ประกอบด้วย การวางแผน (plan) การลงมือปฏิบัติ (do) การตรวจสอบ (check) และการปฏิบัติการแก้ไข (act) ซึ่งมักเรียกสั้นๆ ว่า PDCA

Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) เป็นการวิเคราะห์อันตรายจุดควบคุมวิกฤตซึ่งประกอบด้วย การวินิจฉัยและประเมินอันตรายของอาหารที่อาจเกิดขึ้นกับผู้บริโภค ตั้งแต่วัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่ง จนกระทั่งถึงมือผู้บริโภครวมทั้งการสร้างระบบการควบคุมเพื่อขจัดหรือลดสาเหตุที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคด้วยมาตรฐาน HACCP เป็นมาตรฐานที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมคุณภาพของสินค้าจากอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารทะเล (Cormier *et al.,* 2007) ให้คุณภาพกุ้งที่ดีและสม่ำเสมอ โดยพบว่า 96 เปอร์เซ็นต์ของกุ้งแช่แข็ง ตรวจพบแบคทีเรียต่ำกว่า 10^6 โคโลนียูนิตต่อกรัมตัวอย่าง จัดว่ามีคุณภาพทางแบคทีเรียที่ดี (Mohamed Hatha *et al.,* 1998, 2003)

Good Manufacturing Practice (GMP) เป็นหลักเกณฑ์หรือข้อกำหนดพื้นฐานที่จำเป็นในการผลิตและควบคุม เพื่อให้ผู้ผลิตปฏิบัติตามและทำให้สามารถผลิตอาหารได้อย่างปลอดภัย โดยเน้นการป้องกันและขจัดความเสี่ยงใดๆ ที่จะทำให้อาหารเป็นพิษ เป็นอันตรายหรือเกิดความไม่ปลอดภัยแก่ผู้บริโภค ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่โครงสร้างอาคารขั้นพื้นฐานระบบการผลิตที่ดี กระบวนการผลิตที่มีความปลอดภัย และมีคุณภาพได้มาตรฐานทุกขั้นตอน นับตั้งแต่เริ่มต้นวางแผนการผลิตระบบควบคุม บันทึกข้อมูล ตรวจสอบ และติดตามผลคุณภาพผลิตภัณฑ์ เพื่อให้แน่ใจได้ว่าเมื่อสินค้าถึงมือผู้บริโภคจะมีความปลอดภัยสูงสุด

CODEX เน้นการควบคุมคุณภาพอาหารเพื่อคุ้มครองสุขภาพของผู้บริโภค เป็นมาตรฐานความปลอดภัยอาหารโดยใช้หลักการวิเคราะห์ความเสี่ยง และมุ่งเน้นการตรวจสอบที่จุดสุดท้ายของการผลิต นอกจากนี้ CODEX ยังได้จัดทำแนวทางการประเมินอันตรายของอาหารในกระบวนการผลิตโดยใช้หลักการ HACCP โดยนำหลักการนี้ไปใช้ตลอดห่วงโซ่อาหาร เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับความคุ้มครองจากการบริโภคอาหารอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด จะเห็นได้ว่าการค้าผลิตภัณฑ์อาหารในปัจจุบันประเทศผู้ผลิตจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับมาตรฐาน CODEX มากขึ้น

BRC (British Retail Consortium) เป็นมาตรฐานการส่งมอบอาหาร ที่ครอบคลุมระบบวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในการผลิตอาหาร คือ HACCP ระบบบริหารคุณภาพ (Quality Management System) มาตรฐานสภาพแวดล้อมโรงงาน การควบคุมผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต ตลอดจนสุขลักษณะของบุคลากร โดยมาตรฐาน BRC ในส่วนของผู้ส่งมอบนั้นจะเป็นระบบในเชิงบริหารจัดการไม่ใช่ระบบการตรวจสอบ โดยเริ่มจากการให้คำมั่นสัญญาของฝ่ายบริหารและทำความเข้าใจที่ถูกต้องในมาตรฐานแล้ว จึงเริ่มนำระบบมาใช้เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพการปฏิบัติงานจริงสำหรับการตรวจสอบรับรองมาตรฐานองค์กรผู้ที่จะ

สามารถตรวจรับรองได้นั้น ต้องมีคุณสมบัติสอดคล้องตามมาตรฐาน EN 45004 จึงจะสามารถให้การตรวจรับรองมาตรฐาน BRC ได้

Health Certificate เป็นการตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ โดยการตรวจวิเคราะห์คุณภาพสัตว์น้ำทางด้านกายภาพ จุลินทรีย์ และเคมีในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดโดยประเทศผู้นำเข้า และออกใบรับรองเพื่อรับประกันคุณภาพสินค้าที่มีการส่งออก โดยกองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ (กตส.) ซึ่งเป็นหน่วยงานหนึ่งของกรมประมง

Q Mark เป็นเครื่องหมายรับรองมาตรฐานสินค้าและอาหารของกรมประมง ว่าด้วยการรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหาร (สินค้าประมง) พ.ศ. 2546 ที่ออกให้แก่โรงเพาะสัตว์น้ำและหรือฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำของเกษตร หรือผู้ประกอบกิจการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ที่มีการจัดการสุขอนามัยของฟาร์มที่ดี ตลอดจนผลิตภัณฑ์ประมงที่ผ่านกระบวนการผลิตที่ได้มาตรฐานที่กรมประมงกำหนด เพื่อให้ผู้บริโภคทั้งภายในประเทศและประเทศคู่ค้าเกิดความเชื่อมั่นในระบบการผลิตและผลิตภัณฑ์สินค้าเกษตรและอาหาร และสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ โดยใช้หลักการของการติดตามผลิตภัณฑ์ (product tracing /traceability)

ISO 14001 (Environmental Management System) เป็นระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งเน้นในการป้องกันมลพิษและการปรับปรุงให้ดีขึ้น เพื่อให้องค์กรมีความตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดการพัฒนาสิ่งแวดล้อมควบคู่กับการพัฒนาธุรกิจอย่างต่อเนื่อง

จะเห็นได้ว่ามีการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ปฏิบัติกันอยู่นั้น มุ่งเน้นที่หน่วยการผลิตหลักเป็นสำคัญ คือ โรงเพาะฟัก ฟาร์ม และโรงงานแปรรูป แต่ไม่ได้มีการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตกุ้งในเชิงระบบแต่อย่างใด ซึ่งทำให้นำไปสู่แนวคิดในการนำหลักการประเมินวัฏจักรชีวิตมาประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือวิเคราะห์และจัดการสิ่งแวดล้อม ที่มุ่งเน้นที่ผลิตภัณฑ์โดยจะได้นำเสนอในหัวข้อถัดไปเกี่ยวกับหลักการประเมินวัฏจักรชีวิต และแนวทางการประยุกต์ใช้ในสินค้าสัตว์น้ำจากการเพาะเลี้ยง

2.6 หลักการประเมินวัฏจักรชีวิตและการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารทะเล

2.6.1 การพัฒนาหลักการประเมินวัฏจักรชีวิต

หลักการพัฒนาอย่างยั่งยืน ได้ถูกนำใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือการจัดการสิ่งแวดล้อมหลากหลายชนิด ประกอบกับแนวคิดที่เกิดจากความกังวลว่าวิธีการจัดการ

สิ่งแวดล้อมแบบเดิมในการบำบัดของเสียที่ปลายท่อ ('end-of-pipe' treatment) โดยเฉพาะของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตเป็นหลัก อาจไม่ใช่แนวทางที่เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการจัดการสิ่งแวดล้อม เนื่องจากไม่เพียงแต่กระบวนการผลิตแต่ทุกๆ กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตต่างก่อให้เกิดภาระต่อสิ่งแวดล้อมทั้งนั้น ทำให้เกิดแนวคิดในการพัฒนาไปสู่การวิเคราะห์และจัดการระบบสิ่งแวดล้อม โดยอาศัยมุมมองโดยตลอดวัฏจักรชีวิต (life cycle approach) หรือ เรียกว่า ตั้งแต่เกิดจนตาย('cradle-to-grave' approach) ซึ่งพัฒนามาจากการวิเคราะห์หาพลังงานที่ถูกใช้ในการได้มาซึ่งวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์ โดยบริษัทโคคาโคลา ในปี พ.ศ. 2512 (Hunt and Franklin, 1996) ที่ทำการศึกษาขนาดของผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุเครื่องดื่มสองประเภท คือ ประเภทที่สามารถนำมาใช้ซ้ำ เปรียบเทียบกับประเภทที่สามารถนำมาใช้หมุนเวียนได้ ซึ่งในขณะนั้น เรียกว่า Resource and Energy Profile Analysis (REPA)

ต่อมาเทคนิคดังกล่าว ถูกนำเสนอในที่ประชุมนานาชาติที่ Washington, D.C หลังจากนั้นหน่วยงาน SETAC (Society for Environmental Toxicology and Chemistry) และได้กำหนดชื่อเรียกเทคนิค REPA ดังกล่าวว่าเป็น "Life Cycle Assessment" หรือการประเมินวัฏจักรชีวิต เป็นครั้งแรกในปี 1990 จากนั้น SETAC ได้ทำหน้าที่เป็นหน่วยงานหลักที่จัดให้มีการประชุมแสดงความคิดเห็นและอภิปรายในระดับนานาชาติเกี่ยวกับการพัฒนาวิธีการและการประยุกต์ใช้การประเมินวัฏจักรชีวิต ซึ่ง SETAC ได้ให้นิยามของการประเมินวัฏจักรชีวิตไว้ว่า *การประเมินวัฏจักรชีวิต คือ กระบวนการเชิงรูปธรรมที่ทำการประเมินภาระทางสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต หรือกิจกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์ โดยการจำแนกและบอกปริมาณพลังงานและวัตถุดิบที่ใช้ รวมทั้งปริมาณการปลดปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม เพื่อทำการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอันเกิดจากปริมาณพลังงานวัตถุดิบที่ใช้ และปริมาณการปลดปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม เพื่อบ่งชี้แนวทางในการปรับปรุงสิ่งแวดล้อม โดยขอบเขตการประเมินวัฏจักรชีวิตครอบคลุมโดยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต หรือกิจกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การแปรรูปวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่ง การจัดจำหน่าย การนำมาใช้ซ้ำ การดูแลรักษาสภาพ การใช้หมุนเวียน และการกำจัดในขั้นตอนสุดท้าย*

หน่วยงานระดับนานาชาติ ที่เกี่ยวข้องกับพัฒนาการวิธีการมาตรฐานในการประเมินวัฏจักรชีวิตที่สำคัญอีกหน่วยงานหนึ่ง คือ International Organisation for Standardisation (ISO) โดยได้ริเริ่มพัฒนาวิธีการมาตรฐานในการประเมินวัฏจักรชีวิตขึ้นครั้งแรกในปี 1993 และต่อมาในปี 1997 ได้พัฒนาเป็นวิธีการมาตรฐานในการประเมินวัฏจักรชีวิต โดยได้ให้นิยามของการประเมินวัฏจักรชีวิตไว้ว่า *การประเมินวัฏจักรชีวิต คือ การประมวลและประเมินสารขา*

เข้า สารขาออก และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นของระบบผลิตภัณฑ์โดยตลอดวัฏจักรชีวิต มาตรฐานการประเมินวัฏจักรชีวิต อธิบายไว้ในกลุ่มมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อมในอนุกรม 14040 (ISO 14040, 1997; ISO 14041, 1998; ISO 14042, 2000; ISO 14043, 2000; ISO 14047, 2003; ISO 14048, 2002; ISO 14049, 2000) ดังนี้

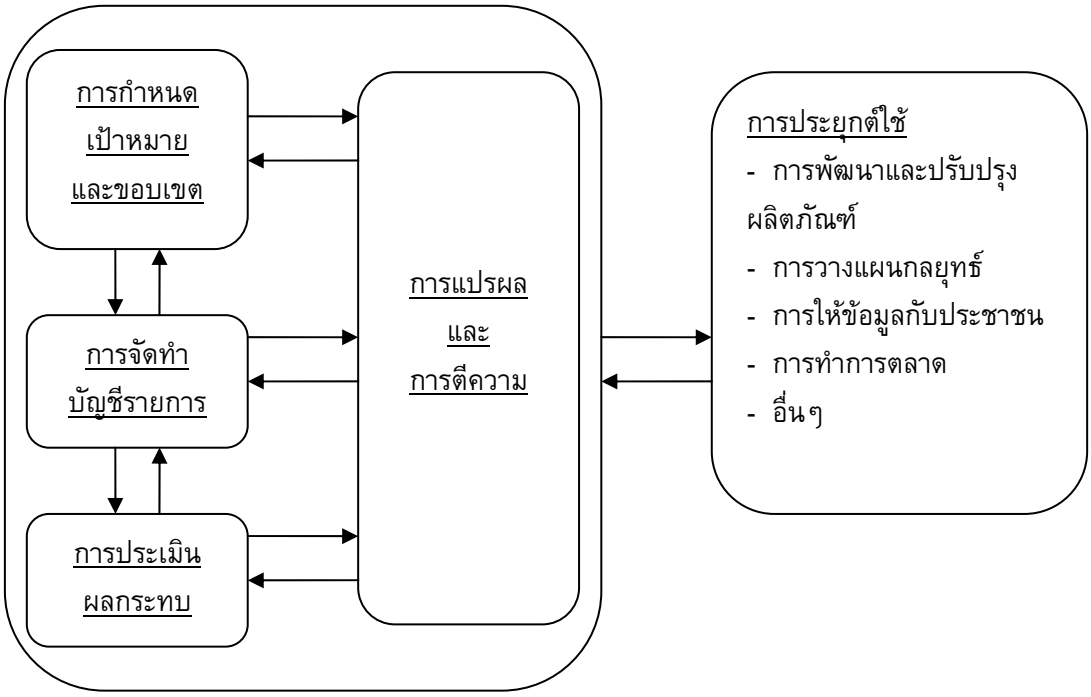
- ISO 14040: A standard of principles and framework (1997);
- ISO 14041: A standard of life cycle inventory analysis (1998);
- ISO 14042: A standard of life cycle impact assessment (2000);
- ISO 14043: A standard of life cycle interpretation (2000);
- ISO 14047: Examples of application of ISO 14042 (2003);
- ISO 14048: A standard of data documentation format (2002); and
- ISO 14049: Examples of application of ISO 14041 to goal and scope definition and inventory analysis (2000).

2.6.2 วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิต

การประเมินวัฏจักรชีวิต หรือ LCA นับเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเชิงปริมาณอย่างเป็นระบบตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ โดยวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ครอบคลุมตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การแปรรูปวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การใช้ผลิตภัณฑ์ การใช้ซ้ำ การบำรุงรักษา หรือการนำกลับมาใช้ใหม่ จนกระทั่งการกำจัดขั้นสุดท้าย ตลอดจนการขนส่งในทุกๆ ขั้นตอน รวมทั้งบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ห่อหุ้มผลิตภัณฑ์

การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ทำได้โดยการจำแนกชนิด และปริมาณของสารขาเข้าและสารขาออก ที่เกี่ยวข้องกับระบบของผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษา จากนั้นปริมาณของสารขาเข้าและสารขาออก จะถูกนำมาเชื่อมโยงกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นได้โดยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ โดยทำการคำนวณผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในเชิงปริมาณต่อหน่วยหน้าที่การทำงานของผลิตภัณฑ์นั้นๆ (functional unit) ซึ่งประเภทของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่ใช้ในการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์นั้น สามารถแบ่งได้ 3 กลุ่มหลัก คือ การร่อยหรอของทรัพยากรธรรมชาติ ผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ และผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์

วิธีการมาตรฐานของการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม อนุกรม 14040 มีกรอบวิธีปฏิบัติและหลักการดำเนินงาน LCA ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม ว่าด้วยการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ในอนุกรม 14040 (ภาพที่ 2-6) ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอนหลัก คือ



ภาพที่ 2-6 กรอบวิธีปฏิบัติและหลักการดำเนินงานการประเมินวัฏจักรชีวิต (ISO 14040)

<u>ขั้นตอนที่ 1: กำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการศึกษา</u>

ก่อนที่จะทำการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ ต้องมีการกำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษา เป้าหมายของการนำผลการการศึกษาไปประยุกต์ใช้ ตลอดจนขอบเขตของการศึกษาให้ชัดเจน ซึ่งประกอบด้วย การกำหนดขอบเขตระบบ ระบบผลิตภัณฑ์ หน่วยหน้าที่การทำงานที่แสดงถึงหน้าที่ของระบบผลิตภัณฑ์ในเชิงปริมาณ ชนิดของข้อมูลบัญชีรายการที่ ต้องการ ตลอดจนประเภทของกลุ่มผลกระทบที่สัมพันธ์กับประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์นั้น รวมทั้งสมมติฐานที่ใช้

<u>ขั้นตอนที่ 2: การวิเคราะห์บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม</u>

ข้อมูลบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม หมายถึง สารขาเข้าและสารขาออกของระบบผลิตภัณฑ์ ซึ่งได้มีการจำแนกและกำหนดไว้แล้วในขั้นตอนการกำหนดเป้าหมาย และขอบเขตของการศึกษา วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลต้องมีความถูกต้อง แม่นยำ และเชื่อถือได้ ในกรณีที่ระบบผลิตภัณฑ์มีการผลิตผลิตภัณฑ์ข้างเคียง ต้องมีการคำนึงถึงวิธีการปันส่วนภาระสิ่งแวดล้อม การวิเคราะห์บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม ทำได้โดยการคำนวณภาระสิ่งแวดล้อมต่อหน่วยหน้าที่ เพื่อให้ทราบภาพรวมของภาระสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษา

<u>ขั้นตอนที่ 3: การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์</u>

การประเมินผลกระทบโดยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อแปลงข้อมูลบัญชีรายการที่ได้จากการรวบรวมปริมาณสารขาเข้าและสารขาออกของระบบผลิตภัณฑ์จากขั้นตอนการวิเคราะห์บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม ให้อยู่ในรูปของตัวชี้วัดผลกระทบสิ่งแวดล้อมในเชิงปริมาณ เพื่ออธิบายค่าความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมขั้นกลาง หรือปลายทาง ทำให้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างระบบผลิตภัณฑ์กับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งแสดงผลออกมาเป็นตัวชี้วัดผลกระทบสิ่งแวดล้อมในเชิงปริมาณ เรียกว่า eco-profiles หรือ environmental profiles ทั้งนี้การคัดเลือกกลุ่มผลกระทบและตัวชี้วัดกลุ่มผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ต้องสอดคล้องกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษา และต้องคำนึงถึงการคัดเลือกประเภทของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว ตัวอย่างกลุ่มผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมพื้นฐานที่ใช้ในการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แสดงในตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 ตัวอย่างกลุ่มผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมพื้นฐานที่ใช้ในการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

กลุ่มผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	คำอธิบาย
ศักยภาพที่ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติประเภทที่ไม่สามารถทดแทนได้ลดลง (Abiotic Depletion Potential, ADP)	การได้มาซึ่งวัตถุดิบประเภทที่ไม่สามารถทดแทนได้
ศักยภาพที่ทำให้ทรัพยากรพลังงานลดลง (Energy Depletion Potential, EDP)	การได้มาซึ่งแหล่งพลังงาน
ศักยภาพในการทำให้โลกร้อน (Global Warming Potential, GWP)	การดูดซับรังสีอินฟราเรดในชั้นบรรยากาศที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน
ศักยภาพในการทำให้โอโซนในชั้นบรรยากาศลดลง (Ozone Depletion Potential, ODP)	การลดลงของโอโซนในชั้นบรรยากาศ stratosphere ที่ทำให้รังสีอินฟราเรดส่องผ่านมายังโลกได้มากขึ้น
ศักยภาพในการก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อมนุษย์(Human Toxicity Potential, HTP)	การสัมผัสกับสารมลพิษทางน้ำ อากาศ และดินที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์
ศักยภาพในการก่อให้เกิดความเป็นพิษทางบกและทางน้ำ (Aquatic/Terrestrial Ecotoxicity Potential, TTP)	การสัมผัสกับสารมลพิษทางน้ำ อากาศ และดินที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อพืชและสัตว์ ทั้งบนบกและในน้ำ
ศักยภาพในการทำให้เกิดฝนกรด (Acidification Potential, AP)	การเกิดฝนที่มีสภาวะเป็นกรด
การออกซิเดชั่นที่เกิดจากปฏิกิริยาแสงเคมี (Photo-chemical Oxidation Potential, PCOP)	การก่อให้เกิดโอโซนในชั้นบรรยากาศ troposphere ที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ photochemical smog
ศักยภาพในการเพิ่มขึ้นของแร่ธาตุอาหาร (Eutrophication Potential, EP)	การเพิ่มขึ้นของแร่ธาตุอาหารในน้ำ ทำให้แพลงตอนพืชมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว นำไปสู่การลดลงของออกซิเจนในน้ำ

มาตรฐานการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ อนุกรม 14042 กำหนดวิธีการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ออกเป็น 2 ขั้นตอนหลัก คือ การจำแนกข้อมูลในบัญชีรายการ ให้เข้าอยู่ในกลุ่มผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และการแปลงข้อมูลดังกล่าวให้เป็นค่าความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

รายละเอียดขั้นตอนการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ ได้แก่

- การจำแนกข้อมูลในบัญชีรายการ (classification)

ในขั้นตอนนี้ ข้อมูลสารขาเข้าและสารขาออกในบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อมของระบบผลิตภัณฑ์ จะถูกจำแนกให้เข้าอยู่ในกลุ่มผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถจำแนกเป็นกลุ่มผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมขั้นกลางหรือปลายทาง โดยดูจากความสัมพันธ์ของสารขาเข้าและสารขาออก ที่เป็นสาเหตุของกลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อมนั้นๆ ในการจำแนกข้อมูลในบัญชีรายการให้เข้าอยู่ในกลุ่มผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมีข้อควรระวัง คือ การจำแนกซ้ำ เนื่องจากสารบางตัวอาจเป็นสาเหตุของกลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อมมากกว่าหนึ่งประเภท ตัวอย่างเช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ สามารถก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนและการเกิดฝนกรด การจำแนกสารดังกล่าวให้เข้าอยู่ในกลุ่มผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมใด ต้องพิจารณาว่าผลกระทบสิ่งแวดล้อมนั้นเป็นผลกระทบโดยตรงจากสารมลพิษ หรือเป็นผลกระทบต่อเนื่องจากผลกระทบอีกอย่างหนึ่ง ในกรณีที่เป็นผลกระทบต่อเนื่องไม่ควรจำแนกซ้ำ ตัวอย่างเช่น ภาวะโลกร้อนและฝนกรด ที่มีสาเหตุมาจากการปลดปล่อยซัลเฟอร์ไดออกไซด์สู่อากาศ สามารถทำให้เกิดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพได้ด้วย

- การแปลงข้อมูลให้เป็นค่าความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (characterization)

หลังการจำแนกข้อมูลในบัญชีรายการเข้าอยู่ในกลุ่มผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมแล้ว ขั้นตอนนี้จะทำการแปลงข้อมูลปริมาณของสารขาเข้าและสารขาออก ในกลุ่มผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเดียวกัน ให้อยู่ในรูปค่าความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในรูปตัวชี้วัดตามหน่วยมาตรฐานที่ได้จากการเทียบค่าความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของสารดังกล่าว กับสารอ้างอิงพื้นฐาน เรียก equivalent or characterization factors โดยคำนวณจากโมเดลที่อธิบายกลไกทางฟิสิกส์เคมี และวิถีทางของสารมลพิษในสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ธรรมชาติที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล

<u>ขั้นตอนที่ 4: การตีความและแปลผล</u>

การตีความและแปลผล ทำให้ทราบว่าช่วงชีวิตใดของผลิตภัณฑ์ที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด ความรุนแรงของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญสูงสุด รวมถึงแหล่งที่มาของประเด็นปัญหา และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมนั้นๆ โดยก่อนการตีความ แปรผล และสรุปผลการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตนั้น ควรทำการตรวจสอบความอ่อนไหวของข้อมูล ซึ่งนับเป็นวิธีการพื้นฐานที่ควรดำเนินการเพื่อประเมินคุณภาพของข้อมูลที่ใช้ และระดับความน่าเชื่อถือของผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่คำนวณได้ ซึ่งทำได้โดยการทดลองเปลี่ยนตัวเลขของข้อมูลที่มีความอ่อนไหวและส่งผลต่อข้อสรุปการศึกษา ซึ่งอาจต้องตรวจสอบย้อนกลับไปถึงแหล่งที่มาและความถูกต้องของข้อมูล การตั้งสมมุติฐานที่เกี่ยวข้อง (ถ้ามี) การใช้ข้อมูลทดแทนข้อมูลที่หายไป (ถ้ามี) วิธีการแบ่งปันส่วนที่ใช้ (ถ้ามี) รวมทั้งการทดลองเปลี่ยนวิธีการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อดูว่าตัวเลขของข้อมูลและวิธีการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปนั้น ทำให้ผลการคำนวณและข้อสรุปการศึกษาเปลี่ยนไปหรือไม่อย่างไร นอกจากนี้ การแปลผลนั้นต้องมีความสอดคล้องกับเป้าหมายและขอบเขตของการศึกษา รวมทั้งบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อมตามที่กำหนดไว้ และควรมีการตรวจสอบความอ่อนไหว และความน่าเชื่อถือของสารขาเข้าสารขาออก และข้อสมมติฐานในการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้การตีความและแปลผล ควรทำด้วยความระมัดระวัง และอยู่บนพื้นฐานของขอบเขตการศึกษา เป้าหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์

2.6.3 การประยุกต์ใช้การประเมินวัฏจักรชีวิตในผลิตภัณฑ์อาหารทะเล

แม้ว่าการประเมินวัฏจักรชีวิต จะถูกริเริ่มพัฒนามาจากผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเป็นหลัก แต่ความสนใจในการนำมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารก็ได้รับความสนใจมากขึ้น โดยพบว่ามีการนำเทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิตไปใช้เป็นเครื่องมือวิเคราะห์เชิงสิ่งแวดล้อม ในการประเมินขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์อาหารจากหลากหลายระบบการผลิต ทั้งจากการเกษตรกรรม (Brashkay *et al*., 2003; Halberg *et al*., 2005) และจากการประมง โดยรวมทั้งการจับสัตว์น้ำจากทะเลและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Papatryphon *et al*., 2003; Mungkung, 2005; Hospido and Tyedmer, 2005; Thrane, 2006) โดยจากการทบทวนการศึกษาก่อนหน้านี้ พบว่าการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตในผลิตภัณฑ์อาหารมีวัตถุประสงค์แตกต่างกันไป ดังนี้

- เพื่อประเมินขนาดผลกระทบสิ่งแวดล้อมโดยตลอดวัฏจักรชีวิต และจำแนกได้ว่าช่วงชีวิตใดของผลิตภัณฑ์ที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด ความรุนแรงของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญสูงสุด รวมทั้งแหล่งที่มาของประเด็นปัญหาและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมนั้นๆ (Ziegler *et al.,* 2003; Thrane, 2004; Mungkung, 2005; Hospido and Tyedmer, 2005)
- เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์สองชนิดที่ทำหน้าที่เดียวกัน (Papatryphon *et al.,* 2003; Gronroos *et al.,* 2006; Ellingsen and Aanondsen, 2006; Aubin *et al.,* 2006)
- เพื่อใช้ข้อมูลสิ่งแวดล้อมที่ได้จากการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต ไปเป็นข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริโภค (Jungbluth *et al.,* 1997) และพัฒนาเกณฑ์สิ่งแวดล้อมที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาฉลากสิ่งแวดล้อม (Eyjólfsdóttir *et al.,* 2003; Mungkung *et al.,* 2006)
- เพื่อประเมินความแตกต่างของผลการศึกษา จากทางเลือกใช้วิธีการที่แตกต่างกัน (Cederberg and Darelius, 2002a; Cederberg and Darelius, 2002b)

ในส่วนของการการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตในผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำนั้น พบว่ามีการศึกษาดังรายละเอียดต่อไปนี้

Ziegler and Nilsoon (2003) เปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยอากาศเสีย ได้แก่ CO_2, NO_x, CO, HC and SO_x ต่อปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ใน 3 สถานการณ์จำลอง คือ การประมงที่ใช้เครื่องยนต์ที่ใช้ในปี 1999 การประมงที่ใช้เครื่องยนต์เทคโนโลยีใหม่ และการประมงที่ใช้เครื่องมือประเภท passive gear (seine and long-lines) พบว่า การประมง Gillnet มีค่าต่ำกว่าการประมงอวนลาก เนื่องจากใช้เชื้อเพลิงน้อยกว่า โดยปริมาณพลังงานโดยเฉลี่ยที่ใช้ในการจับปลาคอด คิดเป็น 38 เมกกะจูลต่อกิโลกรัม

Ziegler *et al.* (2003) เสนอให้ใช้เทคนิค GIS (Geographical Information System) ในการประเมินผลกระทบต่อพื้นท้องทะเล อันเนื่องมาจากกิจกรรมการประมงในการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของปลาคอดแช่แข็งในประเทศสวีเดน โดยอาศัยการทับซ้อนของแผนที่แหล่งที่อยู่อาศัยทางทะเล (marine habitat map) จากข้อมูลในฐาข้อมูลแสดงความอ่อนไหวของพื้นที่และแหล่งที่อยู่อาศัยทางทะเล พบว่าบริเวณที่เป็นโคลนและโขดหินได้รับผลกระทบอยู่เป็นประจำจากกิจกรรมการประมงทะเล

Eyjólfsdóttir *et al.,* (2003) ประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตปลาคอดแช่แข็ง ในประเทศไอซ์แลนด์ด้วยการประเมินวัฏจักรชีวิต รวมทั้งการนำข้อมูลสิ่งแวดล้อมไปใช้

สนับสนุนแนวคิดการพัฒนาฉลากสิ่งแวดล้อมในระดับนโยบาย โดยขอบเขตการศึกษาครอบคลุมตั้งแต่การประมง การขนส่งไปที่ท่าเรือ ผู้ค้าปลีกและผู้บริโภค กำหนดหน่วยหน้าที่ คือ ปลาคอดแช่แข็ง จำนวน 9 กิโลกรัม พบว่า ขั้นตอนการประมงโดยใช้อวนลากก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุด ใช้น้ำมันดีเซล 0.65 ลิตรต่อการจับปลา 1 กิโลกรัม และได้เสนอแนะว่าเกณฑ์ฉลากสิ่งแวดล้อมควรพิจารณาถึงประเด็นปัญหาอื่นๆที่เกี่ยวข้องด้วย ไม่ควรพิจารณาแต่เรื่องการจัดการ stock อย่างเดียว นอกจากนี้ยังได้แนะนำให้มีการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบ ระหว่างปลาคอดที่มาจากการประมงทะเลและการเพาะเลี้ยง โดยควรพัฒนาวิธีการประเมินผลกระทบต่อพื้นท้องทะเล และความหลากหลายทางชีวภาพร่วมด้วย

Papatryphon *et al.* (2003) ศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของอาหารปลาสกุลซัลโมนิด (ปลาเรนโบว์เทราห์) ในประเทศฝรั่งเศส เพื่อประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของอาหารปลาเรนโบว์เทราห์ในอาหารที่แตกต่างกัน 4 ชนิด ได้แก่ สูตรอาหารแรกมีปริมาณปลาป่นสูง สูตรที่สองมีผลิตภัณฑ์ร่วมที่ได้จากปลาป่นสูง สูตรที่สามมีปริมาณป่นต่ำ สูตรที่สี่ไม่มีปลาป่นเป็นส่วนประกอบ โดยกำหนดขอบเขตการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตครอบคลุมตั้งแต่ การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การแปรรูปวัตถุดิบ การผลิตอาหาร การใช้อาหารที่ฟาร์ม รวมทั้งการขนส่งทุกขั้นตอน และกำหนดหน่วยหน้าที่ คือ ปริมาณอาหารที่ใช้ในการผลิตปลาเรนโบว์เทราห์ 1 กิโลกรัม ผลการศึกษา พบว่า การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ โดยเฉพาะทรัพยากรทะเล (ปลาป่น) และการปลดปล่อยแร่ธาตุในน้ำที่ระดับฟาร์ม ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมสูงสุด จึงเสนอให้มีการปรับปรุงองค์ประกอบของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหาร รวมทั้งการจัดการการให้อาหารที่ระดับฟาร์ม เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

Thrane (2004) รายงานผลการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต เพื่อประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตลอดวัฏจักรชีวิตในสินค้าประมงทะเลในประเทศเดนมาร์ค พบว่า การประมงเป็นขั้นตอนที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดเช่นเดียวกันกับผลการศึกษาของประเทศสวีเดน ทั้งนี้ ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงควรอยู่บนพื้นฐานของชนิดเครื่องมือการประมง ขนาดระวางของเรือประมง และการเปรียบเทียบสมรรถนะการใช้ของเชื้อเพลิง ควรอยู่บนพื้นฐานของชนิดของปลาที่ทำการจับ โดยเสนอว่าควรมีการปรับปรุงเครื่องมือการประมงที่มีสมรรถนะการใช้ของเชื้อเพลิงที่ดีขึ้น รวมทั้งการลดปริมาณการทิ้งปลา

Hospido and Tyedmer (2005) ศึกษาการปลดปล่อยของเสียสู่สิ่งแวดล้อมจากกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับ purse seine ปลาทูน่าสองชนิด คือ skipjack และ yellow fin ในประเทศสเปน โดยอาศัยเทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิต ซึ่งกำหนดขอบเขตการศึกษาครอบคลุมตั้งแต่ กิจกรรมการประมงที่ทำในมหาสมุทรแอตแลนติค อินเดีย และแปซิฟิก รวมทั้งการสร้างเรือประมงและการดูแลรักษา การขนส่งหลังจับไปยังท่าเรือที่ Galicia พบว่าการใช้น้ำมันดีเซลเป็นสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกลุ่มผลกระทบที่

พิจารณาแทบทั้งหมดยกเว้นการใช้ antifouling agent ที่เป็นสาเหตุหลักในการเกิดผลกระทบกลุ่ม Marine ecotoxicity potential เมื่อเปรียบเทียบกิจกรรมการประมงที่ทำในมหาสมุทรแอตแลนติค อินเดีย และแปซิฟิก พบว่า การประมงที่ทำในมหาสมุทรแปซิฟิก ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดในทุกกลุ่มผลกระทบที่พิจารณา เนื่องจากใช้น้ำมันดีเซลปริมาณมากที่สุด ประกอบกับการระยะทางการขนส่งกลับสู่ฝั่งหลังจับไกลที่สุด

Ziegler (2006) ประยุกต์การประเมินวัฏจักรชีวิต เพื่อประเมินผลกระทบต่องสิ่งแวดล้อมโดยตลอดวัฏจักรชีวิตในสินค้าประมงทะเลสองชนิดในประเทศสวีเดน คือ ปลาคอดแช่แข็ง และลอบสเตอร์นอร์เวย์ โดยในขอบเขตการศึกษาประเมินวัฏจักรชีวิตครอบคลุมตั้งแต่การประมงทะเล ตลาดประมูล ผู้ค้าส่ง ผู้ค้าปลีก และผู้บริโภค โดยที่ปลาคอดแช่แข็งผลิตจากการประมงอวนลากและ gillnets ส่วนลอบสเตอร์นอร์เวย์ผลิตจากการประมงอวนลากแบบดั้งเดิม อวนลากแบบเลือกชนิด และ creels พบว่า การประมงเป็นขั้นตอนที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดในทุกกลุ่มผลกระทบที่พิจารณา ตามด้วยขั้นตอนการขนส่งจากผู้ค้าปลีกไปยังผู้บริโภค เป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมค่อนข้างมาก และขั้นตอนการบริโภค โดย gillnet (cod) and creel (lobster) เป็นเครื่องมือประมงที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำสุด และการประมงอวนลากแบบเลือกชนิดก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเชิงทรัพยากรธรรมชาติต่ำกว่าการประมงอวนลากแบบดั้งเดิม เนื่องจากมีปริมาณการทิ้งปลาที่ไม่ได้ขนาดต่ำกว่า และมีสัดส่วนปริมาณปลาที่จับได้มากกว่า นอกจากนี้ ยังรายงานว่าขั้นตอนการบริโภคก่อให้เกิดผลกระทบกลุ่ม eutrophication สูงสุด โดยเสนอแนะให้ทำการปรัปรุงสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมโดยการจัดการ stock การใช้เครื่องมือประมงที่ใช้พลังงานต่ำ การปรับปรุงเทคโนโลยีของเครื่องยนต์และเชื้อเพลิง ตลอดจนการควบคุมคุณภาพของปลาหลังจับเพื่อไม่ให้เกิดการสูญเสีย

Thrane (2006) ศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของ flatfish ที่ผลิตจากการประมงทะเลที่จับปลาได้หลายชนิด (multiple-species fisheries) ในประเทศเดนมาร์ค โดยขอบเขตการศึกษาเริ่มจากการประมง การแปรรูป (ตัด ลอกหนังและกระดูก) การขนส่งไปยังผู้ค้าปลีกและการบริโภค ซึ่งกำหนดหน่วยหน้าที่เป็น IQF flatfish fillet ขนาด 1 กิโลกรัม บรรจุในกล่องกระดาษน้ำหนัก 300 กรัม พบว่า การประมงเป็นขั้นตอนที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุด เนื่องจากมีการใช้พลังงาน และ antifouling agent ตามด้วยขั้นตอนการขนส่งจากผู้ค้าปลีกไปยังผู้บริโภค โดยวิจารณ์ว่า ปริมาณการใช้พลังงานขึ้นอยู่กับปริมาณปลาที่ถูกทิ้งและขนาดพื้นที่ทีทำการประมง (พื้นที่ที่เรือประมงงทำการประมงเพื่อให้ได้ปริมาณปลาที่ต้องการ) ซึ่งได้เสนอแนะแนวทางแก้ไขปรับปรุงว่าควรมีการเปลี่ยนชนิดเครื่องมือทำการประมงเป็นแบบที่ใช้พลังงานน้อยลง ในบางกรณีการแปรรูจะใช้พลังงานค่อนข้างมากโดยเฉพาะบรรจุภัณฑ์ที่ต้องใช้พลังงานในการผลิตค่อนข้างมาก เช่น กระป๋อง นอกจากนี้ ยังศึกษาเชิงเปรียบเทียบของ

เครื่องมือทำการประมงสามชนิด คือ beam trawl, bottom trawl, Danish seine พบว่า beam trawl ใช้พลังงานต่อปริมาณ flatfish ที่จับได้สูงสุด ตามด้วย bottom trawl และ Danish seine ตามลำดับ จึงเสนอแนะให้เปลี่ยนมาทำการประมงโดยใช้ Danish seine แทน beam trawl และ bottom trawl

Gronroos *et al*. (2006) ศึกษาปริมาณการใช้พลังงานและการปลดปล่อยของเสียสู่สิ่งแวดล้อมของปลาเรนโบว์เทรา (rainbow trout) ในประเทศฟินแลนด์ โดยอาศัยกรอบการวิเคราะห์ตามวิธีการประเมินวัฏจักรชีวิต เพื่อทำการประเมินสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของระบบการผลิตที่ใช้อาหารที่มีประสิทธิภาพแตกต่างกัน พบว่า ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมหลักมาจากการปลดปล่อยไนโตรเจน และฟอสฟอรัสที่ฟาร์ม จึงแนะนำว่าควรปรับปรุงประสิทธิภาพอาหารที่ใช้เลี้ยงปลา อย่างไรก็ตาม จากการประเมินเปรียบเทียบกับอาหารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่ทดลองใช้ ปรากฏว่าให้ผลที่ดีในการลดปริมาณฟอสฟอรัสเท่านั้น ส่วนปริมาณไนโตรเจน ยังคงเป็นปัญหาเช่นเดิม นอกจากนี้ยังชี้ให้เห็นว่าการใช้พลังงานนับเป็นอีกประเด็นปัญหาหนึ่งที่ควรแก้ไข หากแต่มีข้อจำกัดว่ากิจกรรมที่ใช้พลังงานสูงเป็นกิจกกรมที่เกิดนอกประเทศ

Aubin *et al.* (2006) ประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการเลี้ยงปลา turbot ในประเทศฝรั่งเศส โดยอาศัยเทคนิคการการประเมินวัฏจักรชีวิต ทำการประเมินสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของระบบนการผลิตที่ใช้ระบบน้ำหมุนเวียน กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่พิจารณาได้แก่ Eutrophication potential, Acidification potential, Global warming potential, Net primary production use, Non renewable energy use และการปลดปล่อยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และของแข็ง ทำการประเมินจากการตรวจวัดปริมาณและการใช้แบบจำลองสมดุลสารอาหาร พบว่าปริมาณฟอสฟอรัส และของแข็ง จากสองวิธีได้ผลที่ไม่แตกต่างกัน แต่ปริมาณไนโตรเจนจากการตรวจวัดเป็นครึ่งหนึ่งของปริมาณที่ได้จากการคำนวณ โดยใช้แบบจำลองสมดุลสารอาหาร ความไม่แน่นอนของผลการศึกษา น่าจะมาจากความผันแปรของการปลดปล่อยไนโตรเจนสู่อากาศ ส่วนการใช้พลังงานในระบบน้ำหมุนเวียน พบว่า มีปริมาณสูงกว่าการใช้พลังงานในระบบการใช้น้ำไหลผ่าน

Pellitier (2006) ประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้อาหารลี้ยงปลาแซลมอนสองชนิด คือ แบบดั้งเดิมและแบบอินทรีย์ โดยใช้การประเมินวัฏจักรชีวิต พบว่า ควรมีการลดสัดส่วนของวัตถุดิบที่มาจากสัตว์ลง โดยเฉพาะวัตถุดิบที่มาจากผลิตภัณฑ์ข้างเคียงจากการผลิตสัตว์ปีกหรือผลิตภัณฑ์ข้างเคียงจากการประมง (ปลาป่น และน้ำมันปลา) เพื่อปรับปรุงประสิทธิผลการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด ทั้งนี้สูตรอาหารที่เป็นแบบอินทรีย์ส่งผลให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่สูงขึ้น ในกลุ่มผลกระทบ Energy use, Global warming potential, Marine toxicity, Acidification, Eutrophication, Resource use

นอกจากนี้ควรพิจารณาด้วยว่าสูตรอาหารที่ใช้ควรมีผลทำให้ค่าอัตราการแลกเนื้อลดลง (Food Conversion Ratio, FCR) อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ไม่ได้รวมการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้สารเคมีและยาปราบศัตรูพืช การพังทลายของดิน รวมทั้งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ

Pelletier *et al.* (2006) ศึกษาการประยุกต์ใช้การประเมินวัฏจักรชีวิตในการประเมินประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อม และเศรษฐสังคมที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์อาหารทะเล ทั้งที่มาจากการประมงทะเลและการเพาะเลี้ยง โดยการทบทวนการศึกษาก่อนหน้านี้ที่มีการนำเทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิตมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารทะเล โดยพบว่า การศึกษาที่ผ่านมาส่วนใหญ่จะอาศัยกลุ่มผลกระทบมาตรฐาน อย่างไรก็ตาม ได้มีกรณีศึกษาที่เพิ่มเติมกลุ่มผลกระทบใหม่นอกเหนือไปจากกลุ่มผลกระทบมาตรฐาน ได้แก่ ผลกระทบต่อพื้นท้องทะเล ผลกระทบต่อความเป็นพิษทางน้ำจาก antifouling agent และผลผลิตรวมเบื้องต้น (net primary production) ซึ่งยังไม่ครอบคลุมประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมและเศรษฐสังคมที่เกี่ยวข้องทั้งหมดในกรอบการวิเคราะห์การพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยเฉพาะกลุ่มผลกระทบด้านการใช้พลังงาน การใช้ทรัพยากรธรรมชาติสิ่งมีชีวิต และความเป็นพิษทางน้ำจาก antifouling agent รวมทั้งการวิเคราะห์และประเมินประเด็นด้านเศรษฐสังคมที่ยังไม่มีวิธีการที่ชัดเจน และยังเสนอแนะว่าควรมีการพิจารณากลุ่มผลกระทบที่บ่งชี้ปฏิสัมพัธท์ระหว่างการประมงทะเลและการเพาะเลี้ยง นอกจากนี้ ควรทำการวิจัยเพื่อหาวิธีการประเมินประเด็นด้านเศรษฐสังคม เพื่อสามารถอธิบายผลการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตต่อผู้ฟังในวงกว้าง

Ellingsen and Aanondsen (2006) เปรียบเทียบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของปลาคอดจากการประมงทะเล ปลาซัลมอนจากการเพาะเลี้ยง และไก่ ในประเทศนอร์เวย์ โดยใช้การประเมินวัฏจักรชีวิตเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ และกำหนดหน่วยหน้าที่การทำงาน เพื่อใช้เป็นเกณฑ์การเปรียบเทียบเป็น เนื้อ fillet ขนาด 200 กรัม จากการเทียบเคียงสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อม พบว่า ขั้นตอนการทำการประมงทะเลของปลาคอด ก่อให้เกิดผลกระทบต่อต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุด ในขณะที่ขั้นตอนการใช้อาหาร ก่อให้เกิดผลกระทบต่อต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดในปลาซัลมอนจากการเพาะเลี้ยง และไก่ เมื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงาน พบว่า ไก่มีปริมาณการใช้พลังงานสูงสุด ตามด้วยปลาซัลมอนจากการเพาะเลี้ยง และปลาคอดจากการประมงทะเลตามลำดับ ส่วนการใช้ที่ดิน พบว่า การประมงทะเลเพื่อจับปลาคอด ก่อให้เกิดผลกระทบต่อพื้นที่ท้องทะเลมากว่าคิดเป็น 100 เท่าของพื้นที่ดินที่ใช้ในการผลิตอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงไก่ อย่างไรก็ตาม ในการศึกษานี้ไม่ได้ครอบคลุมถึงกลุ่มผลกระทบจาก antifouling agent ที่ใช้ในการป้องกันเพรียงเกาะตัวเรือประมง การใช้สารเคมีและยาฆ่าแมลง จึงได้เสนอแนะว่าการเทียบเคียงสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์มากกว่าสองชนิดและมาจากระบบการผลิตที่มีลักษณะที่แตกต่างกัน (การประมงและการปศุสัตว์) ควรคำนึงถึงผลกระทบต่อ

สิ่งแวดล้อมที่ครอบคลุมทุกกลุ่ม นอกจากนี้ ยังได้วิจารณ์ว่าการเปรียบเทียบการใช้ที่ดินในการประมงทะเลและการการปศุสัตว์อาจไม่สามารถเปรียบเทียบกันอย่างตรงไปตรงมาได้

จะเห็นได้ว่า มีการประยุกต์ใช้ประเมินวัฏจักรชีวิตในหลายประเทศและหลายผลิตภัณฑ์ ซึ่งทำสามารถเล็งเห็นได้ว่าองค์ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิต น่าจะนำมาประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารทะเลของประเทศไทย อันนำไปสู่การวิเคราะห์สิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบ และครอบคลุมทุกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องโดยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้เข้าใจประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อม และที่มาของการก่อให้เกิดผลกระทบสิ่งแวดล้อมอย่างถ่องแท้

สำหรับการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตในกุ้งนั้น ก่อนหน้านี้มีการศึกษาในกุ้งกุลาดำ ดังนี้

Srituhla (2001) ได้รายงานผลศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของฟาร์มเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย โดยกำหนดหน่วยหน้าที่ คือ ผลผลิตกุ้ง 1 ตัน โดยขอบเขตการศึกษารวมเฉพาะกิจกรรมการผลิตในฟาร์มเท่านั้น จากการศึกษาพบว่าการเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารในแหล่งน้ำ มีสาเหตุมาจากน้ำเสียที่บ่อเลี้ยงกุ้งปล่อยออกมา การทำลายชั้นโอโซนมีสาเหตุมาจากการใช้พลังงาน (ระบบการให้อากาศ) และการผลิตอาหารกุ้ง อาหารกุ้งและพลังงานที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญ ผลจากการศึกษางานวิจัยนี้ใช้ในการแก้ไขการจัดการบ่อ โดยเสนอแนะให้ทำการบำบัดน้ำเสียก่อนที่จะปล่อยออก และลดจำนวนชั่วโมงในการเปิดระบบการให้อากาศ

Mungkung (2005) ศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตในผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งแบบบล๊อคในประเทศไทย เพื่อประยุกต์ใช้ข้อมูลสิ่งแวดล้อมในการพัฒนาจัดการอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งอย่างยั่งยืน โดยกำหนดของเขตการศึกษาครอบคลุมตั้งแต่การจับพ่อ-แม่พันธุ์มาจากทะเล การเพาะฟัก-อนุบาล การเพาะเลี้ยงในระดับฟาร์ม การแปรรูปโดยโรงงานแปรรูป การแจกจ่ายไปยังผู้บริโภค ของเสียที่เกิดจากการบริโภค การจัดการของเสีย รวมทั้งการขนส่งในทุกขั้นตอน และบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ห่อหุ้มสินค้าในระหว่างการขนส่ง โดยได้กำหนดหน่วยหน้าที่ คือ น้ำหนักกุ้ง 1.8 กิโลกรัม บรรจุหีบห่อน้ำหนักสุทธิขนาด 3 กิโลกรัม พบว่า ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงกุ้งที่ฟาร์ม เป็นขั้นตอนที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุด อันเป็นผลมาจากการใช้พลังงานในเครื่องตีน้ำเพื่อรักษาระดับออกซิเจนในบ่อในระหว่างการเลี้ยงกุ้ง การใช้ปูนเผาในการปรับค่าความเป็นกรดด่างของดิน และน้ำ การใช้พลังงานในการผลิตอาหารกุ้ง (โดยเฉพาะพลังงานที่ใช้ในการจับปลาวัตถุดิบจากทะเล รวมทั้งพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตปลาป่น ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในอาหารกุ้ง) และปริมาณสารอาหารที่ปลดปล่อยสู่แหล่งน้ำ ซึ่งนำไปสู่การประเมินมาตรการการจัดการสิ่งแวดล้อมระดับนโยบายในปัจจุบัน เพื่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้ในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งอย่างเป็นระบบ และในระดับ

ปฏิบัติ โดยการประเมินเกณฑ์สิ่งแวดล้อมที่ควรปรับปรุงในระบบการรับรองการจัดการสิ่งแวดล้อม

Mungkung *et al.* (2006) ได้เสนอให้ใช้ข้อมูลสิ่งแวดล้อมที่ได้จากการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กุ้งกุลาดำ เป็นข้อมูลสนับสนุนการพัฒนาเกณฑ์สิ่งแวดล้อมที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาฉลากสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์กุ้ง จากศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต พบว่า ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญสูงสุด มาจากขั้นตอนการผลิตที่ฟาร์ม ได้แก่ การใช้พลังงาน (โดยเฉพาะในเครื่องตีน้ำเพื่อเพิ่มออกซิเจนในบ่อในระหว่างการเลี้ยงกุ้งในบ่อดิน) ปริมาณสารอินทรีย์ที่ปลดปล่อยสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ และปริมาณการใช้ปูนเผาที่มีความเป็นพิษทางน้ำและต่อมนุษย์สูง ทั้งนี้วิจารณ์ว่าการประเมินวัฏจักรชีวิตไม่สามารถครอบคลุมถึงประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเนื่องจากข้อจำกัดของวิธีการ

อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของกุ้งแวนนาไม รวมทั้งผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งชนิดอื่น ซึ่งทำให้เกิดการพัฒนาโครงการวิจัยนี้ขึ้น ซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของกุ้งแช่แข็งแบบเป็นตัว ในโครงการวิจัยนี้ในบทที่ 3-5 ต่อไป

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยในการศึกษานี้ อาศัยการประเมินวัฏจักรชีวิต (LCA) ซึ่งเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเชิงปริมาณอย่างเป็นระบบโดยตลอดวัฏจักรชีวิต โดยใช้มุมมองวัฏจักรชีวิตหรือโดยตลอดห่วงโซ่การผลิตของผลิตภัณฑ์ ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่ การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การแปรรูปวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การใช้ผลิตภัณฑ์ การใช้ซ้ำ การบำรุงรักษา หรือการนำกลับมาใช้ใหม่ จนกระทั่งการกำจัดขั้นสุดท้าย ตลอดจนการขนส่งในทุกๆ ขั้นตอน รวมทั้งภาชนะบรรจุปฐมภูมิสำหรับการจำหน่ายปลีก และภาชนะทุติยภูมิสำหรับการขนส่งผลิตภัณฑ์ สำหรับวิธีการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์นั้น ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการศึกษา ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม ขั้นตอนที่ 3 การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ และ ขั้นตอนที่ 4 การตีความและแปรผลการศึกษา

การประเมินวัฏจักรชีวิต หรือเรียกว่า LCA (Life Cycle Assessment) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเชิงปริมาณอย่างเป็นระบบโดยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว โดยการศึกษานี้กำหนดหน่วยหน้าที่ของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งตามขนาดบรรจุสำหรับการจำหน่ายปลีก คือ กุ้งแช่แข็งแบบเป็นตัว หรือนิยมรียกว่า "กุ้ง IQF" บรรจุในถุงตั้งได้ (stand-up pouch) น้ำหนักบรรจุสุทธิ 1 ปอนด์ หรือ 453 กรัม

ดังกล่าวนำในบทที่ 2 เกี่ยวกับวิธีการมาตรฐานของการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม อนุกรม 14040 ว่ามีกรอบวิธีปฏิบัติและหลักการดำเนินงาน 4 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการศึกษา ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม ขั้นตอนที่ 3 การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ และขั้นตอนที่ 4 การตีความและแปลผลการศึกษา ในที่นี้จักได้นำเสนอรายละเอียดวิธีการประเมินวัฏจักรชีวิตในการศึกษานี้ ดังต่อไปนี้

3.1 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการศึกษา

โครงการวิจัยนี้ กำหนดเป้าหมายรวมเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเชิงปริมาณอย่างเป็นระบบ โดยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว เพื่อให้ได้ข้อมูลสิ่งแวดล้อมในการบ่งชี้ แนวทางการบริหารและจัดการสิ่งแวดล้อมเชิงกลยุทธแบบมีส่วนร่วม โดยตลอดห่วงโซ่การผลิตของอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งในพื้นที่ภาคใต้ ในจังหวัดสงขลา และจังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งสามารถจำแนกวัตถุประสงค์เฉพาะของโครงการวิจัยได้ ดังนี้

3.1.1 เพื่อจำแนกและประเมินปริมาณการใช้วัตถุดิบธรรมชาติ พลังงาน รวมทั้งปริมาณการปลดปล่อยมลพิษและของเสียสู่สิ่งแวดล้อม รวมทั้งศักยภาพในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว

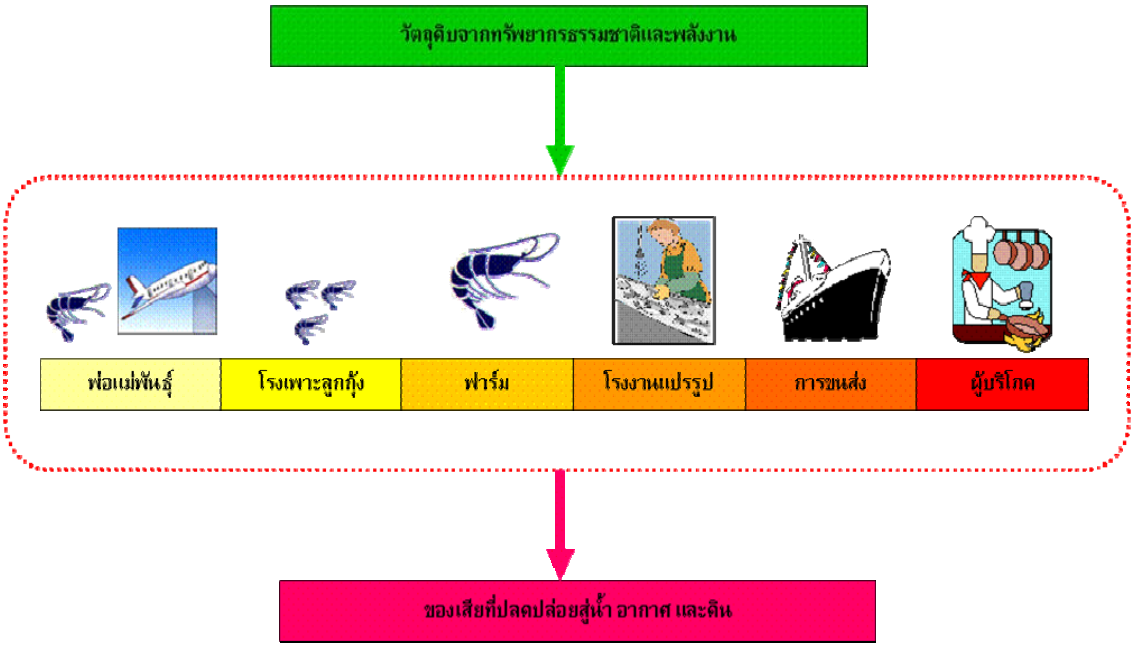
3.1.2 เพื่อประยุกต์ใช้ข้อมูลสิ่งแวดล้อมจากการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว ในการพัฒนาดัชนีชี้วัดสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์กุ้ง เพื่อใช้เป็นตัวชี้วัดใช้ผลการดำเนินงานการบริหารและจัดการสิ่งแวดล้อม ของอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.1.3 เพื่อประยุกต์ใช้ข้อมูลสิ่งแวดล้อมจากการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว ในการจำแนกแนวทางการดำเนินงานการบริหารและจัดการสิ่งแวดล้อมเชิงกลยุทธตลอดวัฏจักรชีวิต อันเป็นการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากปัจจัยภายในด้วยหลักการป้องกันมลพิษและปัจจัยภายนอก ผ่านการจัดการแบบมีส่วนร่วมภายในห่วงโซ่การผลิต

ขอบเขตการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตกุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว ในโครงการวิจัยนี้ครอบคลุมวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว ที่บรรจุในถุงตั้งได้ น้ำหนักสุทธิ 1 ปอนด์ หรือ 453 กรัม โดยประเมินการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ พลังงาน และปริมาณการปลดปล่อยของเสียจากสู่สิ่งแวดล้อมของทุกกิจกรรมการผลิตที่เกี่ยวข้อง โดยตลอดห่วงโซ่ ได้แก่

- การได้มาซึ่งพ่อแม่พันธุ์กุ้งขาวแวนนาไม
- การเพาะฟักและอนุบาลลูกกุ้งวัยอ่อนที่โรงเพาะฟัก
- การเพาะเลี้ยงที่ฟาร์ม
- การผลิตอาหารที่ใช้เลี้ยงลูกกุ้งวัยอ่อนและลูกกุ้งระยะหลังวัยอ่อน
- การแปรรูปกุ้ง IQF

- การผลิตภาชนะบรรจุปฐมภูมิสำหรับการจำหน่ายปลีกและภาชนะทุติยภูมิสำหรับการ ขนส่ง
- การขนส่งที่เกี่ยวข้องในทุกๆ ขั้นตอนโดยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 3-1 ขอบเขตการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตกุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว

จากขอบเขตการศึกษาดังกล่าว ได้กำหนดหน่วยงานผลิตหลักที่เกี่ยวข้องในพื้นที่เป้าหมาย คือ จังหวัดสงขลา และนครศรีธรรมราช เนื่องจากเป็นพื้นที่หลักของอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงและแปรรูปกุ้ง โดยพื้นที่ที่ทำการศึกษาโครงการวิจัยนี้ คือ

โรงเพาะฟักลูกกุ้ง จำนวน 1 แห่ง โดยเป็นโรงเพาะฟักขนาดกลาง ที่อำเภอสะทิงพระ จังหวัดสงขลา ซึ่งดำเนินการโดยโรงเพาะฟักร่วมบริหารจัดการของโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์กุ้ง

ฟาร์มเลี้ยงกุ้ง จำนวน 5 แห่ง โดยเป็นฟาร์มขนาดเล็กระดับครัวเรือน แบ่งเป็นพื้นที่เลี้ยงในอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา จำนวน 2 แห่ง และพื้นที่เลี้ยงในอำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราชจำนวน 3 แห่ง

โรงงานผลิตอาหารกุ้ง จำนวน 1 แห่ง ที่อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา

โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์กุ้ง IQF จำนวน 1 แห่ง ที่อำเภอศรีนคร จังหวัดสงขลา และ

โรงงานผลิตภาชนะบรรจุสำหรับผลิตภัณฑ์กุ้ง IQF จำนวน 1 แห่ง ที่อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยเลือกภาชนะบรรจุปฐมภูมิ คือ ภาชนะบรรจุประเภทถุงตั้งได้ (stand-up pouch) ที่เป็นภาชนะบรรจุหลักที่ใช้กันมากที่สุด มีขนาดบรรจุสำหรับการจำหน่ายปลีก น้ำหนักสุทธิ 1 ปอนด์ หรือ 453 กรัม ซึ่งสามารถบรรจุลงในภาชนะทุติยภูมิสำหรับการขนส่ง คือ กล่องกระดาษลูกฟูกขนาด 24 ลิตร จำนวน 10 ถุง

3.2 การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม

เมื่อกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต รวมทั้งหน่วยงานผลิตหลักในพื้นที่ที่ทำการศึกษาโครงการวิจัยแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการผลิตกุ้ง IQF โดยละเอียด เพื่อวางแผนการดำเนินการรวบรวมข้อมูลดังกล่าว ซึ่งอาจได้มาจากการตรวจวัดโดยตรง การสัมภาษณ์ผู้ผลิต หรือได้จากการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากวารสารวิชาการ รายงานวิชาการ บทความวิชาการ รวมทั้งฐานข้อมูลในโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อช่วยคำนวณในการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต รายงานโครงการวิจัย เป็นต้น

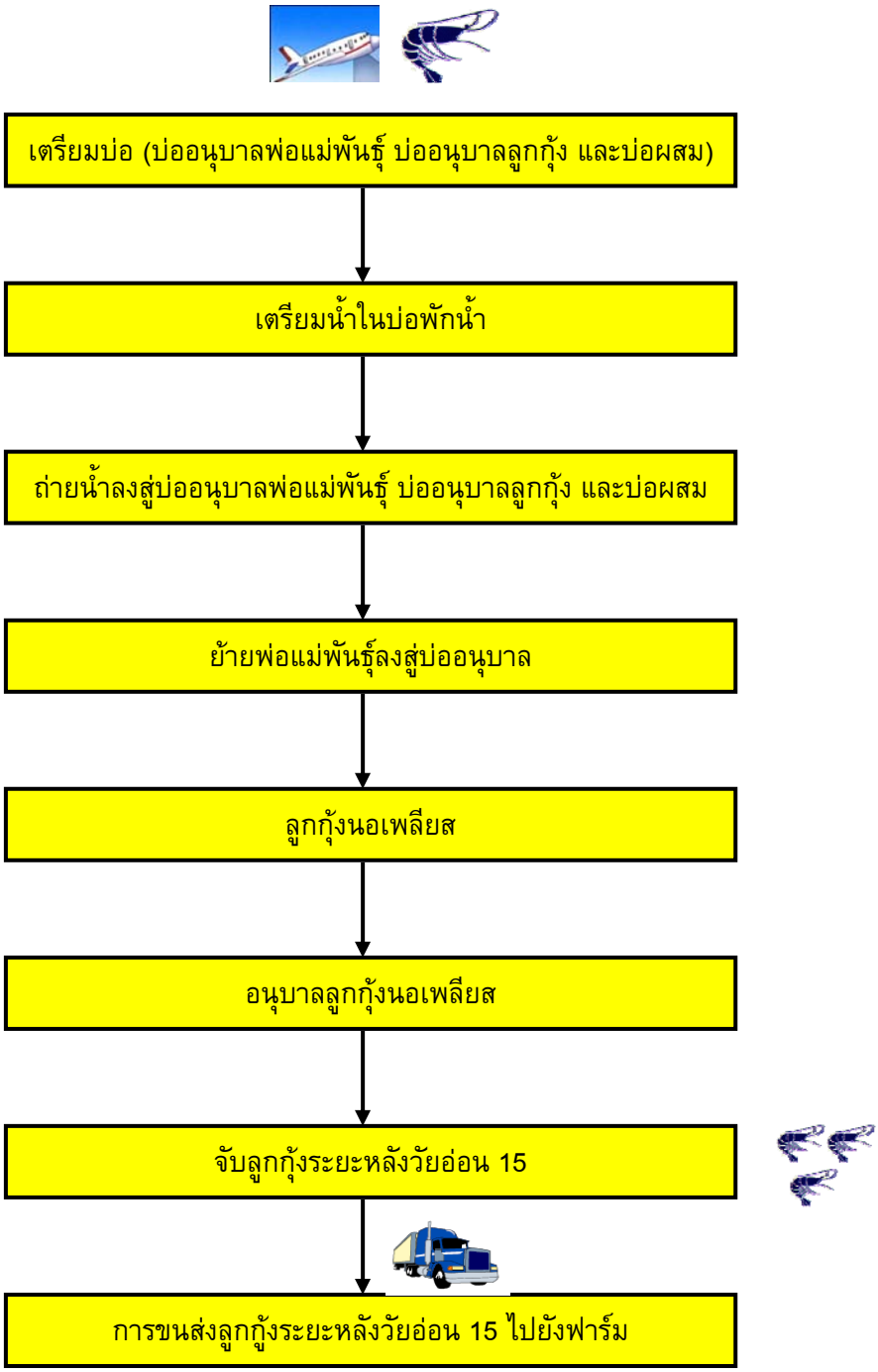
ลำดับต่อไป ใคร่ขอนำเสนอรายละเอียดการจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการผลิตต่างๆ โดยตลอดห่วงโซ่ตามลำดับ ดังนี้

3.2.1 โรงเพาะฟัก

สำหรับการประเมินวัฏจักรชีวิตตลอดห่วงโซ่การผลิตกุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็ง ในขั้นตอนของการผลิตลูกกุ้ง ณ โรงเพาะฟักนั้น แสดงในภาพที่ 3-2 ครอบคลุมกิจกรรมการผลิตลูกกุ้งระยะหลังวัยอ่อน 15 (post larvae, P-15) (โดยประมาณ) ตั้งแต่การจัดซื้อพ่อแม่พันธุ์จากต่างประเทศ ในส่วนของระบบการผลิต เริ่มจากการเตรียมบ่ออนุบาลพ่อแม่พันธุ์ บ่ออนุบาล และบ่อผสม โดยการทำความสะอาดเพื่อให้ปลอดเชื้อ และการเตรียมน้ำในบ่อพักน้ำ เมื่อเตรียมน้ำเรียบร้อยแล้ว ทำการถ่ายน้ำจากบ่อพักน้ำไปยังบ่ออนุบาลพ่อแม่พันธุ์ บ่ออนุบาล และบ่อผสม จากนั้นย้ายพ่อแม่พันธุ์ไปยังบ่ออนุบาลพ่อแม่พันธุ์ ให้อาหารเพื่อกระตุ้นความพร้อมในการออกไข่ หลังจากการฟักไข่ลูกกุ้งระยะนอเพลียสจะถูกย้ายไปอนุบาลที่บ่ออนุบาลลูกกุ้งระยะหลังวัยอ่อน เมื่ออนุบาลจนถึงลูกกุ้งระยะหลังวัยอ่อน 15 (พี 15) ก็ทำการจับลูกกุ้งระยะหลังวัยอ่อน เพื่อขนส่งไปยังฟาร์มเลี้ยงกุ้งต่อไป

<u>การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการและแหล่งที่มาของข้อมูล</u>

เมื่อกำหนดขอบเขตการศึกษาและกิจกรรมการผลิตของโรงเพาะฟักที่เกี่ยวข้องแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการผลิตต่างๆในรายละเอียด โดยจำแนกเป็นการใช้วัตถุดิบธรรมชาติ (เช่น พ่อแม่พันธุ์ ลูกกุ้ง และน้ำ) สารเคมี และพลังงาน รวมทั้งปริมาณและคุณสมบัติของน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตลูกกุ้ง โดยในแต่ละกิจกรรมการผลิตตามที่ได้เสนอข้างต้น สามารถจำแนกรายละเอียดข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการและแหล่งที่มาของข้อมูลนั้น ดังแสดงในตารางที่ 3-1



ภาพที่ 3-2 กิจกรรมการผลิตลูกกุ้งระยะหลังวัยอ่อน 15 ที่โรงเพาะฟัก

ตารางที่ 3-1 การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการและแหล่งที่มาของข้อมูลฟาร์มเลี้ยงกุ้ง

ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการ	ชนิดข้อมูล	
	ข้อมูลปฐมภูมิ	ข้อมูลทุติยภูมิ
1. การจัดซื้อพ่อแม่พันธุ์ (ปริมาณการใช้พ่อแม่พันธุ์ และการขนส่งพ่อแม่พันธุ์ การปลดปล่อยของเสียสู่อากาศระหว่างการขนส่ง)		✓
2. การเตรียมบ่ออนุบาลพ่อแม่พันธุ์ บ่ออนุบาล และบ่อผสม (ปริมาณการใช้น้ำ สารเคมี ในการเตรียมบ่อ)	✓	
3. การเตรียมน้ำในบ่อพักน้ำ (ปริมาณการใช้พลังงาน น้ำ และสารเคมี)	✓	
4. การถ่ายน้ำจากบ่อพักน้ำไปยังบ่ออนุบาลพ่อแม่พันธุ์ บ่ออนุบาล และบ่อผสม (ปริมาณการใช้น้ำ และปริมาณการใช้พลังงาน)	✓	
5. การย้ายพ่อแม่พันธุ์ไปยังบ่ออนุบาลพ่อแม่พันธุ์ (ปริมาณการใช้น้ำ และปริมาณการใช้พลังงาน)	✓	
6. การออกไข่ (จำนวนไข่ต่อการออกไข่หนึ่งครั้ง จำนวนไข่ทีฟักเป็นลูกกุ้งระยะนอเพลียส)	✓	
7. การอนุบาลกุ้งนอเพลียส (จำนวนลูกกุ้งนอเพลียสที่รอด ปริมาณการใช้น้ำ อาหาร และพลังงาน รวมทั้งปริมาณและคุณสมบัติน้ำเสียที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิตและหลังการจับ)	✓	
8. การจับลูกกุ้งระยะหลังวัยอ่อน (ปริมาณและคุณสมบัติน้ำเสียที่เกิดขึ้นหลังการจับ ปริมาณการใช้น้ำ ถุงในการบรรจุลูกกุ้งเพื่อการขนส่ง)	✓	
9. การขนส่งลูกกุ้งระยะหลังวัยอ่อน 15 ไปยังฟาร์ม (ยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง ระยะทางที่ขนส่ง ปริมาณลูกกุ้งที่ขนส่งต่อรอบ)	✓	

<u>วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม</u>

วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม เริ่มจากสร้างผังการไหลในทุกๆ กระบวนการของผลิตลูกกุ้งระยะหลังวัยอ่อน 15 ณ โรงเพาะฟัก โดยมีขั้นตอนและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลมี ดังนี้

(1) ติดต่อประสานงานกับผู้ประกอบการโรงเพาะฟัก เพื่อขอความร่วมมือในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ โดยอธิบายที่มาของโครงการวิจัย วัตถุประสงค์ เป้าหมาย และผลที่คาดว่าจะได้รับ พร้อมทั้งนำเสนอโครงร่างการดำเนินการวิจัย

(2) ทำหนังสือราชการติดต่อเพื่อขอความอนุเคราะห์เข้าเยี่ยมชมโรงเพาะฟัก โดยอธิบายแผนงานและวิธีดำเนินการอย่างละเอียด และเซ็นสัญญา (เพื่อปกปิดข้อมูลเป็นความลับ)

(3) จัดทำตารางบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม ให้สอดคล้องกับขอบเขตของการวิจัยและกระบวนการผลิตของโรงเพาะฟัก พร้อมทั้งส่งแบบสอบถามแก่เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบ จากนั้นติดต่ออีกครั้งเพื่อเข้าเยี่ยมชมกระบวนการผลิตโรงเพาะฟัก ซึ่งเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบบรรยายรายละเอียดกิจกรรมการผลิตให้ฟังในระหว่างการเยี่ยมชม

รายละเอียดของการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของการผลิตลูกกุ้งระยะหลังวัยอ่อน 15 ณ โรงเพาะฟักมี ดังนี้

การจัดซื้อพ่อแม่พันธุ์ ได้แก่ แหล่งจัดซื้อพ่อแม่พันธุ์ ปริมาณการใช้พ่อแม่พันธุ์ในการผลิตนอเพลียสแต่ละรอบ และการขนส่งพ่อแม่พันธุ์

การเตรียมบ่ออนุบาลพ่อแม่พันธุ์ บ่ออนุบาล และบ่อผสม ได้แก่ ปริมาณการใช้น้ำและสารเคมี ในการเตรียมบ่อ

การเตรียมน้ำในบ่อพักน้ำ ได้แก่ ปริมาณการใช้พลังงาน น้ำ และสารเคมี

การถ่ายน้ำจากบ่อพักน้ำไปยังบ่ออนุบาลพ่อแม่พันธุ์ บ่ออนุบาล และบ่อผสม ได้แก่ ปริมาณการใช้น้ำ และปริมาณการใช้พลังงาน

การย้ายพ่อแม่พันธุ์ไปยังบ่ออนุบาลพ่อแม่พันธุ์ ได้แก่ ปริมาณการใช้น้ำ และปริมาณการใช้พลังงาน

การออกไข่ ได้แก่ จำนวนไข่ต่อการออกไข่หนึ่งครั้ง จำนวนไข่ที่ฟักเป็นนอเพลียส (อัตรารอด)

การอนุบาลกุ้งระยะหลังวัยอ่อน ได้แก่ จำนวนลูกกุ้งระยะหลังวัยอ่อน ที่ผลิตได้ (อัตรารอด) ปริมาณการใช้น้ำ อาหาร และพลังงาน รวมทั้งปริมาณและคุณสมบัติน้ำเสียที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิตและหลังการจับ

การจับกุ้งระยะหลังวัยอ่อน ได้แก่ ปริมาณและคุณสมบัติน้ำเสียที่เกิดขึ้นหลังการจับ ปริมาณการใช้น้ำ ถุงในการบรรจุลูกกุ้งเพื่อการขนส่ง

การขนส่งลูกกุ้งระยะหลังวัยอ่อน 15 ไปยังฟาร์ม ได้แก่ ปริมาณน้ำ และจำนวนลูกกุ้งระยะหลังวัยอ่อน ที่บรรจุใส่ถุง ยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง ระยะทางที่ขนส่ง ปริมาณลูกกุ้งที่ขนส่งต่อรอบ

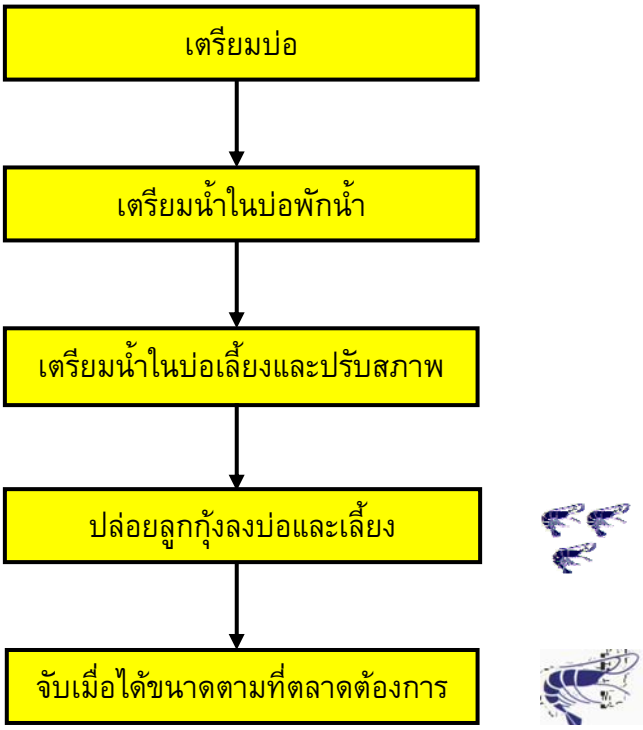
3.2.2 ฟาร์มเลี้ยงกุ้ง

<u>ขอบเขตของการศึกษา ณ ฟาร์มเลี้ยงกุ้ง</u>

ขอบเขตของการศึกษา ณ ฟาร์มเลี้ยงกุ้ง (ภาพที่ 3-3) ครอบคลุมกิจกรรมการผลิตลูกกุ้งจากระยะหลังวัยอ่อน 15 จนกระทั่งได้ขนาดตามที่ตลาดต้องการ โดยเริ่มจากการติดต่อโรงเพาะฟักเพื่อจัดซื้อลูกกุ้ง โดยฟาร์มต้องเตรียมความพร้อมของการเลี้ยงไว้ล่วงหน้าก่อนการจัดซื้อ ได้แก่ การเตรียมบ่อ (เช่น การตากบ่อ) การเตรียมน้ำในบ่อพักน้ำ (เช่น การเติมปูนขาวเพื่อปรับสภาพความเป็นกรดด่าง) จากนั้นถ่ายน้ำจากบ่อพักน้ำเข้าสู่บ่อเลี้ยง และปรับสภาพน้ำในบ่อเลี้ยงให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของลูกกุ้ง เมื่อโรงเพาะฟักจัดส่งลูกกุ้งมายังฟาร์มก็สามารถปล่อยลูกกุ้งลงบ่อเลี้ยงได้เลย ในระหว่างการเลี้ยงจะมีการใช้อาหารเม็ด ซึ่งเป็นอาหารสำเร็จรูปที่มีโปรตีนสูงเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของลูกกุ้ง รวมทั้งการใช้เครื่องตีน้ำเพื่อช่วยรักษาระดับออกซิเจนในน้ำเพียงพอกับความต้องการของลูกกุ้ง โดยมีการถ่ายเปลี่ยนน้ำในบ่อเลี้ยงเป็นระยะ เพื่อรักษาคุณภาพน้ำในบ่อให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมต่อลูกกุ้ง

<u>การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการและแหล่งที่มาของข้อมูล</u>

เมื่อกำหนดขอบเขตการศึกษาและกิจกรรมการผลิตที่เกี่ยวข้องแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการผลิตต่างๆ ในรายละเอียด โดยจำแนกเป็นการใช้วัตถุดิบธรรมชาติ (เช่น ปริมาณการใช้ที่ดิน น้ำ ลูกกุ้ง) สารเคมี และพลังงาน รวมทั้งปริมาณ และคุณสมบัติของน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตที่ฟาร์ม โดยในแต่ละกิจกรรมการผลิตตามที่ได้เสนอข้างต้น สามารถจำแนกรายละเอียดข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการและแหล่งที่มาของข้อมูลนั้น ดังแสดงในตารางที่ 3-2



ภาพที่ 3-3 กิจกรรมการผลิตกุ้งให้ได้ตามขนาดที่ตลาดต้องการที่ฟาร์มเลี้ยงกุ้ง

ตารางที่ 3-2 การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการและแหล่งที่มาของข้อมูล

ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการ	ชนิดข้อมูล	
	ข้อมูลปฐมภูมิ	ข้อมูลทุติยภูมิ
1. การเตรียมบ่อ (ปริมาณการใช้ที่ดิน น้ำ สารเคมี ในการเตรียมบ่อ)	✓	
2. การเตรียมน้ำในบ่อพักน้ำ (ปริมาณการใช้น้ำ สารเคมี ในการเตรียมน้ำในบ่อพักน้ำ)	✓	
3. การเตรียมน้ำในบ่อเลี้ยงและปรับสภาพน้ำ (ปริมาณการใช้พลังงาน น้ำ และสารเคมี)	✓	
4. การปล่อยลูกกุ้งลงบ่อ (จำนวนลูกกุ้งที่ใช้ การขนส่งลูกกุ้งจากโรงเพาะฟักยังฟาร์ม)	✓	
5. การเลี้ยง (ปริมาณการใช้อาหาร ปริมาณการใช้พลังงาน ปริมาณน้ำที่เปลี่ยนถ่ายระหว่างการเลี้ยง)	✓	
6. การจับกุ้งที่ได้ขนาดตามที่ตลาดต้องการ (ปริมาณและคุณสมบัติน้ำเสียที่ปล่อยสู่แหล่งน้ำธรรมชาติหลังการจับ ปริมาณตะกอนเลนที่เกิดขึ้นและคุณสมบัติ)	✓	
7. การเก็บรักษากุ้งหลังจับเพื่อรอขนส่งไปยังโรงงานแปรรูป (ปริมาณการใช้น้ำล้าง ปริมาณการใช้น้ำแข็งเพื่อควบคุมอุณหภูมิ)	✓	

<u>วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม</u>

วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม เริ่มจากสร้างผังการไหลในทุกๆ กระบวนการของการเลี้ยงลูกกุ้งระยะหลังวัยอ่อน 15 จนได้ขนาดตามที่ตลาดต้องการ ณ ฟาร์มเลี้ยง จำนวน 6 แห่ง ซึ่งเป็นตัวแทนของฟาร์มเลี้ยงใน 2 จังหวัด คือ อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา และอำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยมีขั้นตอนและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

(1) ติดต่อประสานงานกับเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงกุ้ง อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา และอำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยได้รับความช่วยเหลือในการติดต่อประสานงานจากกรมประมง เพื่อขอความร่วมมือในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ โดยได้จัดการสัมมนาให้กับเกษตรผู้เลี้ยงกุ้งเพื่อชี้แจงที่มาของโครงการวิจัย วัตถุประสงค์ เป้าหมาย และผลที่คาดว่าจะได้รับ พร้อมทั้งนำเสนอแผนการดำเนินการวิจัยในพื้นที่

(2) จัดทำตารางบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อมให้สอดคล้องกับขอบเขตของการวิจัยและกระบวนการผลิตของฟาร์ม ซึ่งพบว่าข้อมูลสิ่งแวดล้อมที่ต้องการในการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตสอดคล้องกับการบันทึกข้อมูลการเลี้ยงที่กำหนดไว้ในคู่มือฟาร์ม ซึ่งเป็นระบบการจดบันทึกข้อมูลที่ฟาร์มต้องปฏิบัติตามระบบการรับรอง GAP และ CoC (สำหรับเกษตรกรบางราย) โดยกรมประมง (ตามที่ได้อธิบายมาแล้วในบทที่ 2) ซึ่งพบว่าข้อมูลที่ต้องการนอกเหนือไปจากการบันทึกตามระบบการรับรอง GAP และ CoC ได้แก่ ปริมาณการใช้พลังงาน ซึ่งส่วนใหญ่ไม่มีการจดบันทึกอย่างชัดเจน มักคำนวณจากใบเสร็จค่าไฟฟ้าประจำเดือน ซึ่งนับรวมถึงการใช้ไฟฟ้าในบ้านพักของคนงานและเกษตรกรเองด้วย (บางรายมีที่พักอาศัยอยู่ในฟาร์ม) จึงได้จัดทำแผ่นตารางบันทึกข้อมูลการใช้พลังงาน (เครื่องตีน้ำ) ให้เกษตรกรช่วยบันทึกเพิ่มเติมให้

รายละเอียดของการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของการเลี้ยงกุ้งที่ฟาร์ม มีดังนี้

ข้อมูลการเตรียมบ่อ ได้แก่ ปริมาณการใช้ที่ดิน น้ำ สารเคมีในการเตรียมบ่อ รวบรวมจากการสัมภาษณ์เกษตรกร รวมทั้งข้อมูลจากการจดบันทึกข้อมูลคู่มือฟาร์ม

ข้อมูลการเตรียมน้ำในบ่อพักน้ำ ได้แก่ ปริมาณการใช้น้ำและสารเคมีในการเตรียมน้ำในบ่อพักน้ำ รวบรวมจากการสัมภาษณ์เกษตรกร รวมทั้งข้อมูลจากการจดบันทึกข้อมูลคู่มือฟาร์ม

ข้อมูลการเตรียมน้ำในบ่อเลี้ยงและปรับสภาพน้ำ ได้แก่ ปริมาณการใช้พลังงาน น้ำและสารเคมี ซึ่งรวบรวมจากการสัมภาษณ์เกษตรกร รวมทั้งข้อมูลจากการจดบันทึกข้อมูลคู่มือฟาร์มและแผ่นตารางบันทึกข้อมูลการใช้พลังงาน (เครื่องตีน้ำ)

ข้อมูลการปล่อยลูกกุ้งลงบ่อ ได้แก่ จำนวนลูกกุ้งที่ใช้ การขนส่งลูกกุ้งจากโรงเพาะฟักยังฟาร์มรวบรวมจากการสัมภาษณ์เกษตรกร รวมทั้งข้อมูลจากการจดบันทึกข้อมูลคู่มือฟาร์ม

ข้อมูลการเลี้ยง ได้แก่ ปริมาณการใช้อาหาร ปริมาณการใช้พลังงาน ปริมาณน้ำที่เปลี่ยนถ่ายระหว่างการเลี้ยง รวบรวมจากการสัมภาษณ์เกษตรกร รวมทั้งการจดบันทึกข้อมูลคู่มือฟาร์มและแผ่นตารางบันทึกข้อมูลการใช้พลังงาน (เครื่องตีน้ำ)

ข้อมูลการจับกุ้งที่ได้ขนาดตามที่ตลาดต้องการ ได้แก่ ปริมาณและคุณสมบัติน้ำเสียและตะกอนเลนที่ปล่อยสู่แหล่งน้ำธรรมชาติหลังการจับ ได้จากการเก็บตัวอย่างน้ำเสียและตะกอนเลนที่ระบายออกจากบ่อเพื่อจับกุ้งจำหน่าย ซึ่งทำการเก็บแบบผสมโดยเก็บตัวอย่างน้ำเสียทุกๆ ชั่วโมง ชั่วโมงละหนึ่งลิตร จนกว่าจะระบายน้ำออกจากบ่อหมด จากนั้นนำตัวอย่าง

น้ำเสียที่เก็บในแต่ละชั่วโมงมาผสมกันเพื่อให้ได้ตัวแทนของน้ำที่ระบายออกจากบ่อ เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพเชิงสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ปริมาณความสกปรกในรูปสารอินทรีย์หรือบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD), ปริมาณออกซิเจนที่สารเคมีใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์ในน้ำหรือซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD), ตะกอนแขวนลอย (suspended solid), ไนโตรเจนรวม (total nitrogen), ฟอสฟอรัสรวม (total phosphorus) และปริมาณตะกอนเลน โดยทำการวัดความยาว ความกว้าง และความสูงของกองตะกอน พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างตะกอนเลนจำนวน 5 จุด มาทำการผสมกัน เพื่อเป็นตัวแทนของตะกอนเลนของบ่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพเชิงสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ปริมาณความสกปรกในรูปสารอินทรีย์หรือบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand: BOD), ปริมาณออกซิเจนที่สารเคมีใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์ในน้ำหรือซีโอดี (Chemical Oxygen Demand: COD), ไนโตรเจนรวม (total nitrogen), ฟอสฟอรัสรวม (total phosphorus)

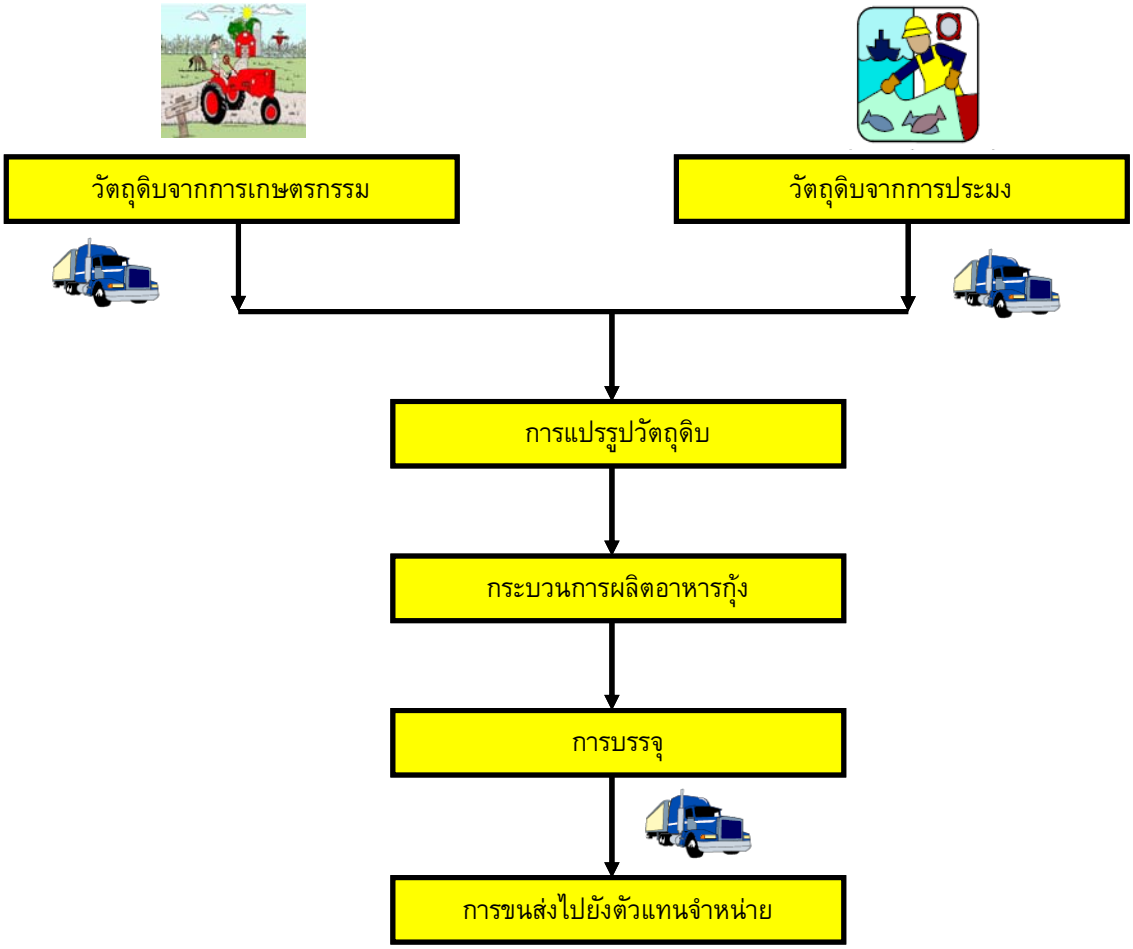
ข้อมูลการเก็บรักษากุ้งหลังจับเพื่อรอขนส่งไปยังโรงงานแปรรูป ได้แก่ ปริมาณการใช้น้ำล้าง ปริมาณการใช้น้ำแข็งเพื่อควบคุมอุณหภูมิ รวบรวมจากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงรวมทั้งทีมจับกุ้ง

ข้อมูลการสกัดวัตถุดิบน้ำมันและการผลิตพลังงานไฟฟ้า ได้แก่ ปริมาณพลังงานที่ใช้ในการสกัดวัถุดิบพลังงาน รวมทั้งน้ำมัน และปริมาณการปลดปล่อยมลพิษต่างๆ ในระหว่างการสกัดวัตถุดิบ และการปริมาณการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ จากการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้จากข้อมูลทุติยภูมิที่รายงานไว้โดย สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย

3.2.3 โรงงานผลิตอาหารกุ้ง

<u>ขอบเขตของการศึกษาในโรงงานผลิตอาหารกุ้ง</u>

สำหรับการประเมินวัฏจักรชีวิตตลอดห่วงโซ่การผลิตกุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็ง ในขั้นตอนของโรงงานผลิตอาหารกุ้งนั้น ครอบคลุมอาหาร 2 ประเภทหลักที่เกษตรกรนิยมใช้ในระดับโรงเพาะฟักและฟาร์ม คือ อาหารกุ้งกุลาดำ และอาหารกุ้งขาว โดยขอบเขตการศึกษาเริ่มตั้งแต่ การได้มาซึ่งวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหารกุ้ง ซึ่งมีทั้งที่มาจากการเกษตรกรรม (ตัวอย่างเช่น ถั่วเหลือง และแป้งสาลี) และการประมง (ตัวอย่างเช่น หมึกป่น ปลาป่น และกุ้งป่น) โดยแหล่งที่มาของวัตถุดิบที่ใช้เป็นการสั่งซื้อจากแหล่งผลิตทั้งภายในและนอกประเทศ กระบวนการแปรรูปวัตถุดิบเนื่องจากองค์ประกอบบางอย่างต้องผ่านกระบวนการแปรรูปมาก่อนจึงจะนำมาใช้เป็นองค์ประกอบในการผลิตอาหารกุ้ง (ตัวอย่างเช่น การแปรรูปปลาเป็ดที่ได้จากการทำการประมงให้อยู่ในรูปของปลาป่น) จากนั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตอาหารกุ้งทั้งสองชนิดที่กล่าวมาข้างต้นและบรรจุในกระสอบ จากนั้นขนส่งไปยังตัวแทนจำหน่าย ซึ่งอาจมีการบริการขนส่งอาหารไปยังโรงเพาะฟัก หรือฟาร์ม หรือเป็นการขนส่งโดยโรงเพาะฟักหรือฟาร์มเอง



ภาพที่ 3-4 ขอบเขตของการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตการผลิตอาหารกุ้ง

<u>การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการและแหล่งที่มาของข้อมูล</u>

เมื่อกำหนดขอบเขตการศึกษาและกิจกรรมการผลิตที่เกี่ยวข้องแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการผลิตต่างๆ ในรายละเอียด โดยจำแนกการใช้วัตถุดิบธรรมชาติ สารเคมี และพลังงาน ผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์ระหว่างทางที่ได้ รวมทั้งการปลดปล่อยของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตสู่สิ่งแวดล้อม ทั้งทางน้ำ อากาศ และดิน นอกจากกิจกรรมการผลิตหลักๆ ตามที่ได้เสนอข้างต้นแล้ว ยังรวบรวมข้อมูลการสกัดวัตถุดิบน้ำมัน การผลิตพลังงานไฟฟ้า และการขนส่งที่เกี่ยวข้องในทุกๆ ขั้นตอน ซึ่งสามารถจำแนกรายละเอียดข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการ และแหล่งที่มาของข้อมูลนั้น ดังแสดงในตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการและแหล่งที่มาของข้อมูลการผลิตอาหารกุ้ง

ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการ	ชนิดข้อมูล	
	ข้อมูลปฐมภูมิ	ข้อมูลทุติยภูมิ
1. การเกษตรกรรมเพื่อเพาะปลูกพืชวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหารกุ้ง (ปริมาณการใช้ที่ดิน น้ำ ปุ๋ย และยาฆ่าแมลงในการเพาะปลูกพืช เชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับเครื่องจักร)		✓
2. การทำประมงเพื่อให้ได้ปลาเป็ดสำหรับเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตปลาป่น ซึ่งใช้ในการผลิตอาหารกุ้ง (ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการประมง ปริมาณการใช้น้ำแข็ง และจำนวนปลาที่จับได้)		✓
3. การผลิตปลาป่น (ปริมาณการ ใช้พลังงาน มลพิษทางน้ำ อากาศ และขยะ)		✓
4. การขนส่งวัตถุดิบจากแหล่งผลิตมายังโรงงาน (ชนิดยานพาพนะ ระยะทางการขนส่ง ปริมาณเชื้อเพลิง และมลพิษอากาศ)	✓	
5. การผลิตอาหารกุ้งและการบรรจุ (ปริมาณการใช้วัตถุดิบ พลังงาน และภาชนะบรรจุ มลพิษทางน้ำ อากาศ และขยะ)	✓	
6. การขนส่งไปยังตัวแทนจำหน่าย (ชนิดยานพาพนะ ระยะทางการขนส่ง ปริมาณเชื้อเพลิง และมลพิษอากาศ)	✓	

<u>วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม</u>

วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมเริ่มจากสร้างผังการไหลในทุกๆ กระบวนการของอาหารสำเร็จรูปกุ้ง ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบทั้งจากพืชและจากปลาทะเล กระบวนการผลิตวัตถุดิบ กระบวนการผลิตอาหารกุ้ง การจัดการของเสียที่เกิดขึ้น ตลอดจนการขนส่งในทุกขั้นตอน โดยเก็บข้อมูลเชิงปริมาณของวัตถุดิบ พลังงาน (ไฟฟ้าและน้ำมัน) ที่ใช้ในกระบวนการผลิต รวมถึงการปล่อยของเสียสู่สิ่งแวดล้อม (ดิน น้ำ และอากาศ) ในทุกๆ ขั้นตอน และทำการประเมินปริมาณของมวลสารขาเข้าและสารขาออก พร้อมทั้งตรวจสอบสมดุลของมวลสาร (mass balance)

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลมีรายละเอียด ดังนี้

(1) ติดต่อประสานงานกับผู้จัดการโรงงานอาหารกุ้ง เพื่อขอความร่วมมือในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ โดยกล่าวถึงที่มาของโครงการวิจัย วัตถุประสงค์ เป้าหมาย และผลที่คาดว่าจะได้รับ พร้อมทั้งนำเสนอโครงร่างการดำเนินการวิจัยอย่างคร่าวๆ

(2) ทำหนังสือราชการเพื่อขอเข้าเยี่ยมชมโรงงาน เพื่ออธิบายแผนงานและวิธีดำเนินการอย่างละเอียด และทำสัญญารักษาความลับของข้อมูล

(3) จัดทำตารางบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อมให้สอดคล้องกับขอบเขตของการวิจัยและกระบวนการผลิตของโรงงาน พร้อมทั้งส่งตารางบัญชีรายการแก่เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบ ตรวจเช็คความถูกต้องว่ามีเนื้อหาความเข้าใจตรงกัน รวมทั้งรับฟังคำแนะนำในการเก็บข้อมูลเชิงปฏิบัติ

(4) ติดต่อขอเข้าเยี่ยมชมกิจกรรมการผลิตต่างๆ ภายในโรงงาน ได้แก่ การตรวจรับวัตถุดิบอาหาร การจัดเก็บวัตถุดิบ กระบวนการผลิตตั้งแต่ การป้อนวัตถุดิบจนกระทั่งบรรจุลงกระสอบ การตรวจประเมินคุณภาพอาหาร การจัดเก็บเข้าคลังสินค้าก่อนส่งให้ร้านค้าปลีก และสำรวจระบบการจัดการของเสียของโรงงาน โดยข้อมูลที่เก็บจะเป็นทั้งจากข้อมูลเฉลี่ยของการผลิตในระยะเวลา 3 เดือน ตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2550 ซึ่งได้จากการดำเนินการเก็บบันทึกเอง รวมทั้งจากการสอบถามเจ้าหน้าที่ และข้อมูลที่ได้จากบันทึกของโรงงาน

รายละเอียดของการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของการผลิตอาหารกุ้งมีดังนี้

ข้อมูลกิจกรรมการผลิตอาหารกุ้งของโรงงาน ได้แก่ กิจกรรมกระบวนการผลิตทั้งหมดของโรงงาน ทำโดยการเยี่ยมชมงานกระบวนการผลิตทั้งหมด พร้อมทั้งศึกษาวิธีการผลิตอาหารกุ้งจากการบรรยายทางทฤษฎี และปฏิบัติการโดยผู้จัดการฝ่ายผลิต รวบรวมจากการสอบถามเจ้าหน้าที่และข้อมูลที่ได้จากบันทึกของโรงงาน

ข้อมูลการปลูกพืชวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหารกุ้ง ได้แก่ ปริมาณการใช้ที่ดิน น้ำ ปุ๋ย และยาฆ่าแมลงในการเพาะปลูกพืช เชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับเครื่องจักร ทั้งนี้ข้อมูลดังกล่าวที่จำเพาะต่อประเทศไทยไม่สามารถจัดหาได้ จึงใช้ข้อมูลทดแทนจากฐานข้อมูลผลิตภัณฑ์จากการเกษตรกรรมที่รวบรวมไว้ในโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อช่วยคำนวณในการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต (SimaPro version 7.1) เช่น การผลิตแป้งสาลี และข้อมูลการผลิตกากถั่วเหลือง (Cederberg and Flysjö, 2004)

ข้อมูลการทำประมงเพื่อให้ได้ปลาเป็ดสำหรับเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตปลาป่น ซึ่งใช้ในการผลิตอาหารกุ้ง ได้แก่ ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการประมง ปริมาณการใช้น้ำแข็ง และจำนวนปลาที่จับได้ (แบ่งเป็นปลาที่ใช้ในการบริโภคของมนุษย์ และปลาที่ไม่ใช้ในการบริโภคของมนุษย์ เรียกว่า ปลาเป็ด) ได้จากข้อมูลทุติยภูมิที่รายงานไว้ใน (Mungkung, 2005) ซึ่งเป็นข้อมูลที่รวบรวมโดยตรงจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบกิจการอวนลากจังหวัดภูเก็ต ในปี พ.ศ. 2546

ข้อมูลการการผลิตปลาป่น ได้แก่ ปริมาณปลาเป็ดที่ใช้ ปริมาณการใช้พลังงาน เชื้อเพลิงและไฟฟ้า ปริมาณการเกิดมลพิษทางน้ำ อากาศ และขยะในกระบวนการผลิต ได้จากข้อมูลทุติย-ภูมิรายงานไว้ใน (Mungkung, 2005) ซึ่งเป็นข้อมูลที่รวบรวมโดยตรง ณ โรงงานผลิตปลาป่นจังหวัดปัตตานี ในปี พ.ศ. 2546

ข้อมูลการขนส่งวัตถุดิบจากแหล่งผลิตมายังโรงงาน ได้แก่ แหล่งที่มาของวัตถุดิบแต่ละชนิด ชนิดยานพาพนะที่ใช้ในการขนส่ง ระยะทางการขนส่ง ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ มลพิษอากาศที่เกิดขึ้นระหว่างการขนส่ง โดยข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งที่มาของวัตถุดิบและการขนส่ง ได้จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ตรวจรับวัตถุดิบของโรงงานผลลิตอาหารกุ้ง จังหวัดสงขลา ส่วนข้อมูลชนิดและปริมาณมลพิษอากาศที่เกิดขึ้นระหว่างการขนส่งนั้น อาศัยข้อมูลจากฐานข้อมูลในโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อช่วยคำนวณในการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต (SimaPro version 7.1)

ข้อมูลการผลิตอาหารกุ้ง ได้แก่ ปริมาณการใช้วัตถุดิบ ปริมาณการใช้พลังงาน และปริมาณการใช้บรรจุภัณฑ์ที่บรรจุ รวมทั้งปริมาณการเกิดมลพิษทางน้ำ อากาศ และขยะ รวมทั้งการจัดการของเสียที่เกิดขึ้น ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตทั้งหมด ตั้งแต่การบดวัตถุดิบแต่ละชนิด การชั่ง การผสมวัตถุดิบตามสัดส่วนที่ต้องการ การอัดเป็นเม็ดตามขนาดที่กำหนด จากนั้นนำไปผ่านกระบวนการนึ่งด้วยไอน้ำให้สุก แล้วจึงนำเข้าหม้ออบเพื่อให้แห้ง ต่อมานำมาระบายความร้อนเพื่อให้ความร้อนลดลง แล้วจึงนำไปบดเพื่อบรรจุใส่กระสอบต่อไป รวบรวมข้อมูลจากการเก็บข้อมูลโดยตรง จากระบบการจัดเก็บข้อมูลของฝ่ายผลิตที่ทำการบันทึกอยู่แล้ว ณ โรงงานผลิตอาหารกุ้งจังหวัดสงขลา และสอบถามข้อมูลที่ต้องการอื่นๆ จากผู้จัดการฝ่ายผลิตและพนักงานระดับปฏิบัติการ

ข้อมูลการสกัดวัตถุดิบน้ำมันและการผลิตพลังงานไฟฟ้า ได้แก่ ปริมาณพลังงานที่ใช้ในการสกัดวัตถุดิบพลังงาน รวมทั้งน้ำมัน และปริมาณการปลดปล่อยมลพิษต่างๆ ในระหว่างการสกัดวัตถุดิบ และการผลิตพลังงานไฟฟ้า ได้จากข้อมูลทุติยภูมิที่รายงานไว้โดยสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย ซึ่งได้จากการคำนวณทางทฤษฎีในปริมาณการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า ณ โรงไฟฟ้า ในปี พ.ศ. 2546

ข้อมูลการขนส่งไปยังตัวแทนจำหน่าย ได้แก่ ชนิดยานพาหนะ ระยะทางการขนส่ง ปริมาณเชื้อเพลิง มลพิษอากาศ โดยข้อมูลเกี่ยวกับการขนส่ง รวบรวมจากการสัมภาษณ์ผู้จัดการฝ่ายผลิตของโรงงานผลลิตอาหารกุ้ง จังหวัดสงขลา ส่วนข้อมูลชนิดและปริมาณมลพิษอากาศที่เกิดขึ้นระหว่างการขนส่งนั้น อาศัยข้อมูลจากฐานข้อมูลในโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อช่วยคำนวณในการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต (SimaPro version 7.1)

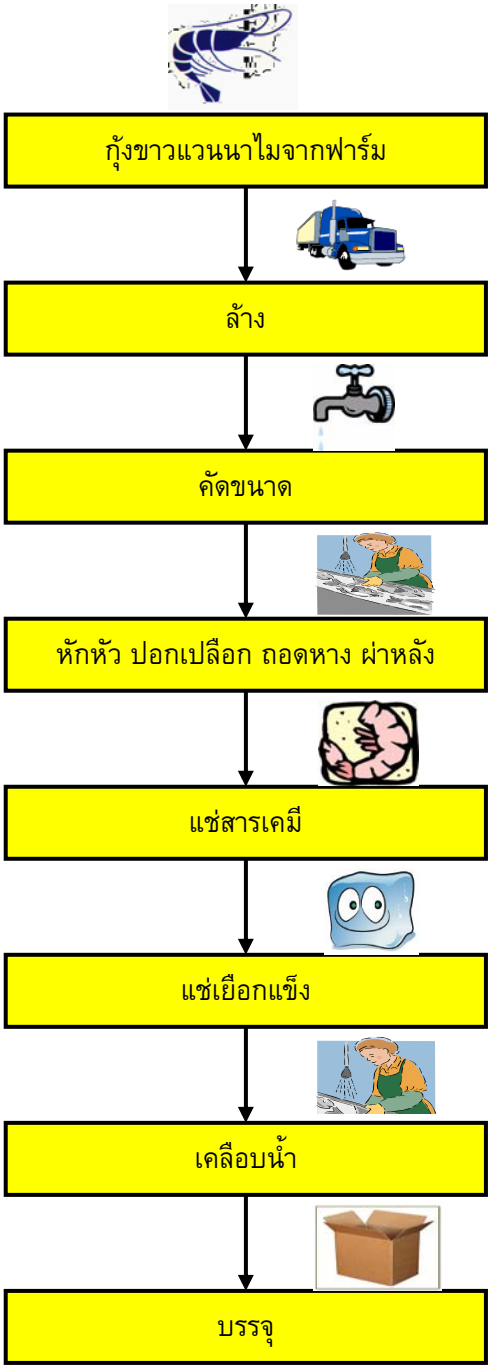
3.2.4 โรงงานแปรรูปกุ้ง

<u>ขอบเขตของการศึกษาในโรงงานแปรรูปกุ้ง</u>

ขอบเขตการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม (ภาพที่ 3-5) ครอบคลุมทุกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องในการแปรรูปกุ้ง IQF ตั้งแต่การจัดซื้อกุ้งวัตถุดิบจากฟาร์มโดยฝ่ายจัดซื้อ การขนส่งกุ้งดิบจากฟาร์มมายังโรงงาน การตรวจคุณภาพกุ้งวัตถุดิบโดยฝ่ายควบคุมคุณภาพการผลิต การเก็บรักษากุ้งวัตถุดิบก่อนทำการผลิต (ในกรณีที่ไม่ได้ผลิตโดยทันที) การแปรรูปกุ้ง IQF ซึ่งครอบคลุมกิจกรรมในกระบวนการผลิต ได้แก่ การล้าง การคัดขนาด การหักหัว ปอกเปลือก หักหาง และผ่าหลัง การแช่สารเคมี การแช่แข็งแบบเป็นตัวโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือไนโตรเจนเหลว การเคลือบน้ำ และการบรรจุในภาชนะบรรจุปฐมภูมิซึ่งเป็นภาชนะเพื่อการจำหน่ายปลีก รวมทั้งการใส่ลงในภาชนะบรรจุทุติยภูมิที่ใช้ในการขนส่ง ตลอดจนการเก็บผลิตภัณฑ์ในห้องควบคุมอุณหภูมิ เพื่อให้ได้ปริมาณตามจำนวนที่ต้องการก่อนขนส่งโดยรถบรรทุกชนิดควบคุมความเย็นไปยังท่าเรือ เพื่อดำเนินการขนส่งไปยังประเทศคู่ค้าทางเรือต่อไป

<u>การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการและแหล่งที่มาของข้อมูล</u>

การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการผลิตต่างๆ ทำได้โดยจำแนกการใช้วัตถุดิบธรรมชาติ สารเคมี และพลังงาน รวมทั้งการปลดปล่อยมลพิษและของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตสู่สิ่งแวดล้อม ทั้งทางน้ำ อากาศ และดิน นอกจากกิจกรรมการผลิตหลักๆ ตามที่ได้เสนอข้างต้นแล้ว การประเมินวัฏจักรชีวิตการผลิตการแปรรูปกุ้ง ยังรวมไปถึงกระบวนการผลิตน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตกุ้งจากน้ำบาดาลมาผ่านกระบวนการ softening และ resin filtering การผลิตภาชนะบรรจุ รวมทั้งการขนส่งภาชนะบรรจุจากแหล่งผลิตมายังโรงงานมายังโรงงานแปรรูปกุ้ง การสกัดวัตถุดิบน้ำมัน และการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ในกระบวนการผลิตก็ดีหรือการขนส่งที่เกี่ยวข้องในทุกๆ ขั้นตอน รวมทั้งการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตทั้งหลายของโรงงาน ซึ่งสามารถจำแนกรายละเอียดข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการและแหล่งที่มาของข้อมูลนั้น ดังแสดงในตารางที่ 3-4



ภาพที่ 3-5 กิจกรรมการแปรรูปกุ้ง IQF ที่เกี่ยวข้องในการประเมินวัฏจักรชีวิต

ตารางที่ 3-4 การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการและแหล่งที่มาของข้อมูล กิจกรรมการแปรรูปกุ้ง IQF

ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการ	ชนิดข้อมูล	
	ข้อมูลปฐมภูมิ	ข้อมูลทุติยภูมิ
1. การจัดซื้อกุ้งวัตถุดิบจากฟาร์ม (ยานพาหนะที่ใช้ ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งรวมทั้งการไปเยี่ยมชมฟาร์มที่ต้องการจัดซื้อ และการขนส่วกุ้งจากฟาร์มมายังโรงงานแปรรูป ปริมาณการใช้น้ำแข็งระหว่างการขนส่ง)	✓	
2. การตรวจคุณภาพกุ้งวัตถุดิบ (ปริมาณการใช้น้ำและน้ำแข็ง)	✓	
3. การเก็บรักษากุ้งวัตถุดิบก่อนทำการผลิต (ปริมาณการใช้พลังงานในห้องรักษาความเย็น)	✓	
4. การแปรรูปกุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว (ปริมาณการใช้น้ำ สารเคมี น้ำแข็ง พลังงาน ปริมาณและคุณสมบัติน้ำเสีย ของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต)	✓	
5. การบรรจุ (ปริมาณการใช้ภาชนะบรรรจุ พลังงาน และปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น)	✓	
6. การผลิตน้ำที่ใช้ในการแปรรูปกุ้ง (ปริมาณการใช้น้ำบาดาล สารเคมี และพลังงาน)	✓	
7. การผลิตภาชนะบรรจุปฐมภูมิ ชนิดถุงตั้งได้ (ปริมาณการใช้วัตถุดิบต่างๆ สารเคมี และพลังงาน ตลอดจนปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น)	✓	
8. การผลิตภาชนะบรรจุทุติยภูมิ ชนิดกล่องลูกฟูก (ปริมาณการใช้วัตถุดิบต่างๆ สารเคมี และพลังงาน ตลอดจนปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น)		✓
9. การบำบัดน้ำเสียรวม (ปริมาณการใช้สารเคมีและพลังงาน ปริมาณน้ำทิ้งและคุณสมบัติของน้ำทิ้งที่ปล่อยสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ)	✓	

<u>วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม</u>

วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม เริ่มจากสร้างผังการไหลในทุกๆ กระบวนการผลิตกุ้ง IQF ตามกระบวนการผลิตย่อยที่แสดงในแผนภาพและตารางข้างต้น โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลมี ดังนี้

(1) ติดต่อประสานงานกับกรรมการผู้จัดการโรงงานแปรรูปกุ้ง เพื่อขอความร่วมมือในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ โดยกล่าวถึงที่มาของโครงการวิจัย วัตถุประสงค์ เป้าหมาย และผลที่คาดว่าจะได้รับ พร้อมทั้งนำเสนอโครงร่างการดำเนินการวิจัย

(2) ทำหนังสือราชการติดต่อเพื่อขอเข้าเยี่ยมชมโรงงาน และอธิบายแผนงานและวิธีดำเนินการอย่างละเอียด และเซ็นสัญญา (เพื่อปกปิดข้อมูลเป็นความลับ) ตลอดจนชี้แจงประเภทของข้อมูลสิ่งแวดล้อมที่ต้องการรวบรวมเพื่อทำความเข้าใจให้ตรงกัน เนื่องจากทางโรงงานไม่อนุญาตให้คณะวิจัยเข้าเยี่ยมชมกระบวนการผลิตเนื่องจากต้องการรักษาความลับ ประกอบกับการรักษามาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยอาหารที่ต้องดำเนินการอย่างเคร่งครัด

(3) จัดทำและส่งแบบสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับระบบการผลิตและกิจกรรมการผลิตที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งแผ่นเก็บรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมแก่เจ้าหน้าที่ฝ่ายจัดซื้อ ฝ่ายการผลิต และฝ่ายสาธารณูปโภค เพื่อชี้แจงและทำความเข้าใจร่วมกันรายละเอียดการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ต้องการ โดยกำหนดให้รวบรวมข้อมูลเฉลี่ยของการผลิตในสามเดือนที่ผ่านมา คือ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2550

รายละเอียดของการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของการผลิตอาหารกุ้งมีดังนี้

การจัดซื้อกุ้งวัตถุดิบจากฟาร์ม ได้แก่ ยานพาหนะที่ใช้ ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งรวมทั้งการไปเยี่ยมชมฟาร์มที่ต้องการจัดซื้อ และการขนส่งกุ้งจากฟาร์มมายังโรงงานแปรรูป ปริมาณการใช้น้ำแข็งระหว่างการขนส่ง รวบรวมจากการสัมภาษณ์ข้อมูลจากผู้จัดการฝ่ายจัดซื้อ

การตรวจคุณภาพกุ้งวัตถุดิบ ได้แก่ ปริมาณการใช้น้ำ และน้ำแข็ง รวบรวมจากการสัมภาษณ์ข้อมูลจากผู้จัดการฝ่ายควบคุมคุณภาพ

การเก็บรักษากุ้งวัตถุดิบก่อนทำการผลิต ได้แก่ ปริมาณการใช้พลังงานในห้องรักษาความเย็นได้จากการสัมภาษณ์ข้อมูลจากผู้จัดการฝ่ายควบคุมคุณภาพ

การแปรรูปกุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว ได้แก่ ปริมาณการใช้น้ำ สารเคมี น้ำแข็ง พลังงาน ปริมาณและคุณสมบัติน้ำเสีย ปริมาณมลพิษและของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต รวบรวมจากข้อมูลจากระบบการบันทึกข้อมูลสิ่งแวดล้อม ตามมาตรฐานระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (ISO 14001, Environmental Management Systems) ส่วนข้อมูลคุณสมบัติน้ำเสียได้จากการสุ่มน้ำตัวอย่างในทุกจุดที่มีการชะล้างน้ำลงสู่ท่อรวบรวมน้ำเสีย เพื่อเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียรวม ได้แก่ กระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้องกับการล้างน้ำเพื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติน้ำเสีย

การบรรจุ ได้แก่ ปริมาณการใช้ภาชนะบรรจุ พลังงาน และปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นได้จากการรวบรวมข้อมูลจากระบบการบันทึกข้อมูลสิ่งแวดล้อมตามมาตรฐานระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (ISO 14001, Environmental Management Systems) ของโรงงานแปรรูป

การผลิตน้ำที่ใช้ในการแปรรูปกุ้ง ได้แก่ ปริมาณการใช้น้ำบาดาล สารเคมี และพลังงาน ได้จากการรวบรวมข้อมูลจากฝ่ายสาธารณูปโภค

การผลิตภาชนะบรรจุปฐมภูมิประเภทถุงตั้งได้ ได้แก่ ปริมาณการใช้วัตถุดิบต่างๆ สารเคมี และพลังงาน ตลอดจนปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น ได้จากการรวบรวมข้อมูลจากโรงงานผลิตภาชนะบรรจุประเภทถุงตั้งได้ ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียดในส่วนถัดจากนี้ไป

การผลิตภาชนะบรรจุทุติยภูมิประเภทกล่องกระดาษลูกฟูก ได้แก่ ปริมาณการใช้วัตถุดิบต่างๆ สารเคมี และพลังงาน ตลอดจนปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น ได้จากข้อมูลทุตยภูมิจากการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของกล่องกระดาษลูกฟูก (Ongmongkolkul, 2001)

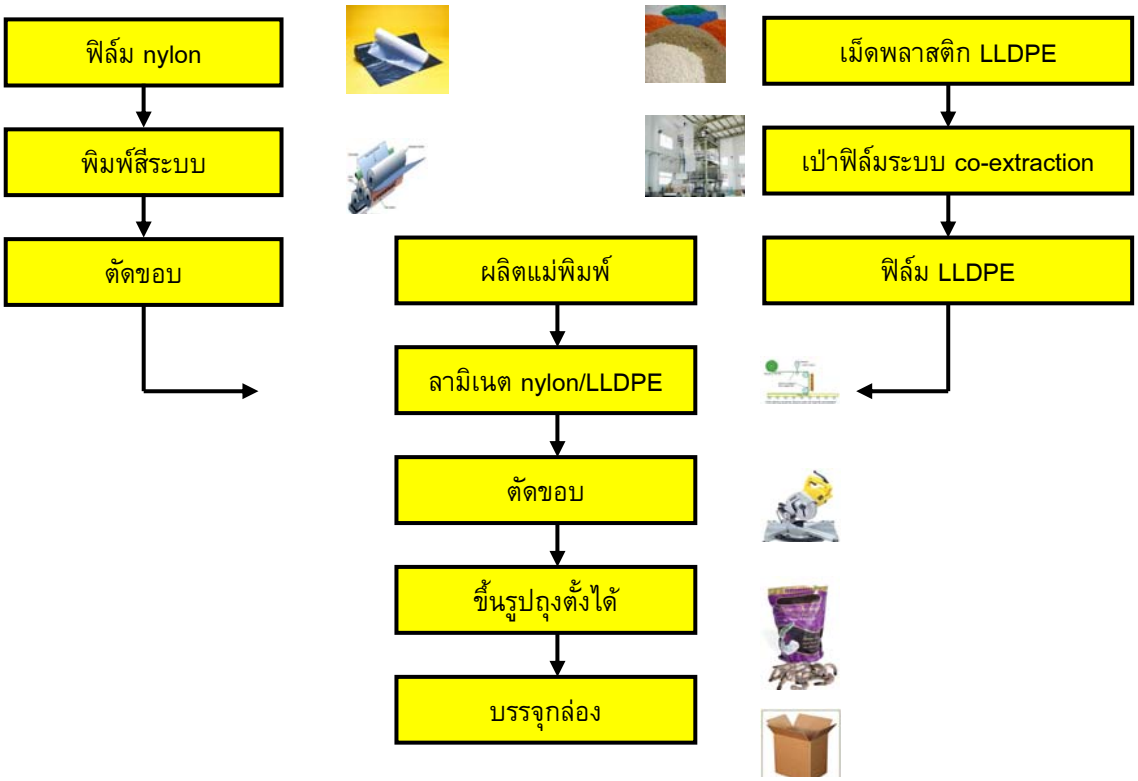
การบำบัดน้ำเสียรวม ได้แก่ ปริมาณการใช้สารเคมี และพลังงาน คุณสมบัติของน้ำทิ้งที่ปล่อยสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ได้จากการรวบรวมข้อมูลจากฝ่ายสาธารณูปโภค

3.2.5 โรงงานผลิตภาชนะบรรจุสำหรับกุ้งแช่แข็ง

<u>ขอบเขตของการศึกษาในโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์สำหรับกุ้งแช่แข็ง</u>

ขอบเขตการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม โรงงานผลิตภาชนะบรรจุสำหรับกุ้งแช่แข็ง ประเภทถุงตั้งได้ ได้ครอบคลุมทุกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องในการผลิต (ภาพที่ 3-6) ตั้งแต่การขนส่งวัตถุดิบ ได้แก่ ฟิล์มไนลอน เม็ดพลาสติก LLDPE สารเคมี เช่น หมึกพิมพ์ กาว ตัวทำละลาย เป็นต้น วัตถุดิบที่ใช้สั่งซื้อจากแหล่งผลิตทั้งภายในและต่างประเทศ การผลิตแม่พิมพ์ การพิมพ์บนไนลอน การตัดขอบ การผลิต LLDPE การลามิเนต nylon กับ

LLDPE การตัดขอบ การขึ้นรูปถุง การบรรจุ และการขนส่งถุงตั้งได้ไปยังโรงงานผลิตกุ้งแช่แข็ง



ภาพที่ 3-6 กิจกรรมการผลิต ณ โรงงานผลิตภาชนะบรรจุ

<u>การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการและแหล่งที่มาของข้อมูล</u>

การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการผลิตถุงตั้งได้ ที่ใช้วัสดุ nylon/LLDPE ทำได้โดยจำแนกการใช้วัตถุดิบ สารเคมี และพลังงาน รวมทั้งการปลดปล่อยของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตสู่สิ่งแวดล้อม ทั้งทางน้ำ อากาศ และดิน ซึ่งกำหนดหน่วยหน้าที่ (functional unit) ที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม คือ ถุงตั้งได้ ขนาด 180 x 280 x 45 มิลลิเมตร สำหรับบรรจุกุ้ง IQF 1 ปอนด์ หรือ 453 กรัม (หรือการบรรจุกุ้ง IQF 1,000 กิโลกรัม จะต้องใช้ถุงจำนวน 2,206 ใบ นั่นเอง) การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการและแหล่งที่มาของข้อมูลแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการและแหล่งที่มาของข้อมูล โรงงานผลิตภาชนะบรรจุ

ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการ	ชนิดข้อมูล	
	ข้อมูลปฐมภูมิ	ข้อมูลทุติยภูมิ
1. การขนส่งวัตถุดิบมายังโรงงานผลิตถุงตั้งได้ (ชนิดยานพาพนะ ระยะทางการขนส่ง ปริมาณเชื้อเพลิง มลพิษอากาศ)		✓
2. การเตรียมวัตถุดิบ (สารเคมี ตัวทำละลาย หมึกพิมพ์ กาว เม็ดพลาสติก)	✓	✓
3. กระบวนการผลิตถุงตั้งได้ ประกอบด้วย การทำแม่พิมพ์ การพิมพ์ การตัดขอบ การลามิเนต การขึ้นรูปถุง และการบรรจุ (ปริมาณการใช้วัตถุดิบ พลังงาน และภาชนะบรรจุ และของเสีย)	✓	

<u>วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม</u>

วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม เริ่มโดยการสร้างแผนผังของกระบวนการผลิตถุงตั้งได้ทุกขั้นตอน ตั้งแต่การทำแม่พิมพ์ การพิมพ์สี การผลิตฟิล์ม การลามิเนต การตัดขอบ การขึ้นรูปถุง และการบรรจุ และของเสียที่เกิดขึ้นในทุกขั้นตอน จากนั้นเก็บข้อมูลการใช้วัตถุดิบ (พลาสติก สารเคมี) พลังงานไฟฟ้า และปริมาณของเสียต่างๆ ที่เกิดขึ้น เช่น เศษพลาสติกในแต่ละขั้นตอน แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้มาประเมินสารขาเข้าและสารขาออก

ขั้นตอนดำเนินการและวิธีการเก็บรวมรวมข้อมูล

(1) ติดต่อประสานงาน เพื่อขอความร่วมมือกับโรงงานผลิตถุงตั้งได้ โดยคัดเลือกจากเกณฑ์กำลังการผลิตสูง และเป็นผู้ผลิตถุงตั้งได้สำหรับบรรจุกุ้ง IQF รายใหญ่ มีการประชุมร่วมกับผู้บริหารและพนักงานผู้รับผิดชอบเพื่อชี้แจงรายละเอียดของโครงการและแผนการดำเนินงาน รวมทั้งทำสัญญารักษาความลับของข้อมูล

(2) เข้าเยี่ยมชมและศึกษากระบวนการผลิตถุงตั้งได้อย่างละเอียด พร้อมจัดทำตารางบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อมให้สอดคล้องกับขอบเขตของการวิจัย เพื่อให้เจ้าหน้าที่ในโรงงานเข้าใจการ ทำงานและแผนงาน และร่วมกันกำหนดวิธีการเก็บข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม จากนั้นติดต่อเจ้าหน้าที่ขอเข้าเก็บข้อมูลภายในโรงงาน เพื่อวางแผนการดำเนินเก็บข้อมูลให้ครบสามซ้ำ ในรอบ 6 เดือน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความความถูกต้องมากที่สุด

(3) รวบรวมข้อมูลบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่กระบวนการผลิตแม่พิมพ์ การพิมพ์บน nylon การผลิตฟิล์ม LLDPE การทำให้เป็นแผ่นบางๆ หรือลามิเนต (laminating) การตัดขอบ การขึ้นรูปถุง และศึกษาปริมาณของเสียในแต่ละขั้นตอน พร้อมสอบถามชนิดวัตถุดิบและแหล่งที่มาของวัตถุดิบนั้นๆ ตลอดจนข้อมูลปริมาณสารเคมีของตัวทำละลาย สี และกาวที่ใช้ในการผลิตถุงตั้งได้ โดยรวบรวมข้อมูลดังกล่าวทั้งหมด 3 ซ้ำ ในช่วงเวลา 6 เดือน ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนกรกฎาคม 2550 โดยนำข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ได้มาประเมินสารขาเข้าและขาออกในแต่ละกระบวนการและดำเนินการคิดเทียบต่อหน่วยหน้าที่ พร้อมทำสมดุลมวลสาร

รายละเอียดของการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของการผลิตถุงตั้งได้ในโรงงานผลิตมีดังนี้

ข้อมูลการขนส่งวัตถุดิบมายังโรงงานผลิตถุงตั้งได้ ได้แก่ ชนิดยานพาหนะ ระยะทางการขนส่ง ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่ง รวบรวมจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ของโรงงาน ส่วนข้อมูลชนิด และปริมาณมลพิษอากาศที่เกิดขึ้นระหว่างการขนส่งนั้น ได้จากข้อมูลในโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อช่วยคำนวณในการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต (SimaPro version 7.1)

ข้อมูลการเตรียมวัตถุดิบ ได้แก่ ปริมาณสารเคมี ตัวทำละลาย หมึกพิมพ์ กาว และเม็ดพลาสติก ได้จากการเก็บข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม โดยการสอบถามข้อมูลจากพนักงานระดับปฏิบัติการโดยตรง

ข้อมูลกระบวนการผลิตถุงตั้งได้ ขนาดบรรจุ 453 กรัม ได้แก่ ปริมาณการใช้วัตถุดิบ ปริมาณการใช้พลังงาน และปริมาณการใช้วัตถุดิบต่างๆ เช่น พลาสติก กาว หมึกพิมพ์ ตัวทำละลาย กล่องกระดาษ การใช้พลังงานไฟฟ้า รวมทั้งปริมาณการเกิดขยะและการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตทั้งหมด ตั้งแต่การทำแม่พิมพ์เพื่อใช้ในการพิมพ์ภาพบนฟิล์มไนลอน จากนั้นนำฟิล์มที่มีการพิมพ์แล้วไปตัดตกแต่งขอบและม้วนเก็บไว้รอการนำไปลามิเนต ผลิตฟิล์ม LLDPE จากเม็ดพลาสติก ม้วนเก็บไว้รอการนำไปลามิเนต นำฟิล์มไนลอนและ LLDPE มาลามิเนต และตัดตกแต่งขอบฟิล์มให้เรียบร้อย นำฟิล์มที่ได้นี้ไปขึ้นรูปถุงตั้งได้ และบรรจุกล่องเพื่อรอการจำหน่ายต่อไป รวบรวมข้อมูล 2 ประเภท คือ ข้อมูลปฐมภูมิ ได้แก่ ขั้นตอนการผลิตถุงตั้งได้ ตั้งแต่ การทำแม่พิมพ์ การพิมพ์ การตัดขอบ การลามิเนต การขึ้นรูปถุง และการบรรจุ ได้จากการเก็บข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมโดยการสอบถามข้อมูลจากพนักงานระดับปฏิบัติการโดยตรง ส่วนการผลิตเม็ด LLDPE และการผลิตฟิล์ม nylon ใช้ข้อมูลในโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อช่วยคำนวณในการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต (SimaPro version

7.1) และข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษอากาศจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า ได้จากข้อมูลทุติยภูมิที่รายงานไว้โดยสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย ในปี 2546

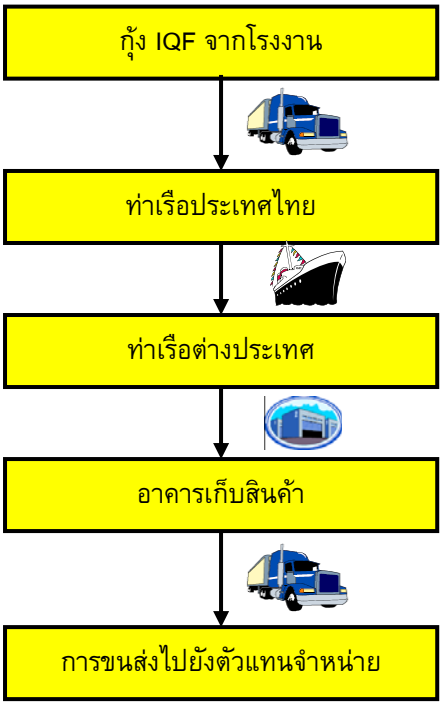
3.2.6 การขนส่งกุ้งแช่เยือกแข็งแบบเป็นตัวไปยังผู้บริโภคที่ต่างประเทศ

<u>ขอบเขตของการศึกษาในขั้นตอนกุ้ง IQF ไปยังผู้บริโภคที่ต่างประเทศ</u>

ขอบเขตของการศึกษาในขั้นตอนการขนส่งกุ้ง IQF ไปยังผู้บริโภคในต่างประเทศ (ภาพที่ 3-7) เริ่มจากการขนส่งกุ้ง IQF จากโรงงานไปยังท่าเรือ จากนั้นนำไปบรรจุใน RTU (Refrigerated Transport Unit)ที่มีการควบคุมอุณหภูมิเพื่อรักษาคุณภาพสินค้าระหว่างการขนส่ง โดยในการศึกษานี้ตั้งสมมุติฐานว่ามีการขนส่งกุ้ง IQF ไปยังประเทศคู่ค้าหลัก ได้แก่ ประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศสหภาพยุโรปและประเทศญี่ปุ่น เมื่อไปถึงยังท่าเรือปลายทางในประเทศจุดหมาย จะมีการโอนถ่ายสินค้าไปเก็บที่อาคารเก็บสินค้าเพื่อรอการมาแสดงความเป็นเจ้าของของผู้สั่งซื้อ ไม่ว่าจะเป็นบริษัทตัวแทนจำหน่าย ผู้ค้าส่งหรือปลีก เป็นต้น เป็นระยะเวลาหนึ่งก่อนที่จะมีการขนส่งไปยังตัวแทนจำหน่ายซึ่งจะเป็นผู้จัดจำหน่ายกุ้ง IQF ไปยังผู้บริโภคสุดท้ายต่อไป

<u>การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการและแหล่งที่มาของข้อมูล</u>

การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการผลิตต่างๆ ทำได้โดยจำแนกการใช้วัตถุดิบธรรมชาติ สารเคมี และพลังงาน รวมทั้งการปลดปล่อยของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตสู่สิ่งแวดล้อม ทั้งทางน้ำ อากาศ และดิน นอกจากกิจกรรมการผลิตหลักๆ ตามที่ได้เสนอข้างต้นแล้ว การประเมินวัฏจักรชีวิตการผลิตอาหารกุ้งยังรวมไปถึงการสกัดวัตถุดิบน้ำมัน และการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ในกระบวนการผลิตก็ดีหรือการขนส่งที่เกี่ยวข้องในทุกๆ ขั้นตอน ซึ่งสามารถจำแนกรายละเอียดข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการและแหล่งที่มาของข้อมูลนั้น ดังแสดงในตารางที่ 3-6



ภาพที่ 3-7 กิจกรรมการขนส่งกุ้ง IQF ไปยังผู้บริโภคที่ต่างประเทศ

ตารางที่ 3-6 การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการและแหล่งที่มาของข้อมูลกิจกรรมการขนส่งกุ้ง IQF ไปยังผู้บริโภคที่ต่างประเทศ

ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการ	ชนิดข้อมูล	
	ข้อมูลปฐมภูมิ	ข้อมูลทุติยภูมิ
1. การขนส่งกุ้ง IQF จากโรงงานแปรรูปไปยังท่าเรือ (ยานพาหนะที่ใช้ ระยะทางการขนส่ง ปริมาณที่ขนส่งต่อรอบ ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ ปริมาณการปลดล่อยอากาศเสียจากการขนส่ง)		✓
2. การขนส่งกุ้ง IQF จากท่าเรือประเทศไทยไปยังท่าเรือต่างประเทศ (ยานพาหนะที่ใช้ ระยะทางการขนส่ง ปริมาณที่ขนส่งต่อรอบ ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ ปริมาณการปลดปล่อยอากาศเสียจากการขนส่ง)		✓
3. การเก็บรักษากุ้ง IQF ในอาคารเก็บสินค้าที่ท่าเรือต่างประเทศ (ปริมาณการใช้พลังงานในการเก็บรักษากุ้ง IQF ในอาคารเก็บสินค้า)		✓
4. การขนส่งกุ้ง IQF ไปยังตัวแทนจำหน่าย (ยานพาพหนะที่ใช้ ระยะทางการขนส่ง ปริมาณที่ขนส่งต่อรอบ ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ ปริมาณการปลดล่อยอากาศเสียจากการขนส่ง)		✓
5. การเก็บรักษาในตู้เย็นของผู้ค้าส่งและปลีก (ปริมาณการใช้พลังงานในการเก็บรักษากุ้ง IQF ในตู้แช่แข็ง)		✓

<u>วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม</u>

ข้อมูลการขนส่งกุ้ง IQF จากโรงงานแปรรูปไปยังท่าเรือ ได้จากการตั้งสมมุติฐานว่าใช้รถบรรทุกที่ควบคุมอุณหภูมิระหว่างการขนส่งซึ่งใช้น้ำมันดีเซลประมาณ 1.5 ลิตรต่อชั่วโมง (Thermo King Thailand, 2004, personal communication) ปริมาณการปลดล่อยอากาศเสียจากการขนส่งได้จากฐานข้อมูลการขนส่งที่รวบรวมไว้ในโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อช่วยคำนวณในการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต (SimaPro version 7.1) ส่วน ระยะทางการขนส่ง ปริมาณที่ขนส่งต่อรอบ ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ ได้จากการสอบถามข้อมูลจากทางโรงงานแปรรูป

ข้อมูลการขนส่งกุ้ง IQF จากท่าเรือประเทศไทยไปยังท่าเรือต่างประเทศ ได้จากการตั้งสมมุติฐานว่าปลายทาง คือ ท่าเรือที่เมืองซีแอตเทล ประเทศสหรัฐอเมริกา ท่าเรือที่เมืองเซาแทม

ตันประเทศอังกฤษ และท่าเรือที่เมืองโตเกียวประเทศญี่ปุ่น โดยระยะทางการขนส่งอาศัยข้อมูลจาก http://www.maritimechain.com/port/port_distance.asp ส่วนปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ ปริมาณการปลดล่อยอากาศเสียจากการขนส่ง ได้จากฐานข้อมูลการขนส่งที่รวบรวมไว้ในโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อช่วยคำนวณในการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต (SimaPro version 7.1)

ข้อมูลการเก็บรักษากุ้ง IQF ในอาคารเก็บสินค้าที่ท่าเรือต่างประเทศ ได้แก่ปริมาณการใช้พลังงานในการเก็บรักษากุ้ง IQF ในอาคารเก็บสินค้าซึ่งอาศัยข้อมูลทุติยภูมิจาก (Eyjolfsdottir *et al*., 2003) ซึ่งเป็นข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานในการเก็บรักษากุ้ง IQF ในอาคารเก็บสินค้าของประเทศอังกฤษ (0.00039 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อกิโลกรัมต่อวัน) โดยเทียบเคียงว่ามีค่าไม่แตกต่างจากปริมาณการใช้พลังงานในการเก็บรักษากุ้ง IQF ในอาคารเก็บสินค้าของประเทศสหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่น ส่วนเวลาในการเก็บรักษากุ้ง IQF ในอาคารเก็บสินค้าคิดเป็นหกวันตามเวลาที่กำหนดให้มีการตรวจรับสินค้า

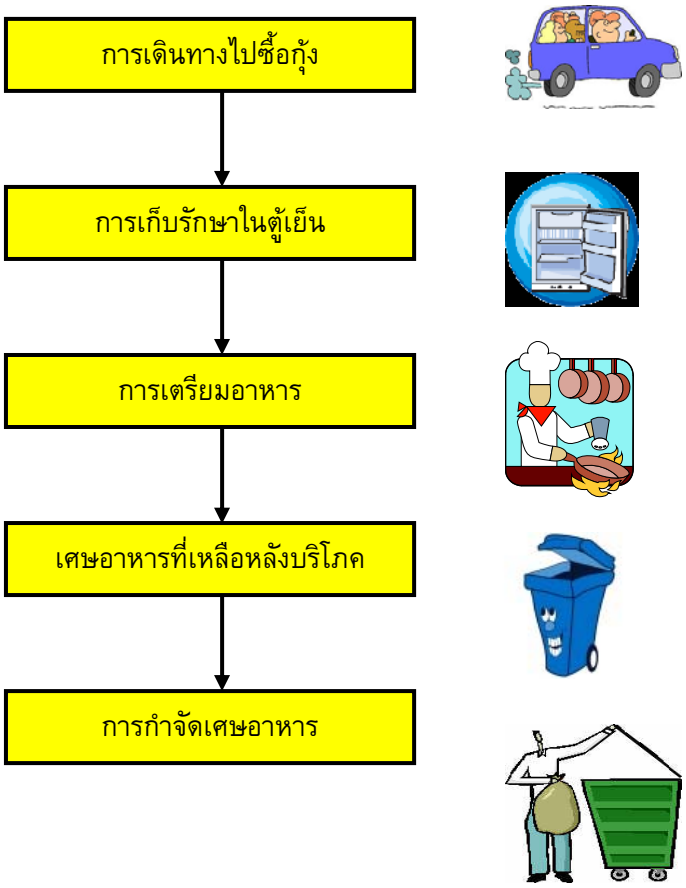
ข้อมูลการขนส่งกุ้ง IQF ไปยังตัวแทนจำหน่าย ใช้ข้อมูลเดียวกันกับข้อมูลการขนส่งกุ้ง IQF จากโรงงานแปรรูปไปยังท่าเรือโดยรถบรรทุกที่ควบคุมอุณหภูมิระหว่างการขนส่ง โดยตั้งสมมุติฐานว่าระยะทางการขนส่งไปยังตัวแทนจำหน่ายคิดเป็น 120 กิโลเมตร โดยมีการเก็บรักษาสินค้าที่ผู้ค้าส่งเป็นเวลาห้าวัน และระยะทางการขนส่งจากผู้ค้าส่งไปยังผู้ค้าปลีก คิดเป็น 120 กิโลเมตร เช่นกัน โดยมีการเก็บรักษาสินค้าที่ผู้ค้าปลีกเป็นเวลาสามวัน

ข้อมูลการเก็บรักษาในตู้แช่แข็งของผู้ค้าส่งและปลีก ได้แก่ ปริมาณการใช้พลังงานในการเก็บรักษากุ้ง IQF ในตู้แช่แข็ง ได้จากข้อมูลทุติยภูมิ (Ziegler *et al*., 2003) ซึ่งเป็นข้อมูลซึ่งเป็นข้อมูลของประเทศสวีเดน (0.025 เมกจูลต่อนาทีและ 2.75 กิโลกรัมต่อวัน ที่ผู้ค้าส่งและปลีกตามลำดับ)

3.2.7 การบริโภคและการจัดการของเสียหลังการบริโภคกุ้งแช่แข็งแบบเป็นตัว

<u>ขอบเขตของการศึกษาในการบริโภคและการจัดการของเสียหลังการบริโภคกุ้ง IQF</u>

ขอบเขตของการศึกษาในการบริโภคและการจัดการของเสียหลังการบริโภคกุ้ง IQF (ภาพที่ 3-8) ครอบคลุมตั้งแต่การเดินทางของผู้บริโภคสุดท้ายไปยังแหล่งจำหน่ายกุ้ง IQF ไม่ว่าจะผ่านผู้ค้าส่งหรือปลีกก็ตาม จากนั้นอาจมีการนำมาเก็บรักษาไว้ในตู้แช่แข็ง (ในกรณีที่ไม่ได้เตรียมอาหารในทันที) ก่อนนำไปเตรียมและปรุงอาหาร การบริโภคและการจัดการเศษอาหารที่เหลือหลังการบริโภค



ภาพที่ 3-8 ขอบเขตการศึกษาการบริโภคและการจัดการของเสียหลังการบริโภคกุ้ง IQF

<u>การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการและแหล่งที่มาของข้อมูล</u>

การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการบริโภค ทำได้โดยจำแนกการใช้น้ำและพลังงาน รวมทั้งการปลดปล่อยของเสียที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถจำแนกรายละเอียดข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการและแหล่งที่มาของข้อมูลนั้น ดังแสดงในตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-7 การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการและแหล่งที่มาของข้อมูลการบริโภคและการจัดการของเสียหลังการบริโภคกุ้ง IQF

ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการ	ชนิดข้อมูล	
	ข้อมูลปฐมภูมิ	ข้อมูลทุติยภูมิ
1. การเก็บรักษากุ้ง IQF ในตู้แช่แข็ง ที่บ้านของผู้บริโภคสุดท้าย (ปริมาณการใช้พลังงาน)		✓*
2. การเตรียมอาหาร (ปริมาณการใช้พลังงานและน้ำ)		✓
3. เศษอาหารหลังการบริโภค (ปริมาณเศษอาหารหลังการบริโภค)		✓
4. การกำจัดเศษอาหารหลังการบริโภค (วิธีการกำจัดเศษอาหารหลังการบริโภค)		✓

<u>วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม</u>

ข้อมูลการเดินทางของผู้บริโภคสุดท้ายเพื่อซื้อจัดซื้อกุ้ง IQF เนื่องจากผู้บริโภคเดินทางเพื่อไปซื้อผลิตภัณฑ์หลายชนิด ในการศึกษานี้จึงไม่นับรวมข้อมูลยานพาหนะที่ใช้ ระยะทางจากบ้านไปยังสถานที่ที่ซื้อกุ้ง IQF เนื่องจากมีขนาดน้อยมาก

ข้อมูลการเก็บรักษากุ้ง IQF ในตู้แช่แข็งที่บ้านของผู้บริโภคสุดท้าย ได้แก่ ปริมาณการใช้พลังงานในการเก็บรักษากุ้ง IQF ในตู้แช่แข็ง ได้จากการตั้งสมมุติฐานเกี่ยวกับขนาดกำลังไฟของตู้แช่แข็งที่ใช้ (0.036 เมกกะจูลต่อวัน) และระยะเวลาในการเก็บรักษากุ้ง IQF ในตู้เย็นก่อนเตรียมและปรุงอาหาร (หนึ่งวัน) โดยอาศัยข้อมูลทุติยภูมิจาก (Jungbluth, 1997)

ข้อมูลการเตรียมอาหาร ได้แก่ ปริมาณการใช้พลังงานและน้ำ ได้จากการตั้งสมมุติฐานว่ากุ้ง IQF หนึ่งถุงใช้บริโภคครั้งเดียวสำหรับสองคน โดยวิธีการเตรียมใช้ไมโครเวฟเพื่อละลายน้ำแข็งจากตัวกุ้งเป็นเวลาห้านาที (0.011 เมกกะจูลต่อนาที) และปรุงอาหารโดยใช้เตาอบเป็นเวลาเจ็ดนาที (0.163 เมกกะจูลต่อนาที) ได้ข้อมูลทุติยภูมิจาก (Jungbluth, 1997) และใช้จานจำนวนสองใบในการบริโภคกุ้ง ทั้งนี้ในการบริโภคอาหารหนึ่งมื้อใช้จานทั้งสิ้นสิบสี่ใบ (0.7 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อการล้างหนึ่งครั้ง) โดยการล้างจานสมมุติให้ล้างครั้งละสิบสี่ใบและปันส่วนพลังงานที่ใช้ในการล้างจานจำนวนสองใบในการบริโภคกุ้ง ทั้งนี้ไม่ได้มีการรวมเอาการบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากการเตรียมอาการและการจ้างลานมาพิจารณาในที่นี้ เนื่องจากไม่สามารถหาข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมได้

ข้อมูลปริมาณขยะหลังการบริโภค ได้แก่ ปริมาณเศษอาหารหลังการบริโภค ได้จากการตั้งสมมุติฐานเกี่ยวกับไม่มีปริมาณเศษอาหารหลังการบริโภคและผลิตขยะจากถุงแบบตั้งเป็นน้ำหนัก 453 กรัม

ข้อมูลการกำจัดเศษอาหารหลังการบริโภค ได้แก่ วิธีการกำจัดเศษอาหารหลังการบริโภคและถุงแบบตั้งได้ อาศัยข้อมูลจากโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อช่วยคำนวณในการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต (SimaPro version 7.1) โดยตั้งสมมุติฐานว่าการจัดการขยะถุงตั้งได้ในประเทศญี่ปุ่นทำโดยการหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่และเผาอย่างละ 50 เปอร์เซ็นต์ ในประเทสอังกฤษทำโดยการหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ 30 เปอร์เซ็นต์ และเผาอย่างละ 70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในประเทศสหรัฐอเมริกาทำโดยการหมุนเวียนเผาและฝังกลบอย่างละ 50 เปอร์เซ็นต์

3.3 การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตลอดวัฏจักรชีวิต

การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมในการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของกุ้ง IQF เป็นการนำเอาข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์บัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนที่ 2 มาประมวลเพื่อคำนวณหาขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยในการศึกษานี้กำหนดวิธีการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมขั้นกลาง (mid-point impacts) โดยอาศัยวิธี CML 2 Baseline 2000 ตามรายละเอียดเชิงหลักการที่ได้อธิบายแล้วในบทที่ 2 ซึ่งสามารถจำแนกกลุ่มผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่สำคัญและพิจารณาในการศึกษานี้ ดังนี้

- ศักยภาพที่ทำให้เกิดการร่อยหรอของทรัพยากรประเภทที่ไม่สามารถทดแทนได้ (Abiotic Depletion Potential, ADP) เป็นดัชนีที่ใช้บ่งชี้ศักยภาพที่ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติประเภทที่ไม่สามารถทดแทนได้ลดลง วัดเป็น kg Sb equivalent
- ศักยภาพที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential, GWP) เป็นดัชนีที่ใช้บ่งชี้ศักยภาพการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน โดยพิจารณาจากความสามารถดูดซับรังสีอินฟราเรดในบรรยากาศ วัดเป็น kg CO_2 equivalent
- ศักยภาพที่ทำให้เกิดความเป็นพิษต่อมนุษย์ (Human Toxicity Potential, HTP) เป็นดัชนีที่ใช้บ่งชี้การสัมผัสกับสารมลพิษทางน้ำ อากาศ และ ดิน ที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ วัดเป็น kg 1,4 dichlorobenzene equivalent
- ศักยภาพที่ทำให้เกิดความเป็นพิษทางบกและทางน้ำ โดยแบ่งเป็นการเกิดความเป็นพิษทางบก (Terrestrial Toxicity Potential, TTP) น้ำจืด (Freshwater Toxicity Potential, FTP) และน้ำทะเล (Marine Toxicity Potential, MTP) เป็นดัชนีที่ใช้บ่งชี้

การสัมผัสกับสารมลพิษทางน้ำ อากาศ และ ดิน ที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อพืชและสัตว์บนบกและในน้ำ วัดเป็น kg 1,4 dichlorobenzene equivalent

- ศักยภาพที่ทำให้เกิดภาวะฝนกรด (Acidification Potential, AP) เป็นดัชนีที่ใช้บ่งชี้การเกิดฝนที่มีสภาวะเป็นกรด วัดเป็น kg SO_2 equivalent
- ศักยภาพที่ทำให้เกิดภาวะการเพิ่มแร่ธาตุในน้ำ (Eutrophication Potential, EP) เป็นดัชนีที่ใช้บ่งชี้การเพิ่มขึ้นของแร่ธาตุอาหารในน้ำที่ทำให้ปรากฏการณ์เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืชนำไปสู่การลดลงของออกซิเจนในน้ำ วัดเป็น kg PO_4^{3-} equivalent

ในการคำนวณหาขนาดของผลกระทบในกลุ่มผลกระทบต่างๆ อ้างอิงค่า characterisation factor เพื่อเทียบค่าความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของสารดังกล่าวกับสารอ้างอิงพื้นฐาน (Sb, CO_2, 1,4 dichlorobenzene, SO_2 และ PO_4^{3-}) จากโปรแกรมช่วยคำนวณในการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต (SimaPro version 7.1)

ทั้งนี้ในส่วนของรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการตีความและแปลผลจะได้นำเสนอรายละเอียดดังกล่าวในบทที่ 4

บทที่ 4 ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

ผลการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว บ่งชี้ว่า ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงกุ้งที่ฟาร์ม ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงที่สุดในห่วงโซ่ ตามด้วยกระบวนการแปรรูป และการบริโภค โดยมีการใช้พลังงานเป็นสาเหตุหลักร่วมในทุกขั้นตอนโดยตลอดห่วงโซ่ และทำให้ทราบว่ากุ้ง IQF 1 ถุง หนัก 453 กรัม ใช้กุ้งดิบ (จากฟาร์ม) จำนวน 1.7 กิโลกรัม น้ำ (ในการผลิตลูกกุ้ง เลี้ยงกุ้ง และแปรรูปกุ้ง) จำนวน 10 ลูกบาศก์เมตร ใช้อาหารเม็ด จำนวน 3.3 กิโลกรัม (ที่มีองค์ประกอบหลัก เป็นปลาป่น จำนวน 1.1 กิโลกรัม ซึ่งทำมาจากปลาเป็ด จำนวน 4.4 กิโลกรัม) ใช้พลังงานในการผลิต (โรงเพาะฟัก ฟาร์ม โรงงานแปรรูปกุ้ง และการผลิตบรรจุภัณฑ์) 39 เมกกะจูล การขนส่งกุ้ง IQF 1 ถุง ใช้พลังงาน 3 เมกกะจูลส่วนการบริโภคใช้พลังงาน 4 เมกกะจูล การผลิตและบริโภคกุ้ง IQF 1 ถุง โดยมีค่าศักยภาพที่ทำให้เกิดการร่อยหรอของทรัพยากรประเภทที่ไม่สามารถทดแทนได้ (Abiotic Depletion Potential, ADP) ประมาณ 0.04-0.05 กิโลกรัม Sb equivalent ค่าศักยภาพที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential, GWP) ประมาณ 5-8 กิโลกรัม CO_2 equivalent ค่าศักยภาพที่ทำให้เกิดความเป็นพิษต่อมนุษย์ (Human Toxicity Potential, HTP) ประมาณ 0.6-0.8 กิโลกรัม 1,4 dichlorobenzene equivalent ค่าศักยภาพที่ทำให้เกิดความเป็นพิษทางบก (Terrestrial Toxicity Potential, TTP) ประมาณ 0.003-0.004 kg 1,4 dichlorobenzene equivalent ค่าศักยภาพที่ทำให้เกิดความเป็นพิษทางน้ำจืด (Freshwater Toxicity Potential, FTP) ประมาณ 0.08-0.11 กิโลกรัม 1,4 dichlorobenzene equivalent และค่าศักยภาพที่ทำให้เกิดความเป็นพิษทางน้ำทะเล (Marine Toxicity Potential, MTP) ประมาณ 394-675 กิโลกรัม 1,4 dichlorobenzene equivalent ค่าศักยภาพที่ทำให้เกิดภาวะฝนกรด (Acidification Potential, AP) ประมาณ 0.04-0.06 กิโลกรัม SO_2 equivalent และค่าศักยภาพการเกิดภาวะการเพิ่มแร่ธาตุในน้ำ (Eutrophication Potential, EP) ประมาณ 0.05-0.10 กิโลกรัม PO_4^{3-} equivalent

ในบทนี้ เป็นการเสนอผลการวิเคราะห์บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม (วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม อธิบายรายละเอียดแล้วในบทที่ 3) รวมทั้งการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตลอดจนการตีความและแปลผลการศึกษา ซึ่งเป็นการดำเนินงานการประเมินวัฏจักรชีวิต ในขั้นตอนที่ 2-4 (ดังอธิบายรายละเอียดแล้วในบทที่ 2) โดยมีลำดับการนำเสนอผลการศึกษาตามลำดับ ดังนี้

- ผลการวิเคราะห์บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อมในแต่ละขั้นตอน
- ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กุ้ง IQF โดยแบ่งเป็นผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยรวมและรายละเอียดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและในแต่ละขั้นตอน
- การตีความแปลผลการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กุ้ง IQF โดยการเปรียบเทียบสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไม IQF กับการศึกษาผลิตภัณฑ์กุ้งกุลาดำแช่แข็งแบบบล็อค รวมทั้งการเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์อาหารอื่นๆ ที่มีการศึกษาก่อนหน้านี้
- การประยุกต์ใช้ผลการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมแบบมีส่วนร่วมภายในห่วงโซ่การผลิตกุ้ง IQF ตลอดจนการเสนอแนะการพัฒนาดัชนีชี้วัดสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์กุ้ง

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในแต่ละขั้นตอน

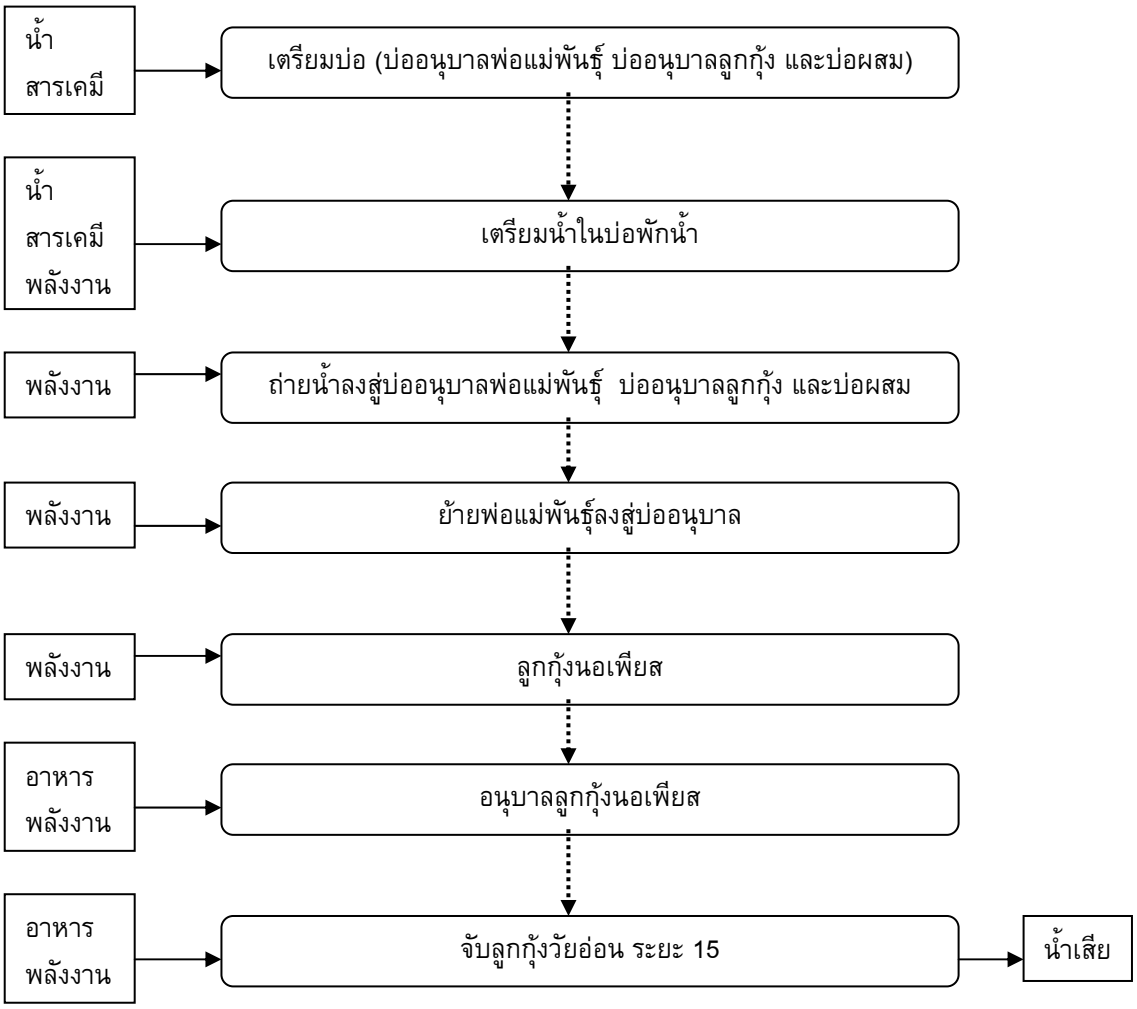
4.1.1 โรงเพาะฟักลูกกุ้ง

<u>ระบบการผลิตและเทคโนโลยีที่ใช้ในการเพาะฟักลูกกุ้ง</u>

ระบบการผลิตลูกกุ้ง เป็นระบบโรงเรือนที่ปิด ประกอบด้วยบ่อพักน้ำหลังจากที่สูบน้ำดิบเข้ามาทำการพักน้ำไว้สำหรับใช้ในฟาร์มโรงเพาะฟักบ่อเตรียมน้ำมีขนาด 20 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นบ่อที่ใช้ในการเตรียมน้ำสำหรับการใช้ในฟาร์มซึ่งเป็นบ่อที่ต้องใช้คลอรีนในการฆ่าเชื้อจำนวนกว่า 6 บ่อ นอกจากนี้ยังมีบ่อสำหรับพ่อแม่พันธุ์เป็นบ่อสำหรับการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ โดยการแยกพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ออกจากกัน ในบ่อขนาด 6x6 เมตร ในอัตราความหนาแน่น 300-350 ตัว บ่อสำหรับการผสมพันธุ์จะทำการนำพ่อแม่ที่พร้อมนำไปใส่ในบ่อพ่อพันธุ์ ในการวางไข่จะนิยมใช้แบบบ่อรวม คือนำแม่กุ้งที่พร้อมสำหรับวางไข่จำนวน 100 ตัว ใส่ในบ่อขนาด 5x5 เมตร เพื่อทำการวางไข่ เมื่อแม่กุ้งวางไข่เสร็จจะทำการนำแม่กุ้งออกจากบ่อเพาะไปไว้ในบ่อพ่อแม่พันธุ์ ส่วนไข่ในบ่อนี้จะรอจนกว่าฟักเป็นนอเพลียส แล้วทำการรวบรวมเพื่อนำไปทำการอนุบาลในบ่ออนุบาลกุ้งระยะหลังวัยอ่อน (post-larvae) ซึ่งต้องใช้บ่อที่อยู่ในโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิเป็นอย่างดี โดยมีขนาดของบ่ออนุบาลความจุ 7-15 ลูกบาศก์เมตร และบ่อสำหรับการเพาะอาหารลูกกุ้ง ได้แก่ บ่อเพาะแพลงก์ตอนและบ่อเพาะฟักอาร์ทีเมีย เป็นต้น ซึ่งจะมีอย่างเพียงพอสำหรับที่จะผลิตลูกกุ้งตามต้องการ สำหรับพ่อแม่พันธุ์กุ้งขาวแวนนาไมในประเทศไทยนั้น อาศัยการนำเข้าจากต่างประเทศ โดยมากมาจากโรงเพาะฟักในประเทศสหรัฐอเมริกาที่ผ่านการรับรองจากกรมประมง นำเข้ามาเลี้ยงในบ่อเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ขนาด 20 ตารางเมตร ในอัตราความหนาแน่น 10 ตัวต่อตารางเมตร มีความลึกของน้ำ 45 เซนติเมตร ที่ระดับความเค็ม 30 ส่วนในล้านส่วน (ppt) น้ำที่ใช้ในโรงเพาะฟักทั้งหมดผ่านการกรองและฆ่า

เชื้อด้วยแสงยูวี (ultraviolet, UV) และคลอรีน มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ และให้อาหารพ่อแม่พันธุ์กุ้ง ได้แก่ เพรียงเลือด (blood worm) หรือเพรียงทราย และ อาหารสด ได้แก่ หอยแมลงภู่และปลาหมึก เป็นต้น ช่วงที่สร้างไข่จะมีการใช้เพรียงทรายเป็นหลักวันละ 10-15 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

การผสมพันธุ์กุ้งขาวแวนนาไมในโรงเพาะฟัก จะนำพ่อแม่พันธุ์ปล่อยในบ่อเดียวกันในอัตราส่วน 1:1 เพื่อให้กุ้งผสมพันธุ์แล้วทำการตรวจเช็คแม่กุ้งที่มีไข่ในระยะสุดท้าย ย้ายมาใส่ในถังขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-2 เมตร ใส่แม่กุ้ง 1-2 ตัว เพื่อให้แม่กุ้งวางไข่ หลังจากแม่กุ้งวางไข่เสร็จแล้วจะนำพ่อแม่กุ้งไปปล่อยในบ่อพ่อแม่พันธุ์ ส่วนไข่ที่ได้จะทำการสุ่มนับจำนวน และรอจนกว่าฟักเป็นนอเพลียสจึงจะทำการนับจำนวน แม่กุ้ง 1 ตัวจะให้ไข่กุ้งประมาณ 100,000-200,000 ฟอง มีอัตราการฟักร้อยละ 75-80 จากนั้นทำการรวบรวมนอเพลียสเพื่อทำการอนุบาลเป็นกุ้งระยะหลังวัยอ่อนต่อไป โดยนำไปอนุบาลในบ่อขนาดความจุ 7-15 ลูกบาศก์เมตร นำน้ำใส่ในระดับสูง 45 เซนติเมตร ขณะเลี้ยงต้องควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในระดับ 28-30 องศาเซลเซียส มีการให้อาหารกุ้งวัยอ่อนในระยะซูเอีย 1 คือ คีโตเซอรอส (*Chaetoceros sp.*) ต่อมาเมื่อเข้าระยะไมซีสเริ่มเสริมอาร์ทีเมียและเมื่อเข้าสู่ระยะโพสลาร์วาจะเสริมด้วยอาหารเสริมสำเร็จรูปผสมกับอาร์ทีเมีย ในขณะอนุบาลมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำและค่อยลดความเค็มของน้ำลงเพื่อให้ได้ตามที่จะนำไปเลี้ยง ภายหลังจากอนุบาลลูกกุ้งระยะหลังวัยอ่อนระยะที่ 12 ขึ้นไป ทำการเก็บเกี่ยวลูกกุ้งโดยการถ่ายน้ำออกและทำการนำลูกกุ้งมาทำการบรรจุใส่ถุงเพื่อทำการจำหน่ายให้กับฟาร์มหรือทำการลำเลียงไปเลี้ยงในบ่อดินใส่ถุงปริมาตรน้ำ 1.5 ลิตร มีลูกกุ้งหนาแน่น 1,500-2,000 ตัว



ภาพที่ 4-1 สารขาเข้าและสารขาออกในการเพาะลูกกุ้งที่โรงเพาะฟัก

<u>ผลการวิเคราะห์ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม</u>

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ปริมาณสารขาเข้าและสารขาออกของการผลิตลูกกุ้งที่โรงเพาะฟัก (ตารางที่ 4-1) พบว่าอาศัยการนำเข้าพ่อแม่พันธุ์มาจากประเทศสหรัฐอเมริกาทีละเป็นพันตัว โดยขนส่งทางอากาศมายังสนามบินสุวรรณภูมิและหาดใหญ่ จากนั้นขนส่งทางบกโดยใช้รถโดยสารส่วนบุคคลมายังโรงเพาะฟัก ซึ่งแม่กุ้ง 1 ตัว สามารถใช้ในการผลิตไข่ได้ถึง 100,000-500,000 ฟอง โดยมีอัตรารอดระหว่าง 60-70 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณการใช้น้ำในการผลิตคิดเป็น 14 ลูกบาศก์เมตรต่อการผลิตลูกกุ้งจำนวน 100,000 ตัว ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าคิดเป็น 105 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อการผลิตลูกกุ้งจำนวน 100,000 ตัว ส่วนอาหารที่ใช้ในการอนุบาล พ่อแม่พันธุ์คือเพรียงและปลาหมึกเพื่อเร่งให้เกิดการออกไข่ ส่วนอาหารลูกกุ้งใช้ทั้งอาร์ทีเมียและอาหารเม็ดสำเร็จรูป โดยอัตราการใช้อาร์ทีเมียมีค่าเป็น 6 กิโลกรัมต่อการผลิตลูกกุ้งจำนวน 1,000,000 ตัว

4.1.2 ฟาร์มเลี้ยงกุ้ง

<u>ระบบการผลิตและเทคโนโลยีที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้ง</u>

ระบบการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม เลี้ยงในบ่อรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือผืนผ้า ขนาดตั้งแต่ 3-6 ไร่ ซึ่งเดิมเป็นบ่อที่ใช้เลี้ยงกุ้งกุลาดำก่อนหน้านี้วิธีการเลี้ยงเริ่มจากการเตรียมบ่อโดยปรับคันบ่อและพื้นบ่อ หลังจากนั้นใช้วัสดุปูน (ปูนขาว: CaOH หรือปูนแคลเซียมคาร์บอเนต: $CaCO_3$) หว่านกระจายบริเวณพื้นบ่อ พร้อมทั้งทำการวางเครื่องตีน้ำ ในตำแหน่งเหมาะสมต่อการไหลเวียนของน้ำเพื่อช่วยรวมตะกอนที่กลางบ่อ รวมทั้งมีจำนวนเครื่องตีน้ำเพียงพอสำหรับการเพิ่มออกซิเจนให้กับกุ้งในบ่อ ส่วนใหญ่เครื่องตีน้ำแบบ paddle wheel โดยการใช้แหล่งพลังงานจากไฟฟ้าและน้ำมัน (กรณีที่พื้นที่เลี้ยงไม่มีไฟฟ้า) จากนั้นมีการนำน้ำทะเลสดหรือน้ำในบ่อพักน้ำ กรองน้ำผ่านผ้ากรองเพื่อป้องกันสัตว์น้ำอื่นๆ ที่อาจเป็นผู้ล่าหรือพาหะนำโรคมาสู่กุ้งได้ เติมน้ำจนได้ระดับน้ำ 1.5 เมตร ทำการเปิดเครื่องตีน้ำเป็นเวลา 2 วันเพื่อให้ไข่ของสัตว์น้ำอื่นๆ ฟักออกเป็นตัว แล้วจะลงยาฆ่าเชื้อโรคและฆ่าศัตรูกุ้งโดยส่วนใหญ่เกษตรกรผู้เลี้ยงมักเลือกใช้คลอรีน จำนวนประมาณ 25 กิโลกรัมต่อไร่ หรือโพวิโดนไอโอดีนจำนวนประมาณ 4 ลิตรต่อไร่ หรือกากชาจำนวนประมาณ 10 กิโลกรัมต่อไร่ หลังจากนั้นทิ้งไว้ประมาณ 10 วัน เริ่มทำสีน้ำเพื่อสร้างแพลงก์ตอนให้เป็นอาหารแก่ลูกกุ้งวัยอ่อน และเช็คคุณภาพน้ำให้ได้ตามมาตรฐานการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

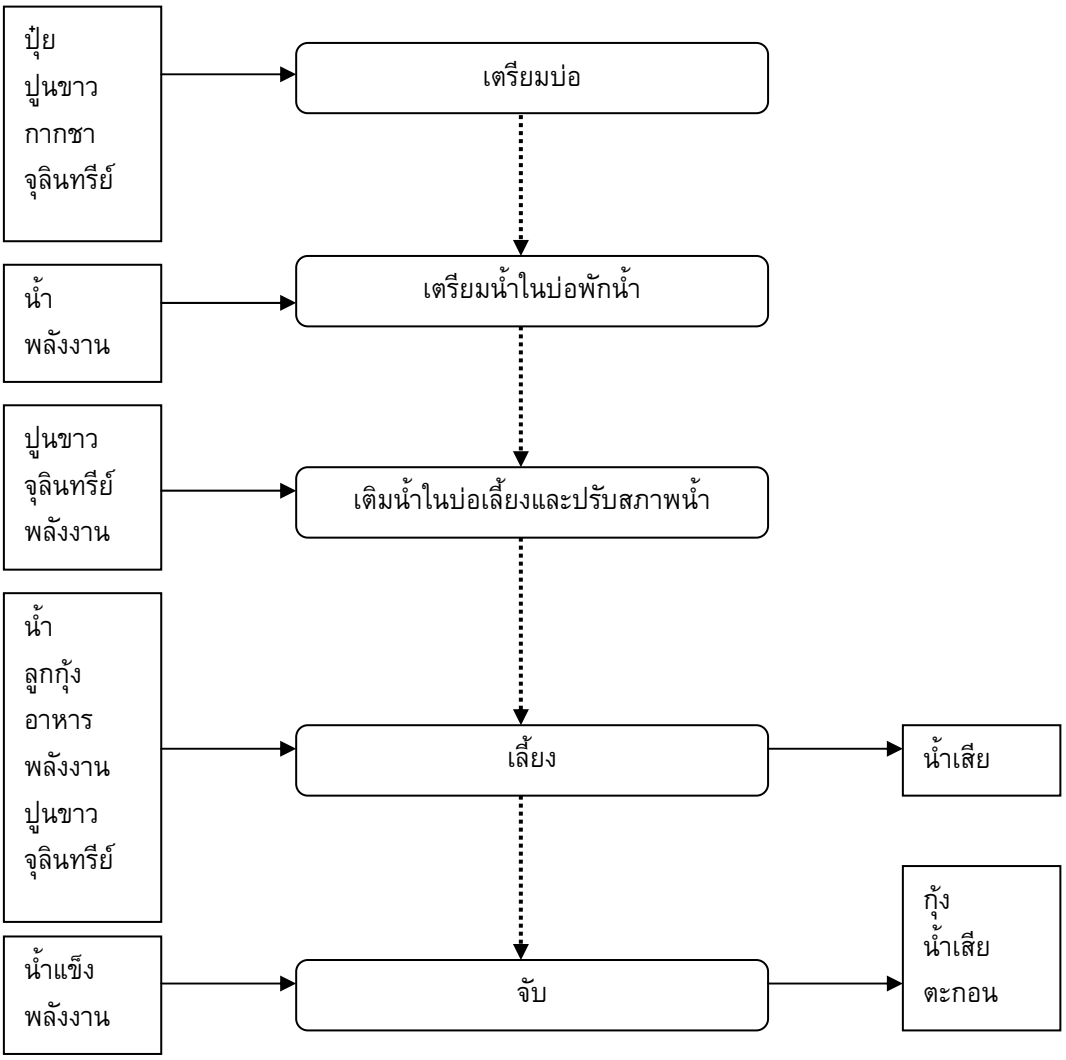
การปล่อยลูกกุ้งขาวแวนนาไม ทำโดยการเลือกลูกกุ้งระยะหลังวัยอ่อนที่ 12–15 ที่มีลักษณะสีแดงของหนวดต้องไม่แดงเป็นปล้องๆ ปลายกรีตรงไม่งอนขึ้น ตาโต ลำตัวอ้วนและสั้น หน้าอกใหญ่ มีการเคลื่อนไหวเร็ว มีขนาดไล่เลี่ยกัน และผ่านการตรวจด้วยวิธีพีซีอาร์ (Polymerase Chain Reaction หรือ PCR) แล้วว่าไม่มีเชื้อไวรัส Taura Syndrome Virus (TSV) และ Infectious Hypodermal and Haematopoietic Necrosis Virus (IHHNV) เป็นที่เรียบร้อยแล้ว พร้อมทั้งทำการปรับความเค็มให้ใกล้เคียงกับน้ำในบ่อเลี้ยง นำลูกกุ้งมาปล่อยในบ่อเลี้ยงในอัตราความหนาแน่นประมาณ 150,000 ตัวต่อไร่

สำหรับการให้อาหารกุ้งจะทำการนำอาหารสำเร็จรูปมาใช้ในช่วงแรกจะให้อาหารวันละ 2-3 มื้อ โดยทำการหว่านทั่วบ่อ เมื่อกุ้งอายุได้เดือนกว่าๆ จะทำการใช้ยอเพื่อดูสุขภาพกุ้งและการเข้ายอของลูกกุ้ง และเริ่มเช็คยอเมื่อกุ้งอายุ 45 วัน จนกุ้งมีอายุสองเดือนจะให้อาหารกุ้งเป็น 4 มื้อ พร้อมทั้งทำการเช็คยอ เพื่อดูความต้องการอาหารของกุ้งในบ่อและประเมินอัตรารอดกุ้ง และเป็นการควบคุมปริมาณแอมโมเนียในบ่อด้วย ขณะเดียวกันมีการชั่งวัดขนาดกุ้งเป็นระยะเพื่อประเมินอัตราการเจริญเติบโต ขณะทำการเลี้ยงมีการจัดการคุณภาพน้ำในบ่อ โดยทำการควบคุมคุณภาพน้ำ ได้แก่ พีเอชให้อยู่ในระดับ 7.5-8.5 โดยการเติมวัสดุปูนในกรณีที่พีเอชต่ำ และมีการเติมแร่ธาตุโดยเฉพาะวัสดุปูนที่มีธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบเพื่อ

รักษาระดับอิออนต่างๆ ในน้ำให้เหมาะสม โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่กุ้งลอกคราบ จะให้โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม เป็นต้น ในปริมาณที่สูงเพื่อใช้ในการสร้างเปลือก โดยต้องควบคุมให้มีแคลเซียมประมาณ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร และแมกนีเซียมสูงกว่า 300 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นต้น พร้อมทั้งทำการตรวจเช็คสุขภาพกุ้งอย่างสม่ำเสมอ และทำการถ่ายน้ำในระหว่างการเลี้ยงเพื่อรักษาคุณภาพน้ำให้เหมาะสมเพื่อที่จะให้กุ้งสามารถเจริญเติบโตได้ถึงขนาดตลาด เป็นระยะเวลา 120 วัน เมื่อดำเนินการเลี้ยงได้ระยะขนาดตลาดทำการจับกุ้งโดยการติดต่อห้องเย็นหรือแพกุ้งมาทำการประมูลราคา จนเป็นที่พอใจของฟาร์ม แล้วทำการจับกุ้งโดยการปล่อยน้ำออกจากบ่อขณะเดียวกันทำการจับกุ้งโดยการใช้อวนลากลงในบ่อ และนำกุ้งที่จับได้มาทำการน๊อคด้วยน้ำเย็นที่เตรียมไว้ จากนั้นทำการนำมาชั่งน้ำหนักและคัดขนาดกุ้ง และนำกุ้งใส่ในรถห้องเย็นเพื่อทำการลำเลียงสู่โรงงานแปรรูปต่อไป

<u>ผลการวิเคราะห์ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม</u>

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ปริมาณสารขาเข้าและสารขาออกของการผลิตกุ้งจำนวน 1 ตัน ที่ฟาร์มเลี้ยงกุ้งจำนวน 5 ฟาร์ม ในพื้นที่เลี้ยงกุ้งของสองจังหวัด คือ อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา และอำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่ามีปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตต่อการเลี้ยงกุ้งจำนวน 1,000 กิโลกรัม ดังนี้ ปริมาณการใช้น้ำมีค่าระหว่าง 1,760-9,158 ลูกบาศก์เมตร ปริมาณการใช้ลูกกุ้งมีค่าระหว่าง 53,333-126,024 ตัว ปริมาณการใช้อาหารมีค่าระหว่าง1,401-1,952 กิโลกรัม ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องตีน้ำ (ในกรณีที่ใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างเดียว) มีค่าระหว่าง 1,840-3,833 กิโลวัตต์ชั่วโมง ส่วนปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าร่วมกับน้ำมันดีเซลสำหรับเครื่องตีน้ำ มีค่าระหว่าง 429-2,860 กิโลวัตต์ชั่วโมงและน้ำมันดีเซลมีค่าระหว่าง124-640 ลิตร (ตารางที่ 4-1)

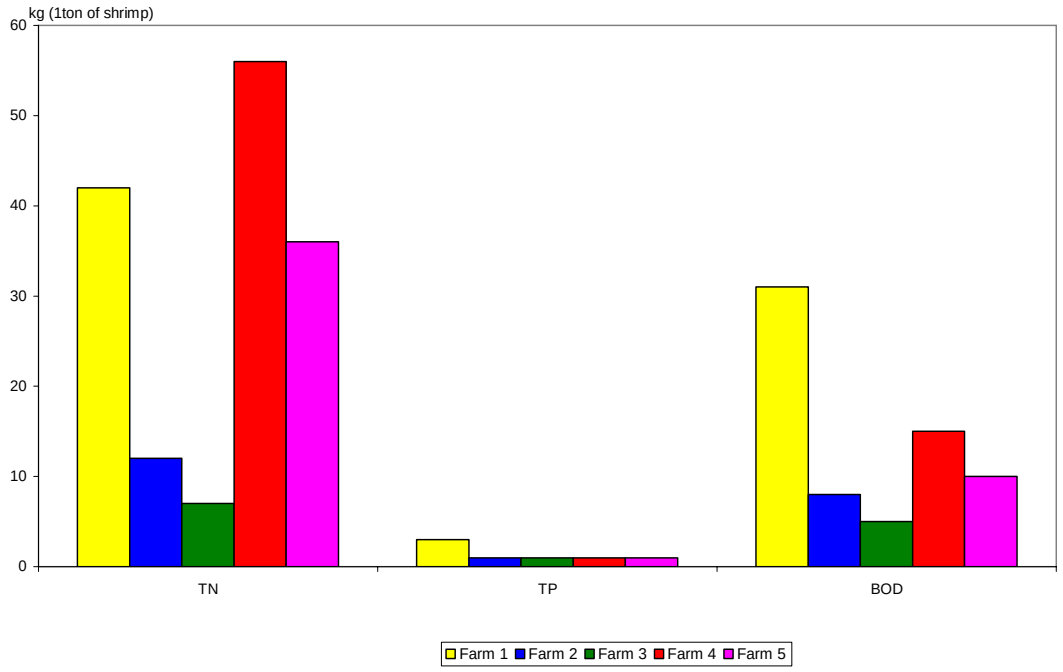


ภาพที่ 4-2 สารขาเข้าและสารขาออกในการเลี้ยงกุ้งที่ฟาร์ม

ตารางที่ 4-1 ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมบางรายการของการเลี้ยงกุ้งจำนวน 1,000 กิโลกรัม

ฟาร์มที่	น้ำ (m^3)	ลูกกุ้ง (ตัว)	อาหาร (kg)	ไฟฟ้า (kWh)	น้ำมันดีเซล (L)
1	9,158	126,024	1,780	3,833	0
2	2,113	56,604	1,676	1,840	0
3	1,396	54,545	1,401	2,860	124
4	2,622	63,025	1,952	429	588
5	1,760	53,333	1,833	544	640

ส่วนข้อมูลเกี่ยวกับน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งที่มักถูกระบายลงสู่คลองระบายน้ำระยะทางหนึ่งก่อนที่จะไหลลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ พบว่ามีปริมาณสารอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำทิ้งของฟาร์มทั้งห้ามีค่าต่างกันค่อนข้างมาก โดยฟาร์มที่ 1 มีปริมาณสารอินทรีย์และฟอสฟอรัสสูงสุด ฟาร์มที่ 4 มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุด (ภาพที่ 4-3) นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในส่วนของตะกอนเลนมีค่าสูงกว่าปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่พบในน้ำทิ้ง (มากกว่า 4 เท่าในทุกฟาร์ม)



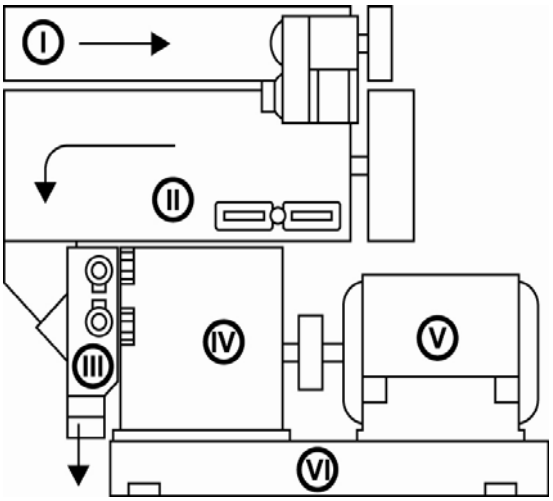
ภาพที่ 4-3 ปริมาณสารอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ในน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้ง

4.1.3 โรงงานผลิตอาหารกุ้ง

<u>ระบบการผลิตและเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตอาหารกุ้ง</u>

เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตอาหารกุ้งของโรงงานที่ทำการศึกษา พบว่าใช้เครื่องอัดเม็ดแบบจม เนื่องจากอาหารที่ผลิตได้จะมีความแข็งแรงมากและจมน้ำ มีความถ่วงจำเพาะประมาณ 0.5-0.6 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ดังนั้นจึงเหมาะกับพฤติกรรมการกินอาหารของกุ้ง ซึ่งกินอาหารที่ก้นบ่ออย่างช้าๆ โดยการทำงานของเครื่องอัดเม็ดแบบจม จะมีการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นและความดันระหว่างการผลิตอยู่ตลอดเวลา ขั้นตอนการทำงานของเครื่องอัดเม็ดแบบจม (ภาพที่ 4-4) จะเริ่มจากอาหารที่ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันในเครื่องผสมอาหาร (อาหารในสภาพแห้ง) จะถูกลำเลียงเข้ามายังช่องรับอาหาร (feeder) จากนั้นอาหารผสมจะเคลื่อนที่ช้าๆ เข้าไปในห้องผสมไอน้ำ (steam conditioning chamber or conditioner) ภายในห้องผสมไอน้ำ

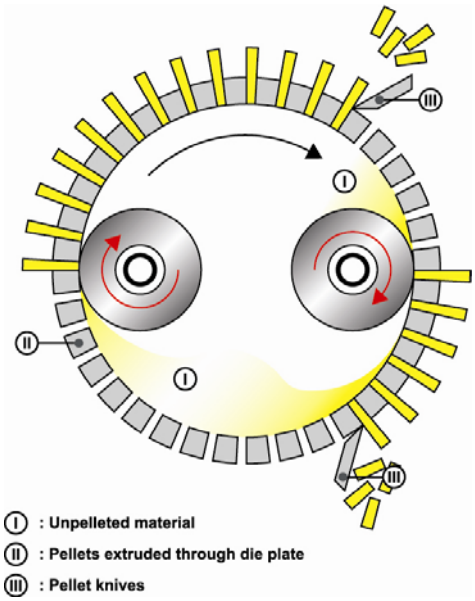
จะมีการฉีดไอน้ำร้อนออกมาผสมกับอาหารและยังมีการให้ความร้อนที่ผนังของเครื่องอีกด้วย ผสมประมาณ 16-18 เปอร์เซ็นต์ มีการควบคุมความดันและปรับอุณหภูมิภายในห้องให้ไม่ต่ำกว่า 90 องศาเซลเซียส และมีหัวตีอาหารอยู่ภายในช่วยตีอาหารให้ผสมเข้ากับไอน้ำร้อนได้ดีขึ้น ทำให้อาหารเปียกและนิ่ม โดยอาหารจะสุกประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ อาหารผสมจะผสมอยู่ในห้องไอน้ำประมาณ 5-25 วินาที จึงเคลื่อนมายังห้องอัดเม็ด (pelleter)



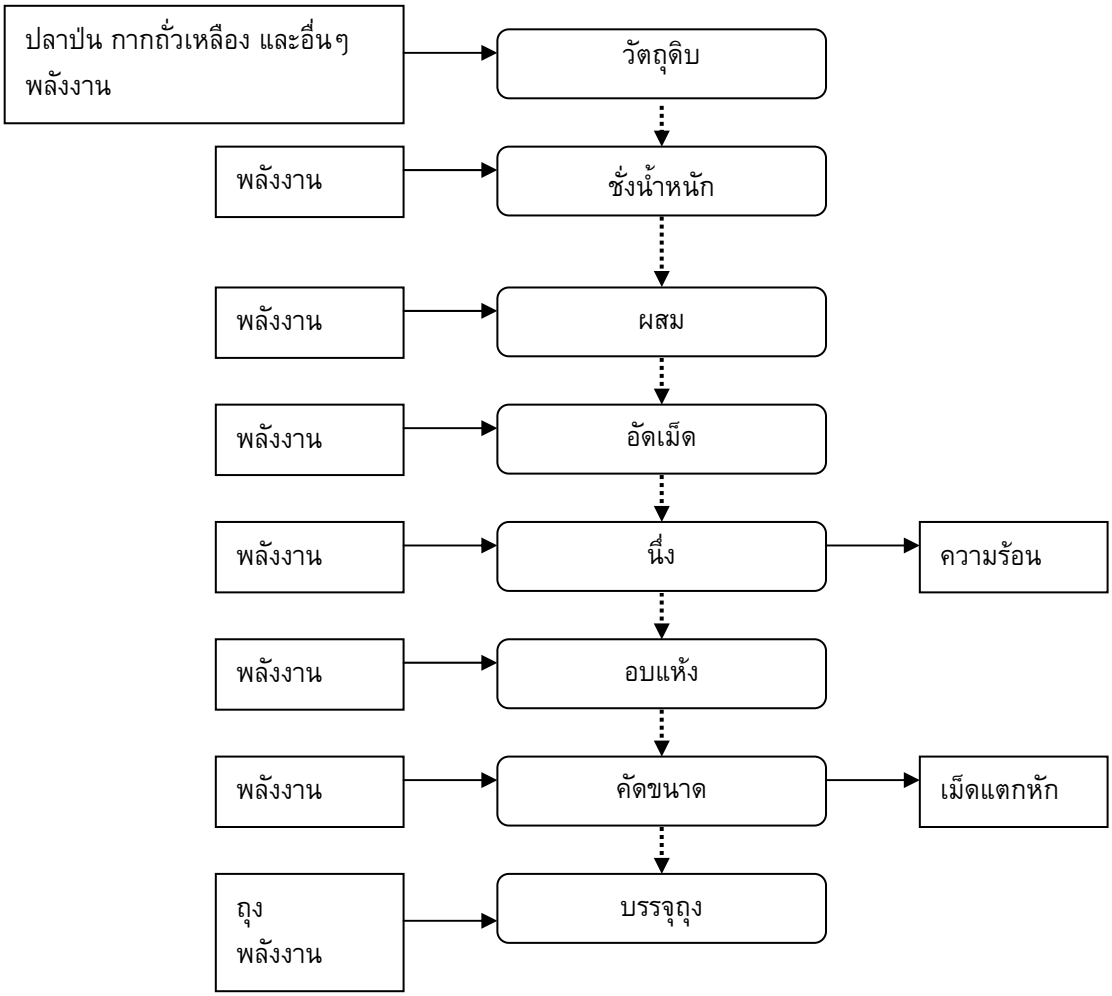
ภาพที่ 4-4 เครื่องอัดเม็ดแบบจม โดยลูกศรแสดงการเคลื่อนที่ของอาหาร และ I = Feeder, II = Conditioner, III = Pelleter, IV = Speed reducer, V = Motor, VI = Base

จากนั้นอาหารผสมจะเคลื่อนที่มายังระหว่างลูกกลิ้งและหน้าแว่น (ภาพที่ 4-5) ซึ่งจะหมุนในทิศทางเดียวกัน และอาหารจะถูกกลิ้งอัดผ่านรูหน้าแว่นออกมาเป็นแท่งยาวตามขนาดของรู จากนั้นอาหารจะถูกใบมีดในมุมเฉียงตัดให้เป็นแท่งยาวหรือสั้น ขึ้นอยู่กับการตั้งระยะห่างระหว่างใบมีดกับหน้าแว่น และในทำนองเดียวกันไม่ควรมากเกิน 8-10 เปอร์เซ็นต์ เพราะอาหารมีแรงอัดไม่มากจะทำให้อาหารไม่แข็งหรือไม่แน่นเท่าที่ควร แต่ถ้าต้องการให้เม็ดอาหารจมน้ำมีไขมันมากขึ้น จะนิยมสเปรย์ไขมันเคลือบผิวอาหารเม็ดภายหลังเสร็จสิ้นการอัดเม็ด ในขั้นตอนการอัดอาหารเป็นเม็ด ความร้อนจากไอน้ำที่ใช้มีผลต่อวิตามินซี เอ อี และเค เนื่องจากวิตามินดังกล่าวถูกทำลายด้วยความร้อนได้ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพที่ใช้ความชื้นและความร้อนสูงหากไม่มีการป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชันจะทำให้วิตามินซีสูญหายได้ง่าย ในขณะเดียวกันความร้อนและความชื้นจากการอัดเม็ดอาหารสามารถเปลี่ยนวิตามินบางชนิดซึ่งอยู่ในรูปที่สัตว์ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ให้อยู่ในรูปที่สัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ อาหารที่ได้จากการอัดเม็ดจะเรียกว่าอาหารเม็ด (pellet) จะมีขนาดใหญ่ เหมาะสำหรับสัตว์น้ำระยะวัยรุ่นขึ้นไป ถ้าต้องการให้มีขนาดเล็กลงเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อนต้องนำอาหารเม็ดมาบดให้มีขนาดเล็กจน

เป็นผง (meal) หรือเป็นเกล็ด (crumble) ตามขนาดของสัตว์น้ำ ซึ่งหลังจากอัดเป็นเม็ดอาหารแล้ว เม็ดอาหารที่ได้จะยังมีความร้อนอยู่ จึงต้องผ่านเม็ดอาหารเข้าเครื่องทำให้เย็นและร้อนอีกครั้งหนึ่ง จนอาหารมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้องจึงบรรจุลงหีบห่อ



ภาพที่ 4-5 ลูกกลิ้งและหน้าแว่นของเครื่องอัดอาหารเม็ดแบบจม



ภาพที่ 4-6 สารขาเข้าและสารขาออกในการผลิตอาหารกุ้ง

<u>ผลการวิเคราะห์ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม</u>

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมตามที่ได้อธิบายมาแล้วข้างต้น ได้ทำการคำนวณปริมาณสารขาเข้าและสารขาออกของการผลิตในการผลิตอาหารกุ้งจำนวน 1,000 กิโลกรัม ที่โรงงานผลิตอาหารกุ้งที่อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา พบว่าการผลิตอาหารกุ้งมีการใช้วัตถุดิบมากถึง 23 รายการ แบ่งได้เป็นวัตถุดิบจากการเกษตรกรรมจำนวน 12 รายการ วัตถุดิบจากการประมง 10 รายการ และการนำอาหารที่ไม่ได้ขนาด (เล็กหรือใหญ่เกินไป รวมทั้งเศษอาหารและวัตถุดิบที่หล่นตามพื้น) มาใช้ซ้ำ โดยมีการนำเข้าวัตถุดิบหลายรายการจากต่างประเทศ จากการวิเคราะห์ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในการผลิตอาหารกุ้งจำนวน 1,000 กิโลกรัม พบว่าวัตถุดิบหลักที่ใช้ คือ ปลาป่น แป้งสาลี และกากถั่วเหลือง โดยในอาหารกุ้งกุลาดำจะใช้ปลาป่นจำนวน 342 กิโลกรัม และใช้กากถั่วเหลืองจำนวน 171 กิโลกรัม ในขณะที่อาหารกุ้งขาวแวนนาไมใช้ปลาป่นลดลงเหลือเพียง 258 กิโลกรัม ใช้แป้งสาลีในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน จำนวน 280 กิโลกรัม แต่ใช้กากถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นเป็น 219 กิโลกรัม โดยสัดส่วน

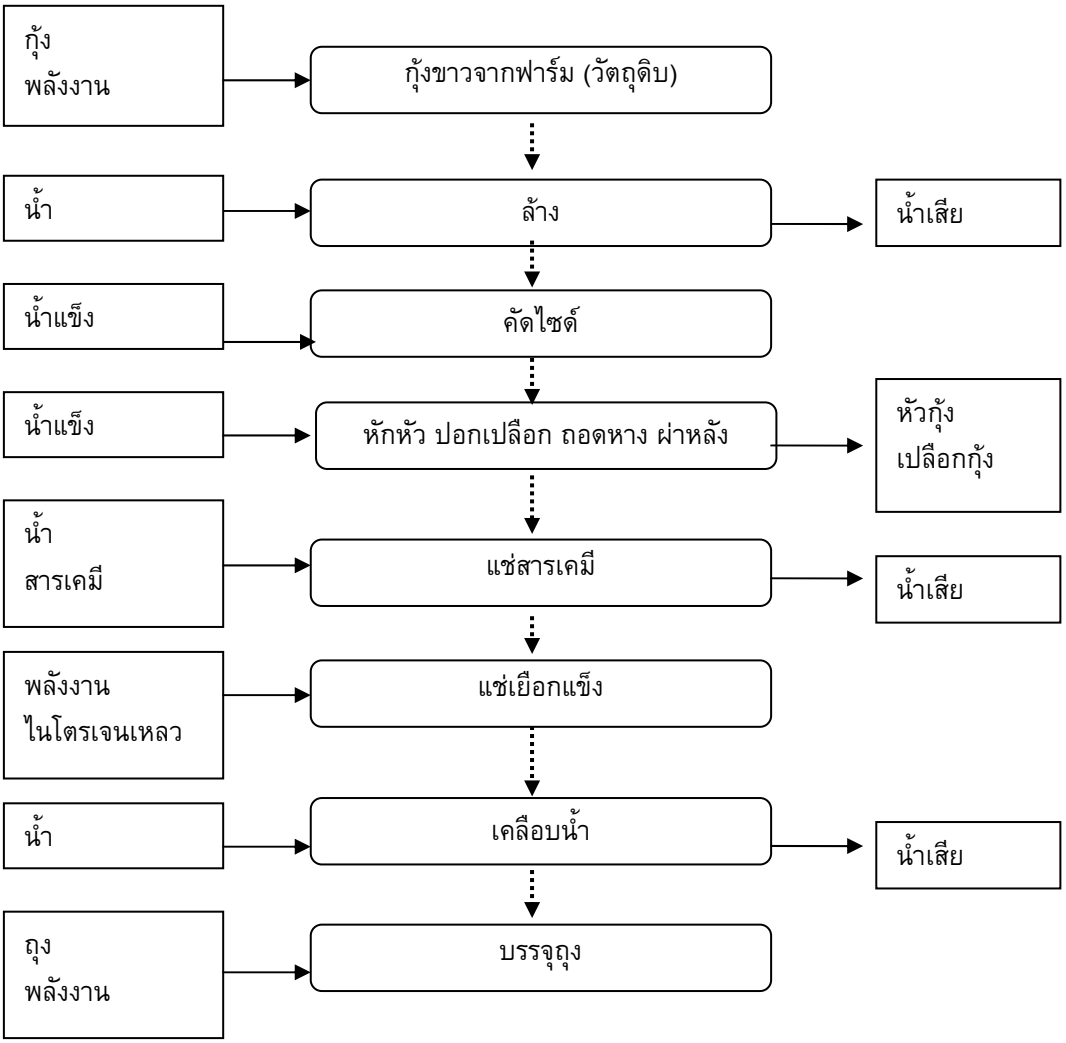
ของการใช้แป้งสาลีและวัตถุดิบชนิดอื่นๆ ที่เป็นส่วนผสมในอาหารกุ้งทั้งสองชนิดนี้ใกล้เคียงกัน รวมทั้งการใช้พลังงานไฟฟ้า น้ำมันเตา และน้ำมันดีเซลในการผลิตอาหารกุ้งมีปริมาณเท่ากัน คือ ใช้ไฟฟ้า 320 กิโลวัตต์ชั่วโมง น้ำมันเตา 19 ลิตร และน้ำมันดีเซลประมาณ 0.5 ลิตร ส่วนกระสอบที่ใช้บรรจุอาหารกุ้งได้ 25 กิโลกรัม ผลิตมาจากพลาสติกและกระดาษอัดรวมกัน มีน้ำหนักเฉลี่ยกระสอบละ 0.15 กิโลกรัม โดยในการผลิตอาหารกุ้ง 1,000 กิโลกรัม จะใช้กระสอบทั้งหมดหนัก 6 กิโลกรัม

สำหรับการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตอาหารกุ้ง พบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นหลักเนื่องจากขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการผลิตใช้เครื่องจักรควบคุม ตามด้วยการใช้น้ำเพื่อผลิตเป็นไอน้ำทำให้เกิดเขม่ามีประมาณ 90 กิโลกรัมต่อวัน และมีน้ำเสียจากกระบวนการผลิตแต่มีปริมาณน้อยมาก คือ ประมาณ 3 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน เนื่องจากน้ำที่ใช้เป็นการต้มเพื่อใช้ไอน้ำเป็นหลัก การใช้น้ำมันเตาในการต้มน้ำจะเกิดปัญหาเรื่องมีเศษน้ำมันเตาเกิดขึ้นซึ่งถือเป็นขยะอันตราย ส่วนมลพิษที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต ทางโรงงานได้ทำการกำจัดและบำบัดมลพิษก่อนปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมดังนี้ การจัดการน้ำเสีย มีการบำบัดโดยการตกตะกอนและเพิ่มอากาศโดยใช้เครื่องตีน้ำ จากนั้นพักน้ำเป็นระยะเวลาหนึ่งก่อนปล่อยออกนอกโรงงาน การจัดการเขม่าจากหม้อไอน้ำจะนำไปกำจัดโดยการฝังกลบ การจัดการเศษน้ำมันเตา ซึ่งถือเป็นกากมลพิษอุตสาหกรรมที่ต้องกำจัดให้ถูกต้องตามกฎหมาย ซึ่งกำจัดโดยขายให้โรงงานรับจำกัดกากมลพิษอุตสาหกรรมนำไปกำจัดต่อไป และการจัดการขยะภาชนะบรรจุขายให้รถรับซื้อของเก่าเพื่อนำไปใช้ซ้ำหรือหมุนเวียนในกิจกรรมอื่นๆต่อไป

4.1.4 โรงงานแปรรูปกุ้ง

<u>ระบบการผลิตและเทคโนโลยีที่ใช้ในผลิตกุ้ง IQF</u>

การแปรรูปกุ้งขาวแวนนาไมโดยการแช่แข็งแบบเป็นตัว ในที่นี้เรียกชื่อว่า กุ้ง IQF มีกระบวนการผลิตเริ่มจากโดยผ่านการล้างวัตถุดิบด้วยน้ำเย็น (อุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส) พร้อมผสมสารเคมีเกรด A จำนวน 4 ครั้ง ก่อนคัดขนาดและแยกตำหนิออก จากนั้นทำการหักหัว ปอกเปลือก ผ่าหลัง และล้างด้วยน้ำเย็นผสมสารเคมี A อีกจำนวน 2 ครั้ง หลังจากนั้นนำกุ้งไปแช่ในสารเคมี B และน้ำเกลือแล้วปั่นเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ตามด้วยการแช่น้ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งให้สะเด็ดน้ำก่อนนำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ถึง -25 องศาเซลเซียส ก่อนชั่งน้ำหนักและเคลือบด้วยน้ำเย็น (0-3 องศาเซลเซียส) ก่อนบรรจุถุง ปิดผนึกและให้ผ่านเครื่องตรวจจับโลหะ แล้วบรรจุลงกล่อง ก่อนจัดเก็บในคลังสินค้าเพื่อการขนส่งไปยังท่าเรือต่อไป จะเห็นได้ว่าสารขาเข้าของกระบวนการผลิตกุ้ง IQF ได้แก่ น้ำ สารเคมี พลังงาน น้ำแข็ง และภาชนะบรรจุ (ถุงและกล่อง)

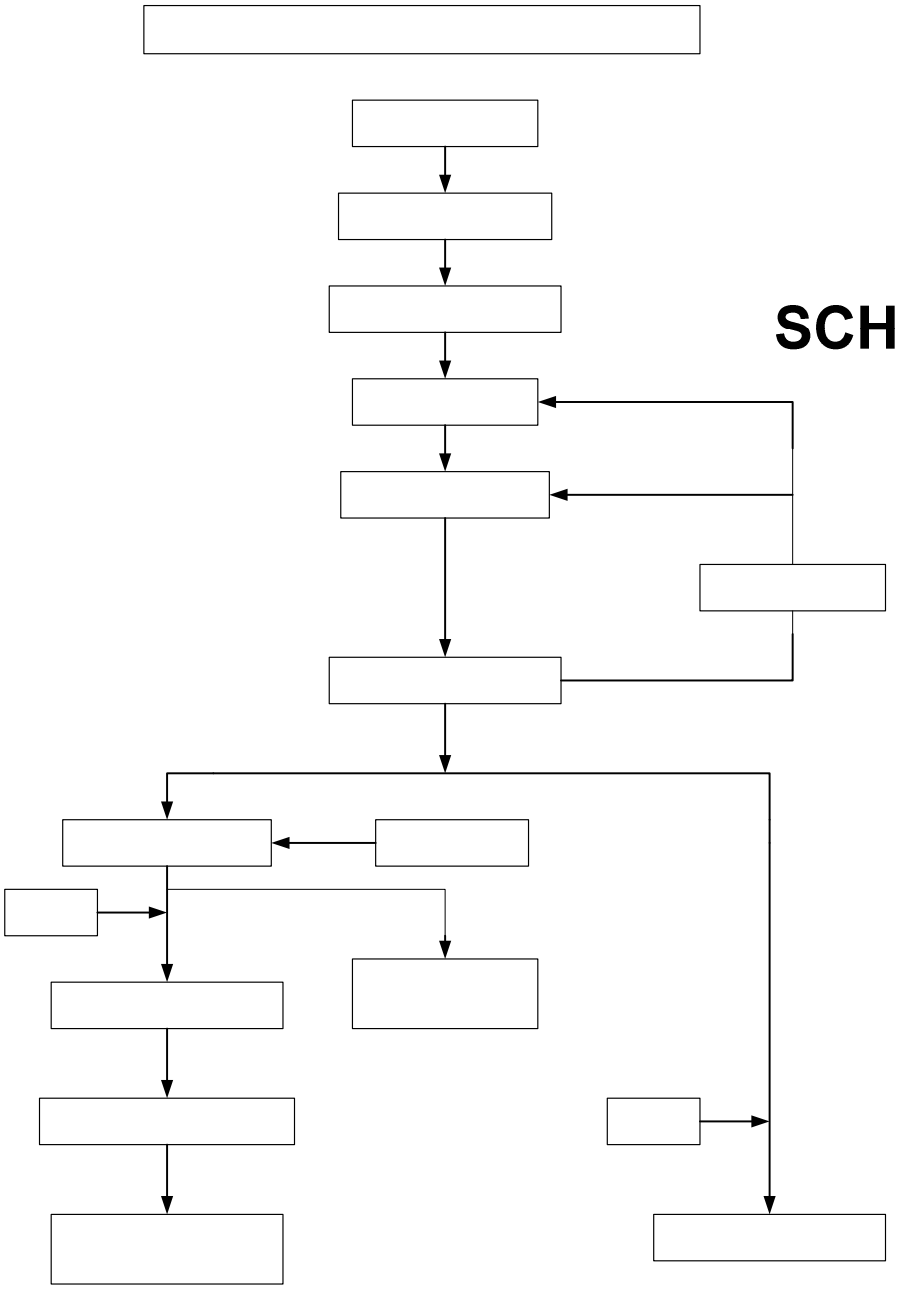


ภาพที่ 4-7 สารขาเข้าและสารขาออกในการผลิตกุ้ง IQF ที่โรงงานแปรรูป

จะเห็นได้ว่ามีการใช้น้ำในกระบวนการผลิตค่อนข้างมาก (ปริมาณน้ำใช้ของโรงงานเท่ากับ 900 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน) ทางบริษัทฯ จึงทำการผลิตน้ำเอง โดยใช้น้ำดิบจากน้ำบาดาลที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพน้ำดังแสดงในภาพที่ 4-8 โดยบริษัททำการปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล โดยให้น้ำไหลผ่านชั้นถาดหลายชั้น (oxidation trays) ให้น้ำสัมผัสกับอากาศ เก็บในถังน้ำดิบ จากนั้นผ่านเข้าถังกรอง เพื่อกำจัดเหล็กจำนวน 4 เครื่อง จากนั้นผ่านเข้าถังกรองคาร์บอนจำนวน 2 ถัง เก็บในถังเก็บและฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน ได้น้ำใช้สำหรับใช้ในกระบวนการผลิต สำหรับน้ำที่จะป้อนเข้าหม้อน้ำ จะต้องผ่านการกำจัดความกระด้าง ในถังบรรจุเรซินจำนวน 4 ถัง และฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน เก็บในถังเย็นปริมาตร 30 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 2 ถัง ก่อนผ่านเข้าเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนให้น้ำมีอุณหภูมิ 7-10 องศาเซลเซียส ก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต และใช้น้ำนี้ในการทำน้ำแข็งด้วย สำหรับสารเคมีที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ คือ คลอรีน โดยใช้ในความเข้มข้น 3 พีพีเอ็ม 2 จุด ดังนั้นปริมาณคลอรีนที่ใช้ต่อวัน 6 กิโลกรัมต่อ

ลูกบาศก์เมตร (หรือ 2,700 กิโลกรัมต่อจุดต่อวัน) มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในการปั๊มน้ำด้วยปั๊มขนาด 20 แรงม้า (ค่าไฟฟ้า 336 กิโลวัตต์ชั่วโมง x 4 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง หรือ 1,344 บาทต่อวัน) ใช้ไฟฟ้าสำหรับ heat exchanger 25 กิโลวัตต์ 24 ชั่วโมง เท่ากับ 360 กิโลวัตต์ชั่วโมง (1,440 บาทต่อวัน)

ในส่วนของสารขาออก ได้แก่ ของเสียที่เกิดขึ้น วัสดุเศษเหลือที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต กุ้ง IQF คือ หัวกุ้งและเปลือกกุ้ง การจัดการวัสดุเศษเหลือจากกระบวนการแปรรูปพบว่ามีผู้มารับซื้อจากโรงงานไปเป็นอาหารเป็ดหรืออบแห้งขายเป็นอาหารสัตว์ จึงไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของโรงงาน สำหรับการจัดการน้ำเสีย มีการรวบรวมน้ำเสียจากทุกหน่วยผลิตของโรงงานผ่านระบบท่อรองรับน้ำเสีย ที่แยกจากท่อรองรับฝนตก ดังนั้นน้ำเสียจากหน่วยผลิตของกุ้ง IQF จากกระบวนการล้างวัตถุดิบซึ่งมีอยู่ถึง 6 ขั้นตอนด้วยกัน (ดังรายละเอียดอธิบายในบทที่ 3) จะถูกรวมกับน้ำเสียจากแหล่งอื่นๆ เพื่อเข้าบำบัดในระบบบำบัดน้ำเสีย ดังแสดงในภาพที่ 4-9 ปริมาณน้ำเสียของโรงงานเท่ากับ 800 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน น้ำเสียจากบ่อพักจะถูกปั๊มผ่านเข้าเครื่องแยกกาก ก่อนปล่อยเข้าบ่อบำบัดน้ำเสียจำนวน 6 บ่อ มีขนาดความจุในช่วง 3,400-12,160 ลูกบาศก์เมตร โดยบ่อที่ 1-3 เป็นบ่อไร้อากาศ บ่อที่ 4 มีเครื่องเติมอากาศแบบ paddle wheel ขนาด 10 แรงม้า 3 ชุด ใช้เวลาในการเดินเครื่อง 24 ชั่วโมง บ่อที่ 5 ใช้เครื่องเติมอากาศขนาดแบบ paddle wheel 10 แรงม้า 2 ชุด และเครื่องเติมอากาศ (air jet) 5 ตัวขนาด 5.5 กิโลวัตต์ ใช้เวลาในการเดินเครื่อง 24 ชั่วโมง ส่วนบ่อที่ 6 เป็นบ่อตกตะกอน เพื่อส่งน้ำเสียไปยังทะเลด้วยปั๊ม 11 กิโลวัตต์ ดังนั้น ไฟฟ้าที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียทั้งบ่อ 4 และ 5 เท่ากับ 1,500 กิโลวัตต์ชั่วโมง หากคิดค่าไฟฟ้าในราคา 4 บาท ต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง จะมีค่าใช้จ่าย 6,000 บาทต่อวัน หรือ 180,000 บาทต่อเดือน ลักษณะการไหลของน้ำเสียเป็นการไหลแบบ overflow น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจนได้คุณภาพตามมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรมจะปล่อยลงสู่ทะเล



SCHEMATIC FLO

DEEP

OXIDATIO

RAW WAT

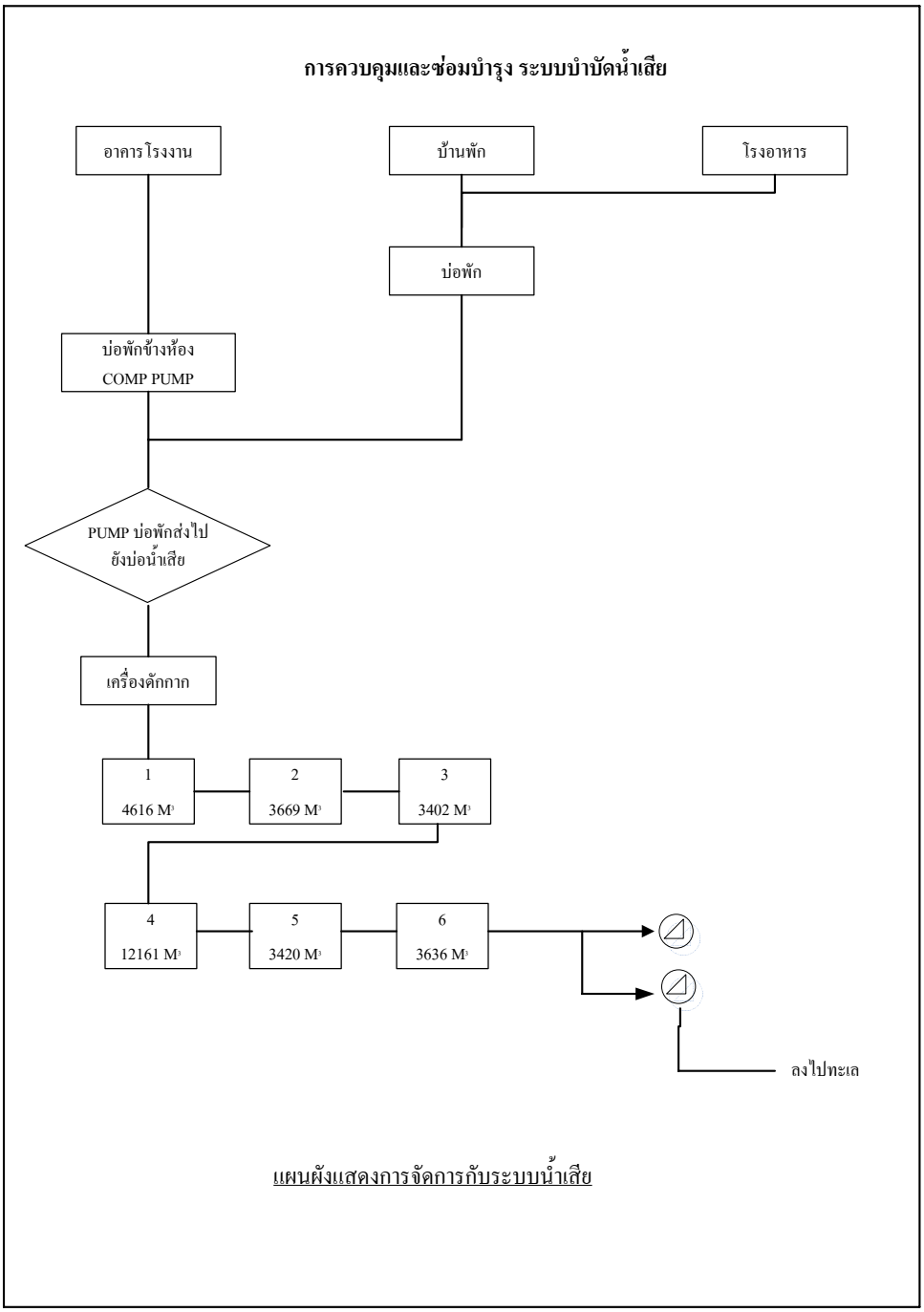
DEIRON

CATION

ภาพที่ 4-8 ขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลเพื่อนำน้ำมาใช้ในกระบวนการผลิต

CLEAR WA

SOFTENER NaC



ภาพที่ 4-9 แผนผังการจัดการระบบบำบัดน้ำเสียรวมจากกระบวนการผลิตทั้งหมด

ในส่วนการควบคุมคุณภาพด้านความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็ง เริ่มตั้งแต่ระดับฟาร์ม การเก็บเกี่ยวกุ้ง การขนส่ง จนเข้าสู่โรงงานเพื่อแปรรูป และการจัดจำหน่าย บริษัทฯได้จัดให้มีมาตรการเชิงป้องกันโดยอาศัยหลักของ HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) เพื่อป้องกันอันตราย (hazards) ซึ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยง

กุ้ง อันตรายมีทั้งอันตรายทางชีวภาพ ทางเคมี และทางกายภาพ ดังแสดงในตารางที่ 4-2 และจุดควบคุมวิกฤต (critical control point) ในการแปรรูปกุ้ง คือ การรับวัตถุดิบ การปอกเปลือก การแช่แข็ง การเคลือบน้ำ (glazing) และการบรรจุ สำหรับผลิตภัณฑ์สุก จุดวิกฤตเพิ่มเติมที่สำคัญคือ การต้มและการทำให้เย็น

ตารางที่ 4-2 อันตราย (hazards) ที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงและแปรรูปกุ้ง

ประเภท	ตัวอย่างอันตราย
อันตรายทางชีวภาพ	แบคทีเรียก่อโรค *Salmonella, Shigella, E. coli, Vibrio cholerae, V. parahaemolyticus, V. vulnificus, Listeria monocytogenes*, etc.
อันตรายทางเคมี	สารตกค้าง ฮอร์โมน สารควบคุมการเจริญ ยาปฏิชีวนะ ได้แก่ คลอแรมฟีนีคอล ไนโตรฟูแรนและเมแทบอไลท์ และยาปฏิชีวนะที่รับอนุญาตให้ใช้ได้แต่ต้องมีปริมาณสารตกค้างไม่เกินตามปริมาณสูงสุดที่กำหนดให้มีได้ (Maximum Residue Limit, MRL)
	สารฆ่าแมลงตกค้างสารกำจัดวัชพืช สารกำจัดเชื้อรา และสารกำจัดแมลง
อันตรายทางกายภาพ	แก้ว ไม้ และโลหะ เป็นต้น

หมายเหตุ: บริษัทฯ มีการตรวจติดตาม (monitoring) คุณภาพทั้งวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ โดยมีการตรวจวิเคราะห์ค่าต่างๆ ดังนี้ Total Plate Count (TPC), Coliform, *E. coli, Staphylococcus, Salmonella, V. parahaemolyticus* และ *V. cholerae*

อนึ่งบริษัทฯ ได้เล็งเห็นความสำคัญในการควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบกุ้ง ซึ่งจัดเป็นจุดควบคุมวิกฤต และเป็นการทวนสอบระบบการประเมินที่ฟาร์มเพาะเลี้ยงกุ้ง นอกจากนี้บริษัทฯ ยังได้มีการจัดการเรื่องการควบคุมคุณภาพด้านความปลอดภัยอาหารและการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อสอดคล้องกับความต้องการของประเทศคู่ค้าหลักได้แก่ ประเทศสหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่นโดยเฉพาะประเทศสหรัฐอเมริกา จะเข้มงวดในเรื่องการตรวจสอบสิ่งปนเปื้อนและจุลินทรีย์ในอาหารจึงได้กำหนดให้มีการตรวจระดับของยาปฏิชีวนะที่ตกค้างในกุ้งที่ฟาร์ม โดยการสุ่มตัวอย่างกุ้งจากบ่อ ในระยะเวลากว่า 3 เดือนก่อนการจับ แล้วออกใบรับรองว่าปลอดสารเคมีตกค้าง โดยวัตถุดิบที่โรงงานตั้งไว้ในการรับซื้อกุ้งขาวแวนนาไม แบ่งเป็นเกรด A, B และ C สำหรับขนาดของกุ้งขาวแวนนาไม แบ่งเป็น 3 ระดับคือ ขนาด 30-40, 60-75 และ มากกว่า 100 ตัวต่อกิโลกรัม ซึ่งขึ้นกับความต้องการของลูกค้าแต่ละประเทศและฤดูกาล นอกจากนี้ลูกค้าในสหรัฐอเมริกา ยังต้องการให้บริษัทมีใบรับรองด้านสิ่งแวดล้อมจาก ACC (Aquaculture

Certification Council) เช่น ในเรื่องผลกระทบต่อคุณภาพแหล่งน้ำ และป่าชายเลน เป็นต้น โดยเน้นความปลอดภัยตั้งแต่แหล่งวัตถุดิบจนถึงผู้บริโภค (from farm to table) แม้ว่าบริษัทจะได้รับการรับรองด้าน GMP (Good Manufacturing Practice), HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) และระบบมาตรฐานสากล ISO 9000 และ ISO 18000 แล้วก็ตาม

บริษัทฯ จึงได้กำหนดมาตรการการจัดซื้อกุ้งวัตถุดิบ เพื่อให้สามารถผลิตสินค้าได้ตามความต้องการของลูกค้า ดังต่อไปนี้

(1) การตรวจสอบวิธีการเลี้ยงกุ้งโดยทีมงานของบริษัท เพื่อซักถามเกี่ยวกับการจัดการฟาร์ม การใช้ยาปฏิชีวนะ และการเกิดโรค

(2) การสร้างบริษัทเครือข่ายที่ครอบคลุมทั้งโรงเพาะเลี้ยงลูกกุ้งและโรงงานผลิตอาหารกุ้ง ทำให้มั่นใจในคุณภาพทุกขั้นตอนและสามารถสอบกลับได้ (traceability) อย่างแม่นยำและรวดเร็ว เพื่อให้ได้ตามข้อกำหนดในการสั่งซื้อ (purchasing specification)

(3) การสร้างทีมจับกุ้งของบริษัท เพื่อดำเนินการควบคุมคุณภาพในระหว่างการจับและเก็บรักษาหลังจับเพื่อรอการขนส่ง และในระหว่างการขนส่งไปด้วยดี

(4) การกำหนดระยะเวลาที่จับกุ้งจนถึงโรงงานไม่เกิน 5 ชั่วโมง และต้องควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 5 องศาเซลเซียส โดยต้องมีน้ำแข็งรองเต็มก้นถังบรรจุและมีน้ำแข็งเพียงพอ

(5) การกำหนดให้ผู้ส่งวัตถุดิบเข้าโรงงานแสดงเอกสารการผ่านระบบรับรอง GAP และ CoC ซึ่งออกโดยกรมประมง รวมทั้งแสดงหนังสือกำกับการจำหน่ายสัตว์น้ำ (Movement Document, MD) ซึ่งออกโดยศูนย์ตรวจสอบและควบคุมสัตว์น้ำ

<u>ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารขาเข้าและสารขาออกของการผลิตกุ้ง IQF</u>

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมตามที่ได้อธิบายมาแล้วในบทที่ 3 ได้ทำการคำนวณปริมาณสารขาเข้าและสารขาออกของการผลิต (ตารางที่ 4-3) พบว่าสารขาเข้าหลัก ได้แก่ กุ้งดิบจากฟาร์มเป็นวัตถุดิบหลัก การใช้น้ำล้างกุ้งในกระบวนการผลิต การใช้น้ำแข็งในการควบคุมอุณหภูมิ การใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือไนโตรเจนเหลวในการเยือกแข็ง การใช้บรรจุภัณฑ์ในการบรรจุกุ้งแช่แข็ง โดยมีการใช้กุ้งดิบจากฟาร์มจำนวน 1,000 กิโลกรัม ในการผลิตกุ้ง IQF จำนวน 600 กิโลกรัม ปริมาณการใช้น้ำ 9.5 ลูกบาศก์เมตร และปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 58 กิโลวัตต์ชั่วโมง ส่วนการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือไนโตรเจนเหลวในการเยือกแข็งกุ้งนั้น พบว่ามีอัตราการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เหลวเป็น 2.2 กิโลกรัมต่อการ

ผลิตกุ้ง IQF 1 กิโลกรัม และอัตราการใช้ก๊าซไนโตรเจนเหลวเป็น 1.9 กิโลกรัมต่อการผลิตกุ้ง IQF 1 กิโลกรัม

ตารางที่ 4-3 ปริมาณสารขาเข้าและสารขาออกของการผลิตกุ้ง IQF จำนวน 600 กิโลกรัม ที่โรงงานแปรรูปกุ้ง

ขั้นตอนการผลิต	สารขาเข้า		สารขาออก	
	รายการ	ปริมาณ	รายการ	ปริมาณ
เก็บรักษาในน้ำแข็งเพื่อรอผลิต	น้ำแข็ง	1,000 กก	น้ำเสีย	1,000 ลิตร
ล้าง 4 ครั้ง	น้ำเย็น สารเคมี A	1.63 ลบ.ม 0.26 กก.	น้ำเสียที่มี สารเคมี A	1.63 ลบ.ม ที่มี สารเคมี 0.26 กก.
แยกขนาด	น้ำแข็ง	1,000 กก	น้ำเสีย	1,000 ลิตร
หักหัว ปอกเปลือก และผ่าหลัง	กุ้งทั้งตัว	1,000 กก	หัว เปลือก อื่นๆ	450 กก.
ล้าง 2 ครั้ง	น้ำเย็น สารเคมี A	6.6 ลบ.ม 0.50 กก.	น้ำเสียที่มี สารเคมี A	6.6 ลบ.ม ที่มี สารเคมี 0.50 กก.
แช่สารเคมี	น้ำเย็นผสม สารเคมี B	1.3 ลบ.ม 0.026 กก	น้ำเสียผสม สารเคมี B	1.3 ลบ.ม 0.026 กก
แช่แข็งแบบเป็นตัว	N2 CO2	1,140 กก 1,320 กก		
เคลือบน้ำ	น้ำเย็น	0.0002 กก.	น้ำเสีย	0.0002 กก.
ในขั้นตอนการผลิตแทบทุกขั้นตอน	พลังงานไฟฟ้า	58 kWh		

เมื่อสุ่มตัวอย่างและวิเคราะห์คุณลักษณะต่างๆ แล้วคำนวณเป็นปริมาณต่อผลผลิตกุ้ง IQF 600 กิโลกรัม (หรือกุ้งสด 1,000 กิโลกรัม) ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 4-4 จะเห็นว่า น้ำล้างครั้งที่ 7 มีปริมาณสารอินทรีย์สูงสุด โดยคิดเป็นสารอินทรีย์ในรูป BOD และ COD ประมาณ 721 และ 1,055 กิโลกรัมต่อกุ้ง IQF 600 กิโลกรัม ตามลำดับ มีสารแขวนลอยทั้งหมด (TSS) ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสประมาณ 82, 124 และ 9 กิโลกรัมต่อกุ้ง IQF 600 กิโลกรัม ตามลำดับ ขั้นตอนนี้เป็นการแช่กุ้งที่หักหัวและปอกเปลือกแล้วในสารละลายก่อนเข้าแช่แข็ง จึงทำให้มีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์จากตัววัตถุดิบในปริมาณสูง เมื่อคิดในรูปของน้ำเสียรวมจากกระบวนการผลิตกุ้ง IQF พบว่า เมื่อรวมปริมาณน้ำเสียจากการล้างทั้ง 6 ขั้นตอนและแช่ในครั้งที่ 7 จะได้ปริมาณน้ำเสียทั้งหมด 9.6 ลูกบาศก์เมตรต่อกุ้ง IQF 600 กิโลกรัม คิดเป็นปริมาณสารอินทรีย์ในรูป BOD และ COD ประมาณ 1,369 และ 2,229 กิโลกรัมต่อกุ้ง IQF 600 กิโลกรัม ตามลำดับ มีสารแขวนลอยทั้งหมด ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสประมาณ 126, 284 และ

23 กิโลกรัมต่อกุ้ง IQF 600 กิโลกรัม ตามลำดับ จะเห็นว่าค่า BOD คิดเป็นร้อยละ 61.4 ของค่า COD

น้ำเสียจากการผลิตกุ้งแช่แข็งจะไหลไปรวมกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตอื่นๆ ของโรงงานในบ่อรวบรวมน้ำเสีย คุณลักษณะต่างๆ ของน้ำเสียรวมแสดงในตารางที่ 4-5 จะเห็นว่าน้ำเสียรวมมีค่า BOD และ COD ค่อนข้างต่ำ คือ 542 และ 841 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าอัตราส่วน BOD ต่อCOD เท่ากับ 0.6 หรือร้อยละ 60 ซึ่งใกล้เคียงกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตกุ้งแช่แข็ง มีสารแขวนลอยทั้งหมด ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสประมาณ 151, 136 และ 5.7 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อเข้าสู่กระบวนการบำบัดน้ำเสีย (ดังแสดงในภาพที่ 4-9) น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดมีค่าต่างๆ ดังนี้ ค่า BOD และ COD เท่ากับ 9 และ 21 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ มีสารแขวนลอยทั้งหมด ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส เท่ากับ 8, 5.6 และ 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งกำหนดโดยกระทรวงอุตสาหกรรม

ตารางที่ 4-4 ปริมาณสารอินทรีย์ สารแขวนลอย ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของน้ำล้างวัตถุดิบในขั้นตอนต่างๆ ของการผลิต

แหล่งน้ำเสีย	ปริมาณสาร (กิโลกรัมต่อกุ้ง IQF 600 กิโลกรัม)				
	BOD	COD	TSS	TKN	TP
น้ำล้างครั้งที่ 1	2.86	7.04	0.70	0.83	0.03
น้ำล้างครั้งที่ 2	11.48	24.53	1.53	2.72	0.11
น้ำล้างครั้งที่ 3	69.54	202.04	3.92	44.94	0.98
น้ำล้างครั้งที่ 4	12.67	23.21	0.58	1.07	0.14
น้ำล้างครั้งที่ 5	145.53	275.88	7.92	27.98	2.49
น้ำล้างครั้งที่ 6	405.57	641.52	30.36	81.84	10.36
น้ำล้างครั้งที่ 7	720.98	1054.69	81.12	124.28	9.13
น้ำเสียรวม (รวมครั้งที่ 1-7)	1,368.63	2,228.91	126.13	283.66	23.24

ตารางที่ 4-5 คุณลักษณะของน้ำเสียรวมของโรงงานและน้ำทิ้งหลังการบำบัด

แหล่งน้ำเสีย	คุณลักษณะของน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)				
	BOD	COD	TSS	TKN	TP
น้ำเสียรวม (จาก IQF + อื่นๆ)	542	841	151	136	5.74
น้ำทิ้งหลังการบำบัด (จาก IQF + อื่นๆ)	9.06	21.5	8.0	5.57	6.03

4.1.5 โรงงานผลิตถุงตั้งได้

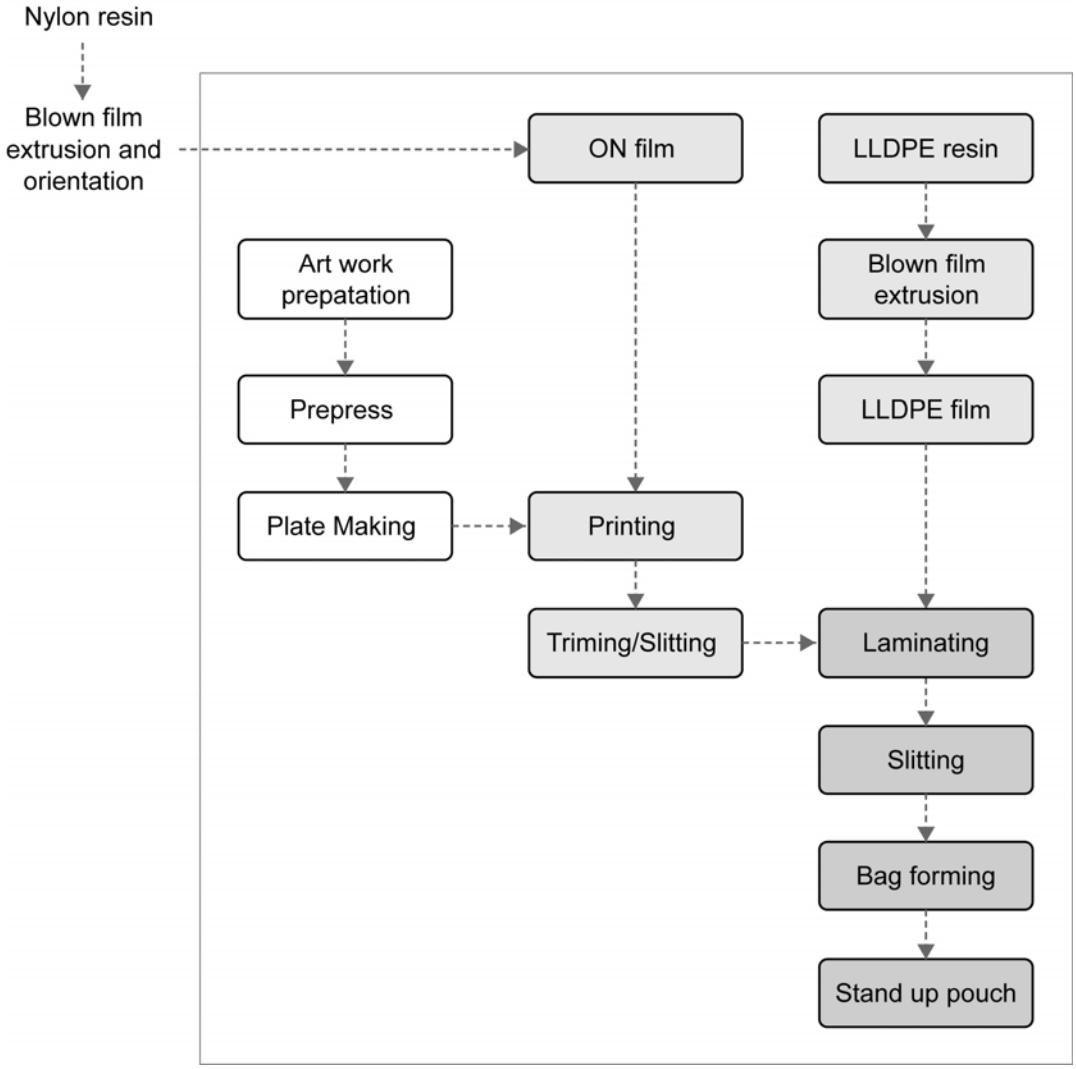
<u>ระบบการผลิตและเทคโนโลยีที่ใช้ในการถุงตั้งได้</u>

ถุงตั้งได้ที่ใช้ในการบรรจุสินค้ากุ้ง ส่วนใหญ่ผลิตจากฟิล์มหลายชั้น (multilayer film) ที่ได้จากการลามิเนตฟิล์ม nylon กับฟิล์ม LLDPE สำหรับ nylon ที่นิยมใช้มากเป็น nylon6 ที่สังเคราะห์มาจาก คาโปแลคแทม (carpolactam) เป็นวัสดุที่นำเข้าจากต่างประเทศ ทั้งในรูปเม็ดพลาสติกและฟิล์ม การขึ้นรูปฟิล์ม nylon สามารถใช้วิธีเป่า (blown extrusion) หรือการหล่อ (casting) ฟิล์ม nylon ที่ใช้ในการบรรจุอาหาร นิยมใช้ฟิล์มที่ผ่านการจัดระเบียบโมเลกุล (orientation) ทั้ง 2 ทิศทางคือ machine direction และ cross direction เพื่อเพิ่มความแข็งแรง ความใส การป้องกันการซึมผ่านของก๊าซและไอน้ำ และพิมพ์ได้ดีขึ้น ฟิล์ม nylon ที่ผ่านการจัดระเบียบโมเลกุลทั้ง 2 ทิศทางเรียกว่า biaxially oriented nylon ใช้สัญลักษณ์ BON แต่ทั่วไปอาจเขียนย่อเป็น ON หรืออาจเรียก nylon ก็เป็นที่เข้าใจของผู้เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมการบรรจุ

LLDPE หมายถึง พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำเชิงส้น (Linear Low Density Polyethylene) ผลิตจากพอลิเมอไรเซชันของมอนอเมอร์ 2 ชนิด คือ เอทิลีนกับแอลคีน (alkene) ได้แก่ บิวทีน (butane) เฮกเซน (hexane) และออกเทน (octane) จึงเป็นโคพอลิเมอร์ ประเทศไทยสามารถผลิตเม็ด LLDPE ได้เพียงพอกับการใช้ในประเทศและสามารถส่งออกได้ปริมาณหลายแสนตันต่อปี การผลิตฟิล์ม LLDPE นิยมวิธี blown extrusion หากต้องการผลิตฟิล์มที่มีความหนามากๆ และใช้เป็นชั้นปิดผนึก (heat sealant) จะใช้วิธี co-extrusion ก่อนนำไปลามิเนตจะนำฟิล์ม LLDPE ไปยิงผิวด้วยประจุไฟฟ้าเพื่อให้มีความสามารถยึดหมึกของเหลว และกาวให้ติดแน่นได้ดีขึ้น

<u>วัสดุโครงสร้าง (structural material)</u>

วัสดุโครงสร้างของฟิล์มหลายชั้น (multilayer film) ที่จะใช้ขึ้นรูปถุงตั้งได้นิยมใช้ ON ความหนา 15 ไมครอน เนื่องจากมีสมบัติทางการบรรจุดี ได้แก่ ความแข็งแรง ความใส การป้องกันการซึมผ่านของก๊าซและไอน้ำ ความทนทานต่อการใช้งานที่อุณหภูมิสูงและต่ำ และเป็นวัสดุสำหรับงานพิมพ์ที่ดีมาก สามารถนำไปผลิตเป็นฟิล์มหลายชั้นได้สะดวก ทั้งโดยวิธี lamination และ co-extrusion โดยสั่งซื้อฟิล์ม ON จากผู้ผลิตรายอื่น และนำมาเป็นวัตถุดิบสำหรับการทำถุงตั้งได้ต่อไป



ภาพที่ 4-10 กระบวนการผลิตถุงตั้งได้

<u>วัสดุปิดผนึก (sealant material)</u>

วัสดุปิดผนึกเลือกใช้ LLDPE ความหนา ตั้งแต่ 120 ถึง 150 ไมครอน ซึ่งขึ้นกับขนาดถุง เป็นวัสดุสำหรับการปิดผนึกด้วยความร้อน เนื่องจากไนลอนมีจุดหลอมเหลวสูงมากประมาณ 215-265 องศาเซลเซียส จึงปิดผนึกด้วยความร้อนได้ยาก ในขณะที่ LLDPE มีจุดหลอมเหลวต่ำกว่า และสามารถปิดผนึกได้ง่ายที่อุณหภูมิประมาณ 110-130 องศาเซลเซียส และความแข็งแรงของรอยปิดผนึกสูงกว่า LDPE จึงนิยมใช้ LLDPE ลามิเนตด้านในกับ ON เป็นวัสดุหลายชั้นสำหรับนำไปผลิตถุงตั้งได้ต่อไป

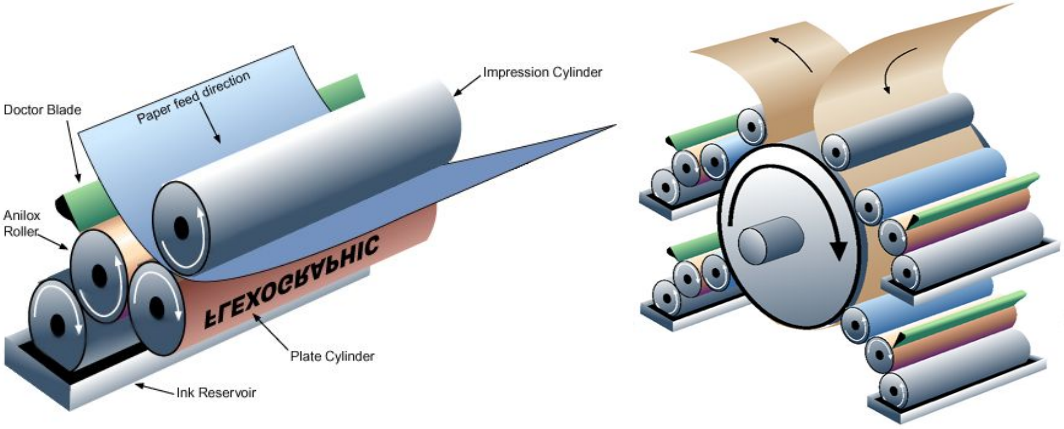
การผลิต LLDPE โดยวิธี blown film extrusion

การผลิต LLDPE โดยวิธี blown film co-extrusion โดยมีขนาดหน้ากว้างฟิล์มที่ผลิตได้ตั้งแต่ 700 ถึง 1,600 มิลลิเมตร ความหนาฟิล์มที่เครื่องผลิตได้ ตั้งแต่ 25 ถึง 200 ไมครอน

ภาพที่ 4-11 เครื่อง blown film co-extrusion 3 layers ที่ใช้ผลิต LLDPE

ระบบการพิมพ์

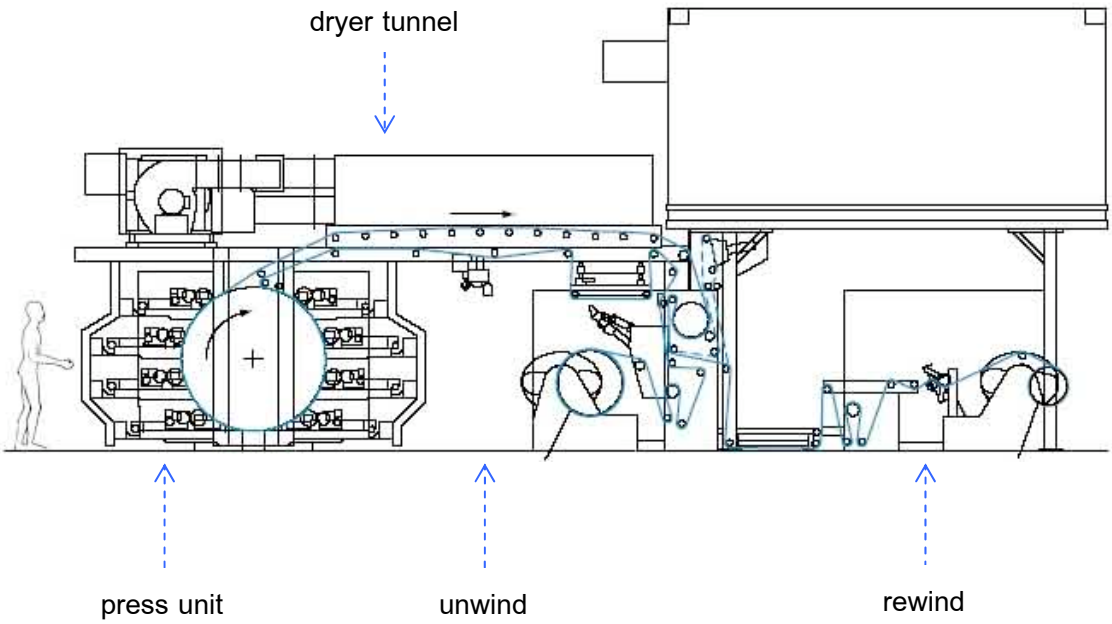
การพิมพ์ถุงตั้งได้จะใช้การพิมพ์บน ON ซึ่งเป็นวัสดุที่เหมาะกับการพิมพ์และพิมพ์ด้านใน ก่อนที่จะนำไปลามิเนตกับ LLDPE และเลือกใช้ระบบการพิมพ์แบบ flexography โดยเริ่มตั้งแต่ การเตรียม art work และทำแม่พิมพ์ (plate) หลักการพิมพ์ด้วยระบบ flexography ดังแสดงในภาพที่ 4-12



ภาพที่ 4-12 ตัวอย่างการพิมพ์ระบบ flexography จำนวน 4 สี

เครื่องพิมพ์ระบบ flexography 2 เครื่อง คือ เครื่องพิมพ์ 8 สี และ เครื่องพิมพ์ 10 สี ส่วนประกอบของเครื่องพิมพ์ตามลำดับการทำงานของเครื่องมีดังนี้

Un-winder	แท่นสำหรับขึ้นม้วนฟิล์มเพื่อเตรียมพิมพ์
IC (Impression Cylinder)	เป็นลูกกลิ้งที่ทำหน้าที่กดให้ฟิล์มติดกับ plate ขณะพิมพ์ เพื่อให้ฟิล์มรับหมึกได้ดีต้องตั้งน้ำหนักการกดให้เหมาะสม
Plate	เป็นแม่พิมพ์ที่นำมาติดกับ sleeve เพื่อสร้างภาพ
Anilox	มีหน้าที่เป็นตัวรับและจ่ายหมึก โดยจะเป็นลูกกลิ้งที่มีพื้นผิวเป็นรูพรุน โดยรูพรุนนี้จะเก็บหมึกที่รับมาจาก chamber ไว้เพื่อจ่ายหมึกให้กับ plate ต่อไป
Chamber	เป็นรางใส่หมึกที่จ่ายให้กับ anilox โดยมีสายยางดูดโดยใช้แรงลมดูด
Doctor blade	เป็นใบมีดปาดหมึก
Dryer	เป็นอุโมงค์ลมร้อนเป่าเพื่อให้หมึกแห้ง จะมี 2 ส่วน คือ 1. Between color จะอยู่รอบๆ CI โดยมีทุก Unit 2. Dryer tunnel เป็นอุโมงค์ความร้อนให้ฟิล์มที่พิมพ์แล้ววิ่งผ่านลมร้อนเพื่อให้สี set ตัวเต็มที่
Chill roll	เป็นการหล่อเย็น โดยจะอยู่ถัดจาก dryer tunnel เพื่อเพิ่มเสถียรภาพให้งานพิมพ์
Re-winder	เป็นส่วนสุดท้ายของการพิมพ์ เป็นส่วนเก็บม้วนฟิล์มที่ทำการพิมพ์เรียบร้อยแล้ว



ภาพที่ 4-13 สายกระบวนการพิมพ์ (process line) ของเครื่องพิมพ์ระบบ flexography

<u>ระบบการลามิเนต</u>

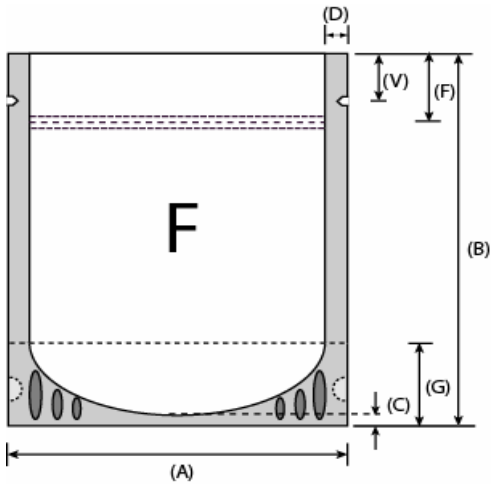
ฟิล์ม ON ที่พิมพ์แล้วนำมาลานิเนตกับ LLDPE ด้วยวิธี dry lamination แบบไม่ใช้สารทำละลาย (solventless) และเลือกใช้ primer และกาว (adhesive) ที่เหมาะสม ระบบการลามิเนตใช้ dry lamination ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

- เคลือบกาวบนฟิล์ม ON ที่ coating unit
- ประกบฟิล์ม LLDPE เข้ากับฟิล์ม ON
- เก็บม้วนงานที่ผ่านการลามิเนต เรียบร้อยแล้ว เพื่อเก็บพักรอไว้ เรียก cure เพื่อให้การยึดติดระหว่างฟิล์มสมบูรณ์ก่อนนำไปขึ้นรูปถุงต่อไป

กาว เป็นสาร polyurethane base มีองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ เรซิน (resin) ทำให้เกิดการประสานกันของฟิล์ม hardener ทำให้กาวแห้งตัวเร็วขึ้น ปริมาณกาวที่เคลือบบนฟิล์ม 1.8-2.1 กรัมต่อตารางเมตร ระยะเวลาในการเก็บพักรอ (curing time) ประมาณ 1 วัน ที่อุณหภูมิห้อง และ 2 วันที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ฟิล์มที่ลานิเนตแล้ว นำไปผ่านการพักรอและตัดขอบผิวเพื่อให้มีขอบเรียบ และนำไปขึ้นรูปถุงต่อไป

<u>การขึ้นรูปถุงตั้งได้</u>

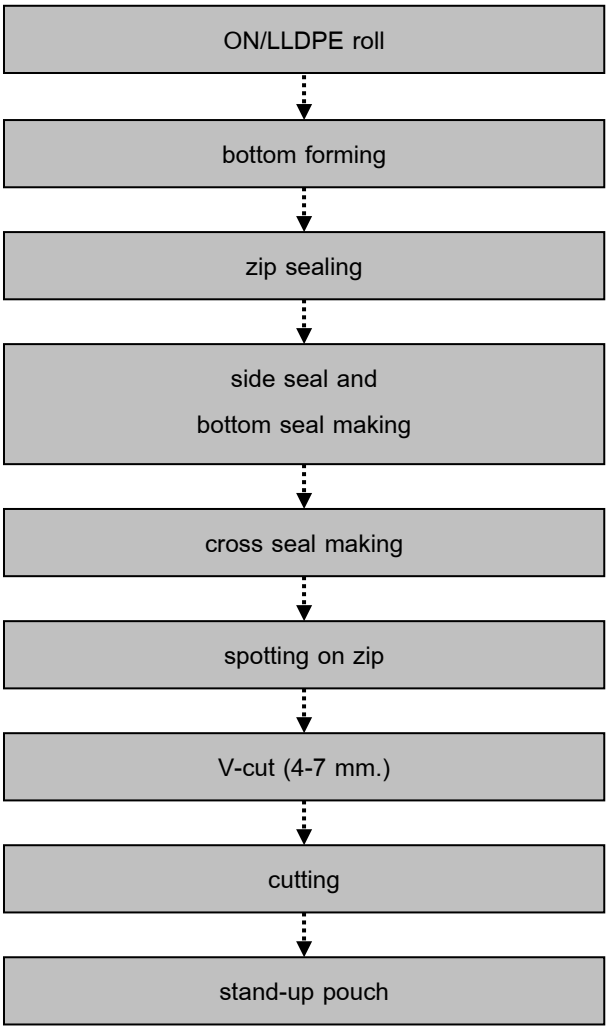
วัสดุลามิเนต ON/LLDPE ที่ม้วนเก็บไว้เพื่อพักรอให้การลามิเนตสมบูรณ์ จะนำมาขึ้นรูปเป็นถุงตั้งได้ด้วยเครื่องขึ้นรูปอัตโนมัติ โครงสร้างของถุงตั้งได้และขั้นตอนการขึ้นรูป แสดงในภาพที่ 4-14 และ 4-15 ตามลำดับ



ภาพที่ 4-14 โครงสร้างถุงตั้งได้พร้อมซิป

ตารางที่ 4-6 รายละเอียดมิติของถุงตั้งได้บรรจุกุ้งแช่แข็งที่ใช้ในการศึกษา

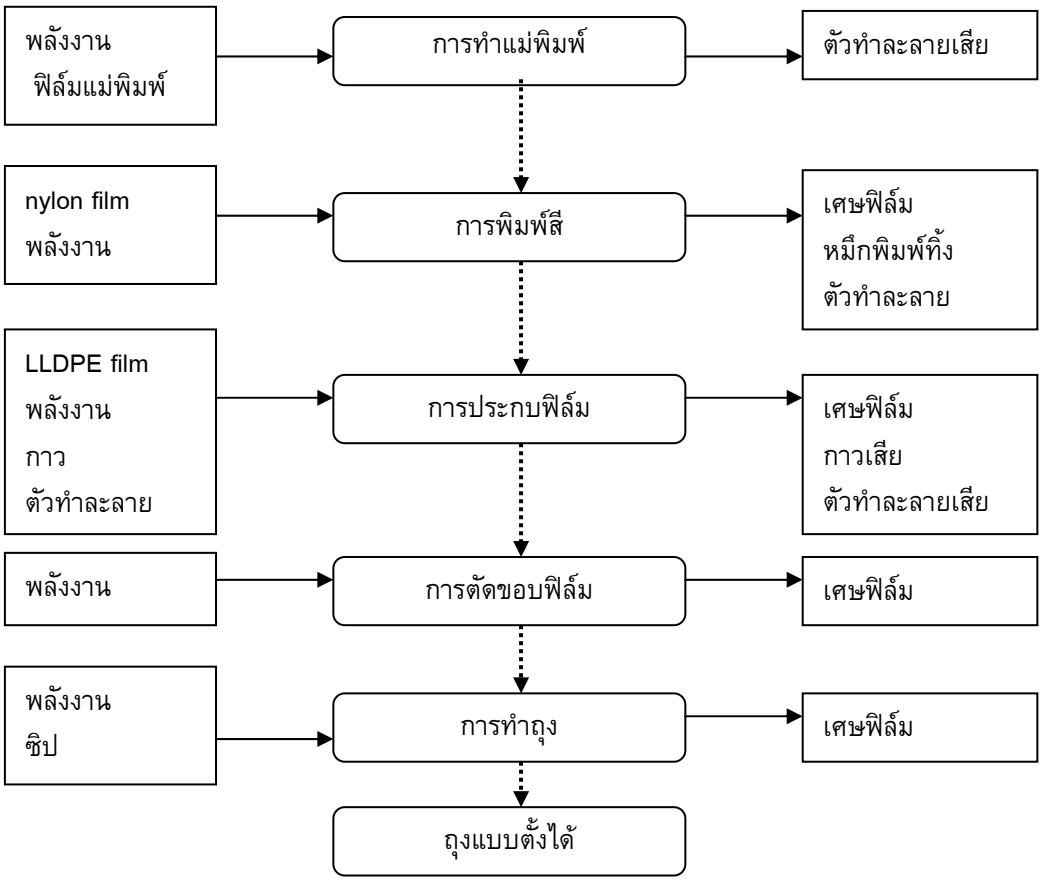
ขนาดบรรจุ	มิติ (A x B x G) x F (มิลลิเมตร)	ฟิล์ม (ไมครอน)
16 ออนซ์ (453 กรัม หรือ 1ปอนด์)	180 x 280 x 45 x 30	ON15/LLDPE130



ภาพที่ 4-15 ขั้นตอนการขึ้นรูปถุงตั้งได้ติดซิปสำหรับบรรจุกุ้งแช่แข็ง

<u>ผลการวิเคราะห์ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม</u>

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ปริมาณสารขาเข้าและสารขาออกของการผลิตถุงแบบตั้งได้ขนาดบรรจุ 453 กรัม จำนวน 2,206 ถุง ที่โรงงานผลิตถุงตั้งได้ ที่จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่า วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตถุงตั้งได้ คือ ON และ LLDPE โดยฟิล์ม ON ทางโรงงานมีการสั่งซื้อจากผู้ผลิตภายในประเทศ ส่วนฟิล์ม LLDPE มีการสั่งซื้อเม็ดพลาสติกจากภายในประเทศเพื่อนำมาเป่าเป็นฟิล์ม LLDPE เอง



ภาพที่ 4-16 สารขาเข้าและสารขาออกในการผลิตถุงตั้งได้

ในขั้นตอนแรกของกระบวนการผลิต คือ การผลิตแม่พิมพ์ เพื่อใช้เป็นต้นแบบในการพิมพ์ภาพบนฟิล์ม ON ในการผลิตแม่พิมพ์แต่ละชุดสามารถนำมาใช้ในการพิมพ์สีได้จนกว่าแม่พิมพ์จะเสื่อมคุณภาพไปไม่สามารถนำมาใช้ได้อีก วัตถุดิบที่ใช้ในขั้นตอนนี้ ได้แก่ สารเคมีที่ใช้ในการล้างแม่พิมพ์ ในกระบวนการพิมพ์มีการใช้สารเคมี ได้แก่ ตัวทำละลายที่ใช้ในการผสมสีล้างเครื่องแม่พิมพ์ เช่น ethyl acetate 0.14 กิโลกรัม ethyl alcohol 1.08 กิโลกรัม และ ethoxy propanol 1.26 กิโลกรัม หมึกพิมพ์ คือ nitrocellulose และ balilium oxide 1.9 และ 1.3 กิโลกรัม ตามลำดับ ฟิล์ม ON ที่พิมพ์สีแล้ว จะต้องนำไปตัดตกแต่งขอบฟิล์มซึ่งจะมีของเสียเป็นเศษฟิล์มในขั้นตอนนี้ กระบวนการผลิตฟิล์ม LLDPE ใช้เม็ดพลาสติก PE ปริมาณ 73 กิโลกรัม นอกจากฟิล์ม LLDPE จะใช้ในการผลิตฟิล์มลามิเนตแล้วบางครั้งยังมีการนำมาใช้เป็นวัสดุในการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ เนื่องจากเป็นฟิล์มที่ผลิตได้เองต้นทุนการผลิตต่ำ ฟิล์ม ON ที่พิมพ์สีแล้วต้องนำมาลามิเนตฟิล์มกับ LLDPE โดยใช้กาวเพื่อให้ฟิล์มยึดติดกันได้ดี กาวที่ใช้มีส่วนประกอบหลัก คือ polyurethane base การขึ้นรูปถุงตั้งได้มีการติดซิปเพื่อความสะดวกในการใช้งาน ซึ่งซิปผลิตจากพลาสติก PE ใช้ปริมาณ 2.7 กิโลกรัม ขั้นตอนการขึ้นรูปถุงตั้งได้ที่ต้องควบคุมอย่าง

เคร่งครัดตลอดเวลาคือ การติดซิปและการปิดผนึกตะเข็บถุง เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่มีโอกาสเกิดของเสียได้ง่าย และเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของถุง ปัญหาที่พบมากคือ ติดซิปไม่แน่น ปิดผนึกตะเข็บถุงไม่ติด หรือตะเข็บมีรอยย่น และรอยไหม้ เป็นต้น โดยของเสียเทียบเป็นฟิล์ม ON 3.4 กิโลกรัม และ LLDPE 0.6 กิโลกรัม ถุงตั้งได้ที่ขึ้นรูปเสร็จแล้วจะเก็บในกล่องกระดาษเพื่อรอการขนส่งให้ลูกค้าต่อไป

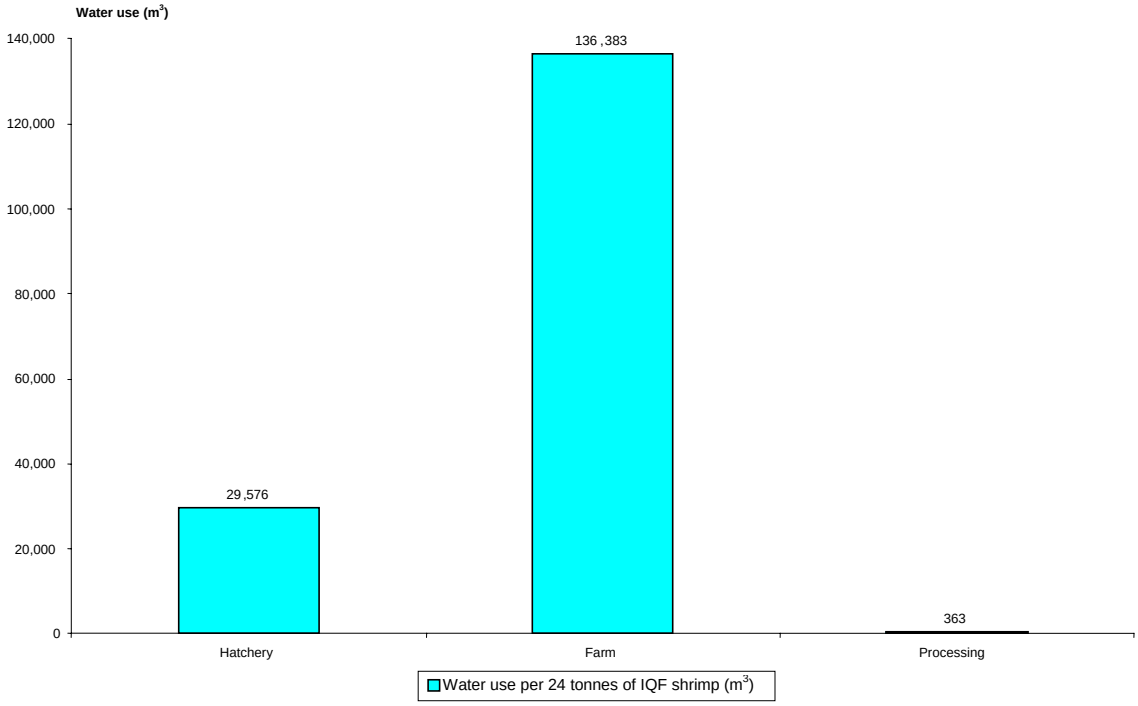
4.1.6 การขนส่งกุ้ง IQF ไปยังผู้บริโภคที่ต่างประเทศ

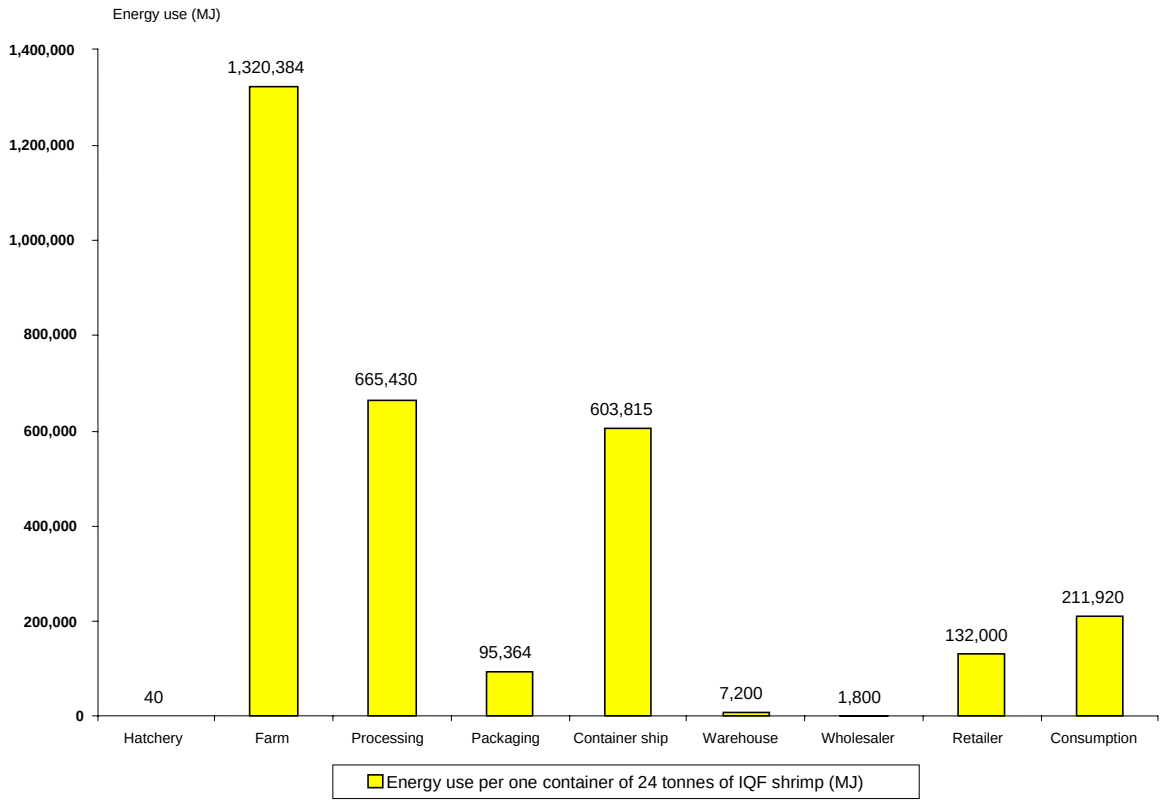
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมจากการตั้งสมมุติฐานเกี่ยวกับการขนส่งกุ้ง IQF ไปยังผู้บริโภคที่ต่างประเทศ ดังอธิบายรายละเอียดในบทที่ 3 พบว่าปริมาณการใช้พลังงานในการเก็บรักษากุ้ง IQF ณ อาคารเก็บสินค้าท่าเรือ (6 วัน) คิดเป็น 0.0002 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อกุ้งหนึ่งถุง การเก็บรักษากุ้ง IQF ที่ผู้ค้าส่ง (5 วัน) และผู้ค้าปลีก (3 วัน) คิดเป็น 0.06 และ 3.74 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อกุ้งหนึ่งถุง ตามลำดับ

4.1.7 การบริโภคและการจัดการของเสียหลังการบริโภคกุ้ง IQF

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมจากการตั้งสมมุติฐานเกี่ยวกับการบริโภคกุ้ง IQF ไปยังผู้บริโภคที่ต่างประเทศ ดังอธิบายรายละเอียดในบทที่สาม พบว่าปริมาณการใช้พลังงานในการบริโภคกุ้ง IQF หนึ่งถุงคิดเป็น 0.37 กิโลวัตต์ชั่วโมง โดยแบ่งเป็นการใช้พลังงานในการเก็บรักษากุ้ง IQF ในตู้แช่ 0.01 กิโลวัตต์ชั่วโมง การเตรียมอาหาร 0.02 กิโลวัตต์ชั่วโมง การปรุงอาหาร 0.32 กิโลวัตต์ชั่วโมง และการล้างจานที่ใช้ในการเตรียมและปรุงอาหารโดยใช้เครื่องล้างจาน 0.03 กิโลวัตต์ชั่วโมง และการใช้น้ำในการเตรียมและปรุงอาหาร

จากการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมโดยตลอดห่วงโซ่การผลิต พบว่ามีปริมาณการใช้น้ำสูงสุดที่ฟาร์มเลี้ยงกุ้ง (ภาพที่ 4-17) ตามด้วยโรงเพาะฟักและโรงงานแปรรูป ส่วนปริมาณการใช้พลังงานนั้นพบว่ามีปริมาณการใช้พลังงานที่ฟาร์มเลี้ยงกุ้งเช่นกัน (ภาพที่ 4-17) ตามด้วยโรงงานแปรรูปและการบริโภคขั้นสุดท้าย





ภาพที่ 4-17 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำและพลังงานในแต่ละขั้นตอนของการผลิตกุ้ง IQF

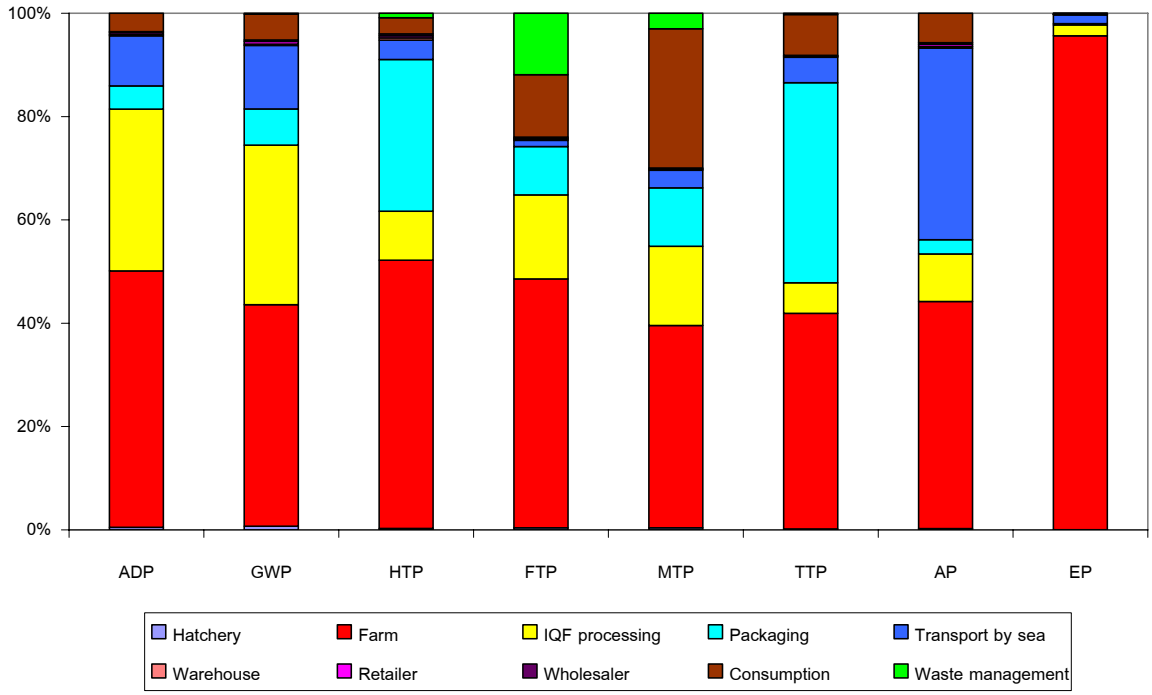
4.2 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตลอดวัฏจักรชีวิต

4.2.1 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตลอดวัฏจักรชีวิต

ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแต่ละขั้นตอนโดยตลอดวัฏจักรชีวิต โดยใช้ห่วงโซ่กรณีใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่สี่และแปรรูปโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยส่งออกไปที่ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นกรณีตัวอย่าง (รายละเอียดผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแต่ละขั้นตอนโดยตลอดวัฏจักรชีวิต แสดงไว้ในภาคผนวก 2 และ 3) พบว่าโดยภาพรวมขั้นตอนการเลี้ยงกุ้งที่ฟาร์มก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุด ตามด้วยการแปรรูป และการผลิตบรรจุภัณฑ์ชนิดถุงตั้งได้ (ภาพที่ 4-18)

เมื่อพิจารณาในแต่ละกลุ่มผลกระทบพบว่า

- กลุ่มผลกระทบ ADP มาจากการเลี้ยงกุ้งที่ฟาร์ม 50 เปอร์เซ็นต์ การแปรรูป 31 เปอร์เซ็นต์ และการผลิตบรรจุภัณฑ์ชนิดถุงตั้งได้ 4.5 เปอร์เซ็นต์
- กลุ่มผลกระทบ GWP มาจากการเลี้ยงกุ้งที่ฟาร์ม 43 เปอร์เซ็นต์ การแปรรูป 31 เปอร์เซ็นต์ และการผลิตบรรจุภัณฑ์ชนิดถุงตั้งได้ 7 เปอร์เซ็นต์
- กลุ่มผลกระทบ HTP มาจากการเลี้ยงกุ้งที่ฟาร์ม 52 เปอร์เซ็นต์ การแปรรูป 10 เปอร์เซ็นต์ และการผลิตบรรจุภัณฑ์ชนิดถุงตั้งได้ 30 เปอร์เซ็นต์
- กลุ่มผลกระทบ FTP มาจากการเลี้ยงกุ้งที่ฟาร์ม 48 เปอร์เซ็นต์ การแปรรูป 16 เปอร์เซ็นต์ และการผลิตบรรจุภัณฑ์ชนิดถุงตั้งได้ 9 เปอร์เซ็นต์
- กลุ่มผลกระทบ MTP มาจากการเลี้ยงกุ้งที่ฟาร์ม 39 เปอร์เซ็นต์ การแปรรูป 15 เปอร์เซ็นต์ และการผลิตบรรจุภัณฑ์ชนิดถุงตั้งได้ 11 เปอร์เซ็นต์
- กลุ่มผลกระทบ TTP มาจากการเลี้ยงกุ้งที่ฟาร์ม 42 เปอร์เซ็นต์ การแปรรูป 6 เปอร์เซ็นต์ และการผลิตบรรจุภัณฑ์ชนิดถุงตั้งได้ 39 เปอร์เซ็นต์
- กลุ่มผลกระทบ AP มาจากการเลี้ยงกุ้งที่ฟาร์ม 44 เปอร์เซ็นต์ การแปรรูป 9 เปอร์เซ็นต์และการผลิตบรรจุภัณฑ์ชนิดถุงตั้งได้ 3 เปอร์เซ็นต์
- กลุ่มผลกระทบ EP มาจากการเลี้ยงกุ้งที่ฟาร์ม 96 เปอร์เซ็นต์

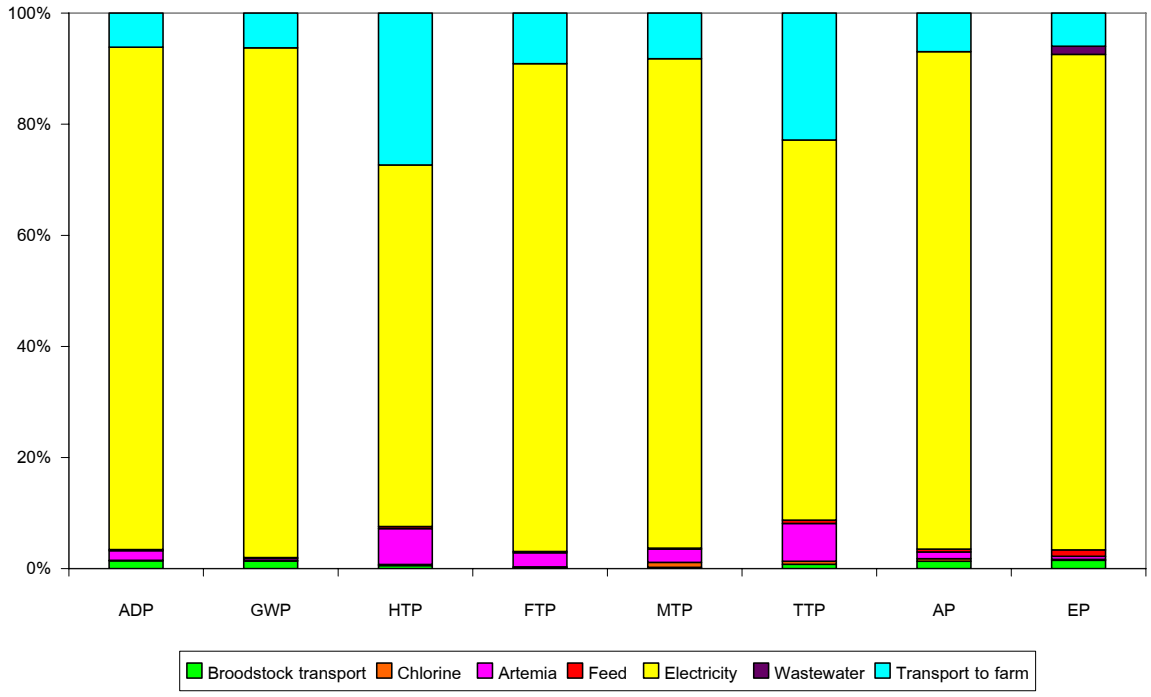


ภาพที่ 4-18 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตลอดวัฏจักรชีวิต (กรณีใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่สี่และแปรรูปโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยส่งออกไปที่ประเทศสหรัฐอเมริกา)

4.2.2 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแต่ละระยะช่วงชีวิต

<u>การผลิตลูกกุ้งที่โรงเพาะฟัก</u>

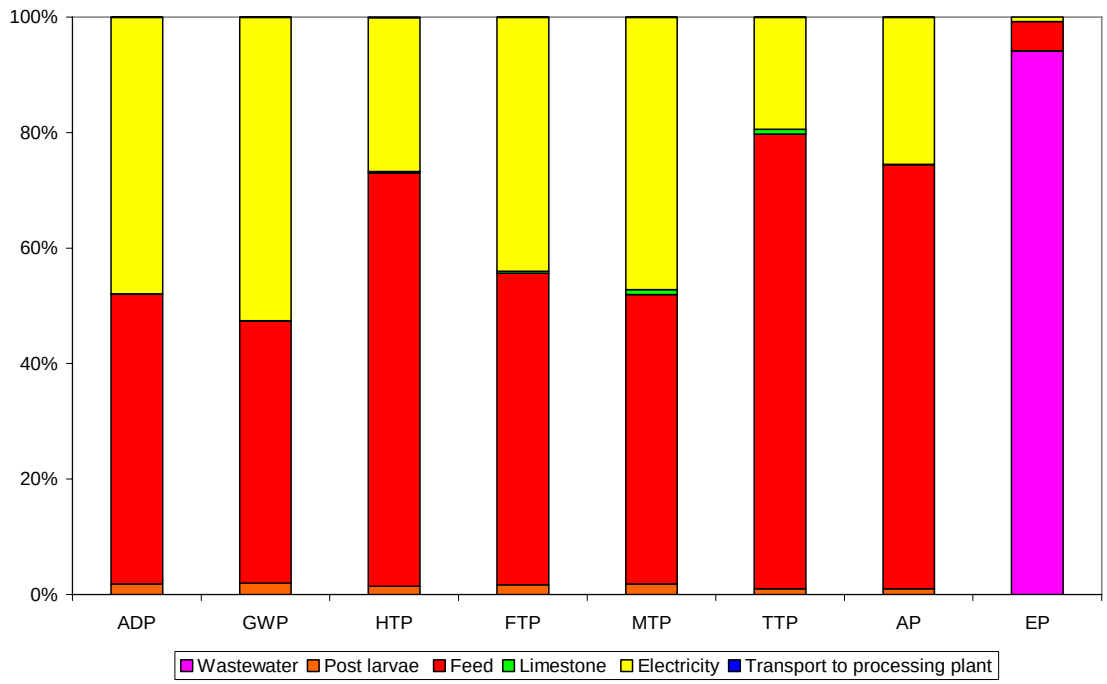
จากการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ระดับโรงเพาะฟักลูกกุ้ง (ภาพที่ 4-19) พบว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยมีสัดส่วนมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ในเกือบทุกผลกระทบ (เปอร์เซ็นต์การก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกลุ่มผลกระทบ ADP, GWP, HTP, FTP, MTP, TTP, AP และ EP เป็น 91, 92, 65, 88, 88, 68, 90 และ 89 ตามลำดับ) นอกจากนี้การใช้รถขนส่งลูกกุ้งไปยังฟาร์มเป็นสาเหตุรองที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดใน HTP และ TTP มีสัดส่วนสูงถึง 27 และ 23 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนการใช้อาร์ที่เมียเป็นอาหารในการอนุบาลลูกกุ้งก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดในกลุ่มผลกระทบ HTP และ TTP มีสัดส่วน 7 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับการขนส่งพ่อแม่พันธุ์จากประเทศสหรัฐอเมริกานั้นส่งผลกระทบน้อยมาก เช่นเดียวกับการก่อให้เกิดผลกระทบด้าน EP ที่มีค่าน้อยมาก (1.5 เปอร์เซ็นต์)



ภาพที่ 4-19 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตลูกกุ้งที่โรงเพาะฟัก จังหวัดสงขลา

<u>การเลี้ยงกุ้งที่ฟาร์ม</u>

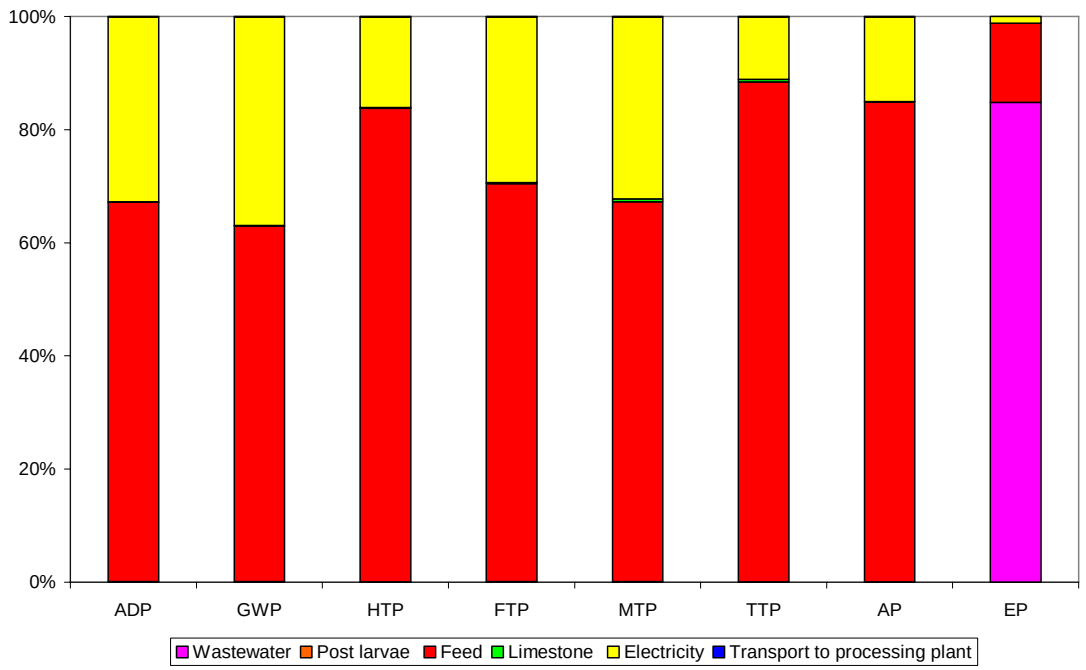
จากการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ระดับฟาร์ม พบว่าฟาร์มเลี้ยงกุ้งทั้งสองแห่งที่จังหวัดสงขลาให้ผลคล้ายคลึงกัน โดยพบว่าสาเหตุหลักของการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาจากการใช้อาหารเลี้ยงกุ้ง การใช้พลังงานในเครื่องตีน้ำ และน้ำเสียหลังจากการจับกุ้ง โดยฟาร์มที่หนึ่ง พบว่าสัดส่วนการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการใช้อาหารเลี้ยงกุ้งในกลุ่มผลกระทบ ADP, GWP, HTP, FTP, MTP, TTP, AP และ EP เป็น 50, 45, 72, 54, 50, 79, 73 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่สัดส่วนการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงานในเครื่องตีน้ำในกลุ่มผลกระทบ ADP, GWP, HTP, FTP, MTP, TTP, AP และ EP เป็น 48, 52, 26, 44, 47, 19, 25 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และน้ำเสียหลังจากการจับกุ้งมีสัดส่วนก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกลุ่มผลกระทบ EP สูงถึง 94 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผลกระทบจากการใช้ลูกกุ้ง การใช้ปูนขาวและการขนส่งกุ้งไปโรงงานแปรรูปมีค่าต่ำกว่า 2, 0.8 และ 0.7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในทุกกลุ่มผลกระทบ (ภาพที่ 4-20)



(1) ฟาร์มที่หนึ่ง

ภาพที่ 4-20 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการเลี้ยงกุ้งฟาร์มที่หนึ่ง จังหวัดสงขลา

ฟาร์มที่สองพบว่ามีสัดส่วนในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการใช้อาหารเลี้ยงกุ้งของฟาร์มที่หนึ่งในกลุ่มผลกระทบ ADP, GWP, HTP, FTP, MTP, TTP, AP และ EP เป็น 67, 63, 84, 70, 67, 88, 85 และ 14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่สัดส่วนการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงานในเครื่องตีน้ำในกลุ่มผลกระทบ ADP, GWP, HTP, FTP, MTP, TTP, AP และ EP เป็น 33, 37, 16, 29, 32, 11, 15 และ 1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และน้ำเสียหลังจากการจับกุ้งก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกลุ่มผลกระทบ EP ในสัดส่วนสูงถึง 85 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผลกระทบจากการขนส่งกุ้งไปยังโรงงานแปรรูป การใช้ปูนขาว และการใช้ลูกกุ้ง มีสัดส่วนต่ำกว่า 0.9, 0.7 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในทุกกลุ่มผลกระทบ (ภาพที่ 4-21)



(2) ฟาร์มที่สอง

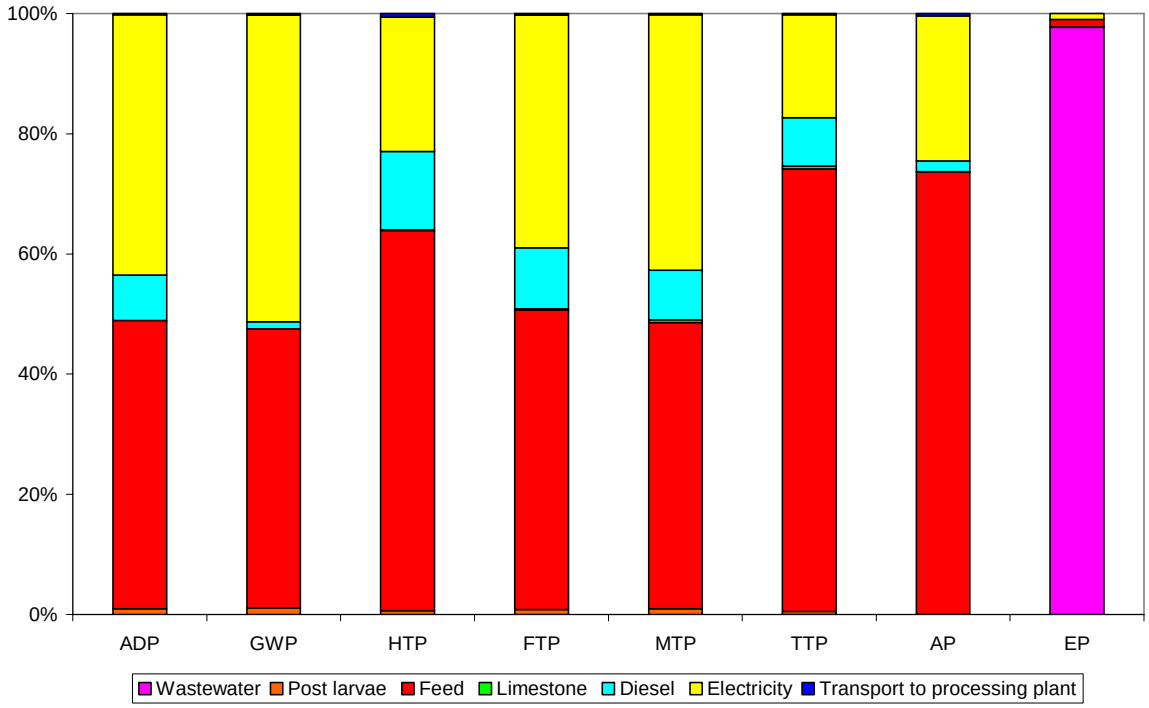
ภาพที่ 4-21 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการเลี้ยงกุ้งฟาร์มที่สอง จังหวัดสงขลา

อย่างไรก็ตาม ขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตกุ้งที่ฟาร์มที่หนึ่ง มีค่าสูงกว่าฟาร์มที่สองในทุกกลุ่มผลกระทบ (ตารางที่ 4-7) อันเนื่องมาจากการใช้พลังงานและอาหารที่มากกว่า โดยฟาร์มที่หนึ่งใช้พลังงานจำนวน 3,833 กิโลวัตต์ชั่วโมง และอาหารจำนวน 1,780 กิโลกรัม ในขณะที่ฟาร์มที่สองใช้พลังงานจำนวน 1,840 กิโลวัตต์ชั่วโมง และอาหารจำนวน 1,676 กิโลกรัมต่อการผลิตกุ้งหนึ่งตัน ส่วนน้ำเสียที่ปลดปล่อยเพื่อการจับกุ้งนั้น ฟาร์มที่หนึ่งมีปริมาณสารอินทรีย์ ไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสรวม จำนวน 31, 140 และ 23 กิโลกรัมต่อการผลิตกุ้งหนึ่งตัน ตามลำดับ ในขณะที่ฟาร์มที่สองมีปริมาณสารอินทรีย์ ไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสรวม จำนวน 8, 58 และ 5 กิโลกรัมต่อการผลิตกุ้งหนึ่งตัน ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณสารอินทรีย์ ไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสรวมมีค่าสูงกว่าของฟาร์มที่หนึ่งส่งผลให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมกลุ่ม EP สูงกว่าฟาร์มที่สองมาก โดยเป็นผลมาจากการจัดการการให้อาหารที่มีประสิทธิภาพดีกว่า (ค่าอัตราการแลกเนื้อของฟาร์ที่สองคิดเป็น 1.7 ในขณะที่ฟาร์มที่หนึ่งเป็น 1.8)

ตารางที่ 4-7 เปรียบเทียบขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตกุ้งจำนวน 1 ตัน ที่ฟาร์มทั้งสองแห่งในจังหวัดสงขลา

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	ฟาร์มเลี้ยงกุ้ง จังหวัดสงขลา	
	ฟาร์มที่ 1	ฟาร์มที่ 2
ADP (kg Sb eq.)	39.03	27.45
GWP (kg CO_2 eq.)	5,897.03	4,009.27
HTP (kg 1,4-DB eq.)	375.94	302.31
FTP (kg 1,4-DB eq.)	66.42	47.87
MTP (kg 1,4-DB eq.)	239,490.07	168,396.03
TTP (kg 1,4-DB eq.)	1.35	1.13
AP (kg SO_2 eq.)	35.34	28.87
EP (kg PO_4^{3-} eq.)	163.27	55.42

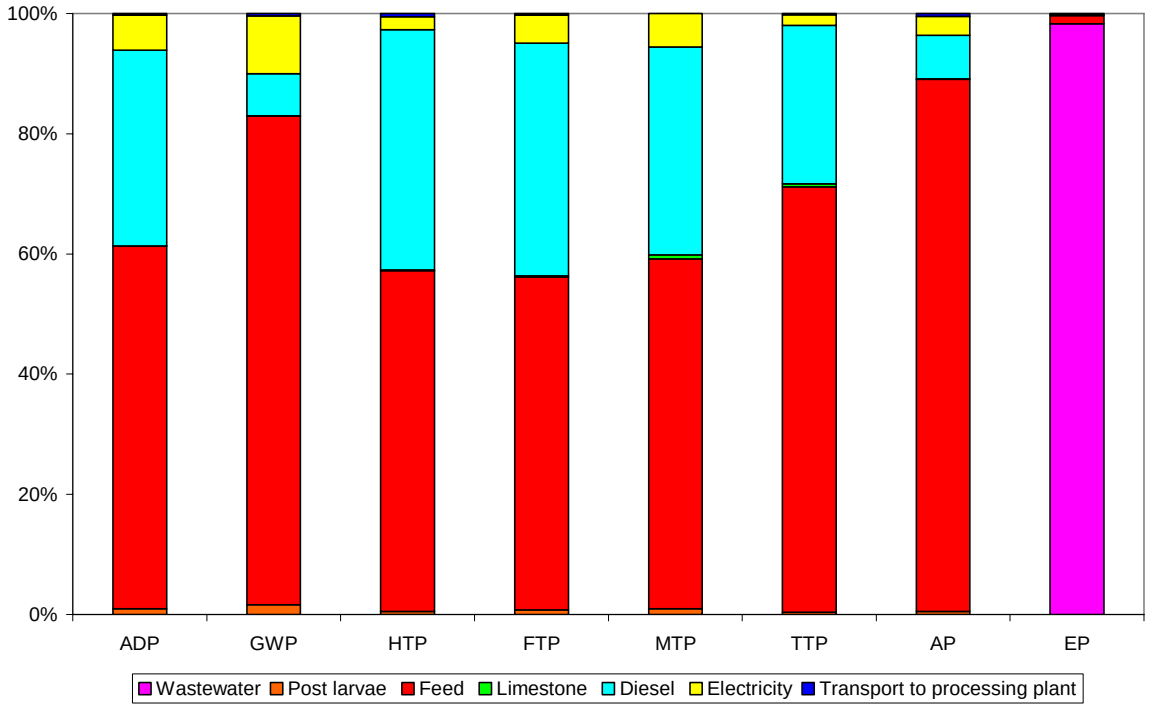
สำหรับฟาร์มเลี้ยงกุ้งในจังหวัดนครศรีธรรมราชนั้น ให้ผลที่คล้ายคลึงกับฟาร์มเลี้ยงกุ้งที่จังหวัดสงขลา โดยพบว่ามีสาเหตุหลักของการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาจากการใช้อาหารเลี้ยงกุ้ง การใช้พลังงานในเครื่องตีน้ำ น้ำเสียหลังจากการจับกุ้ง และจากการใช้น้ำมันดีเซลร่วมกับการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องตีน้ำ โดยพบว่ามีสัดส่วนในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการใช้อาหารเลี้ยงกุ้งของฟาร์มที่สามในกลุ่มผลกระทบ ADP, GWP, HTP, FTP, MTP, TTP, AP และ EP เป็น 48, 47, 63, 50, 48, 74, 73 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่สัดส่วนการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงานในเครื่องตีน้ำในกลุ่มผลกระทบ ADP, GWP, HTP, FTP, MTP, TTP, AP และ EP เป็น 43, 51, 22, 38, 42, 17, 24 และ 1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และน้ำเสียหลังจากการจับกุ้งมีสัดส่วนในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกลุ่มผลกระทบ EP สูงถึง 93 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใช้น้ำมันดีเซลส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดในกลุ่มผลกระทบ HTP และ FTP มีสัดส่วนเป็น 13 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนสัดส่วนในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้ลูกกุ้ง การขนส่งกุ้งไปยังโรงงานแปรรูป และการใช้ปูนขาว มีค่าต่ำกว่า 1, 0.8 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในทุกกลุ่มผลกระทบ (ภาพที่ 4-22)



(3) ฟาร์มที่สาม

ภาพที่ 4-22 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการเลี้ยงกุ้งฟาร์มที่หนึ่ง จังหวัดนครศรีธรรมราช

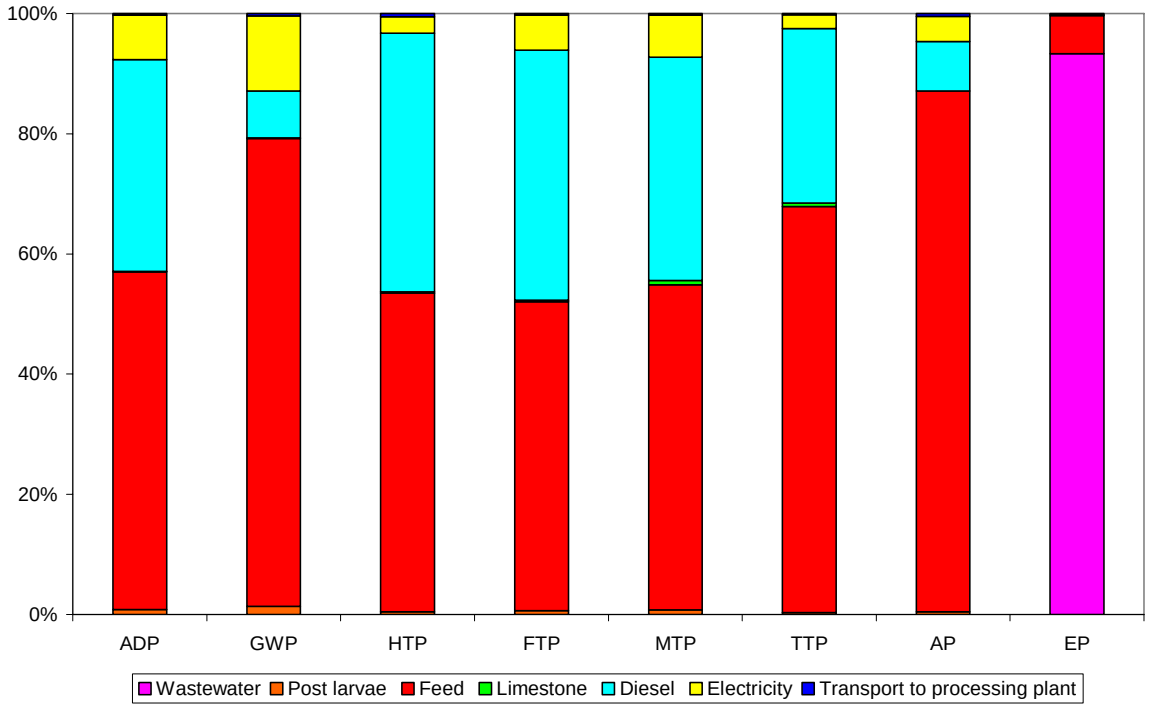
ในฟาร์มที่สี่ จังหวัดนครศรีธรรมราชพบว่าสัดส่วนการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการใช้อาหารเลี้ยงกุ้งของฟาร์มที่หนึ่งในกลุ่มผลกระทบ ADP, GWP, HTP, FTP, MTP, TTP, AP และ EP เป็น 60, 81, 57, 55, 58, 71, 86 และ 7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่สัดส่วนการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้น้ำมันดีเซลในเครื่องตีน้ำในกลุ่มผลกระทบ ADP, GWP, HTP, FTP, MTP, TTP, AP และ EP เป็น 33, 7, 40, 39, 34, 26, 7 และ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และน้ำเสียหลังจากการจับกุ้งมีสัดส่วนในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกลุ่มผลกระทบ EP สูงถึง 93 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องตีน้ำส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดในกลุ่มผลกระทบ GWP มีค่าเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสัดส่วนการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้ลูกกุ้ง การใช้ปูนขาว และการขนส่งกุ้งไปยังโรงงานแปรรูป มีค่าต่ำกว่า 1.6, 0.7 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในทุกกลุ่มผลกระทบ (ภาพที่ 4-23)



(4) ฟาร์มที่สี่

ภาพที่ 4-23 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการเลี้ยงกุ้งฟาร์มที่สอง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ในฟาร์มที่ห้า จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่าสัดส่วนการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการใช้อาหารเลี้ยงกุ้งของฟาร์มที่หนึ่งในกลุ่มผลกระทบ ADP, GWP, HTP, FTP, MTP, TTP, AP และ EP เป็น 56, 78, 53, 51, 54, 67, 87 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่สัดส่วนการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้น้ำมันดีเซลในเครื่องตีน้ำในกลุ่มผลกระทบ ADP, GWP, HTP, FTP, MTP, TTP, AP และ EP เป็น 35, 8, 43, 42, 37, 29, 8 และ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และน้ำเสียหลังจากการจับกุ้งมีสัดส่วนในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกลุ่มผลกระทบ EP สูงถึง 93 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องตีน้ำส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดในกลุ่มผลกระทบ GWP มีสัดส่วนเป็น 12 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสัดส่วนในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้ลูกกุ้ง การใช้ปูนขาว และการขนส่งกุ้งไปยังโรงงานแปรรูป มีค่าต่ำกว่า 1.4, 0.8 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในทุกกลุ่มผลกระทบ (ภาพที่ 4-24)



(5) ฟาร์มที่ห้า

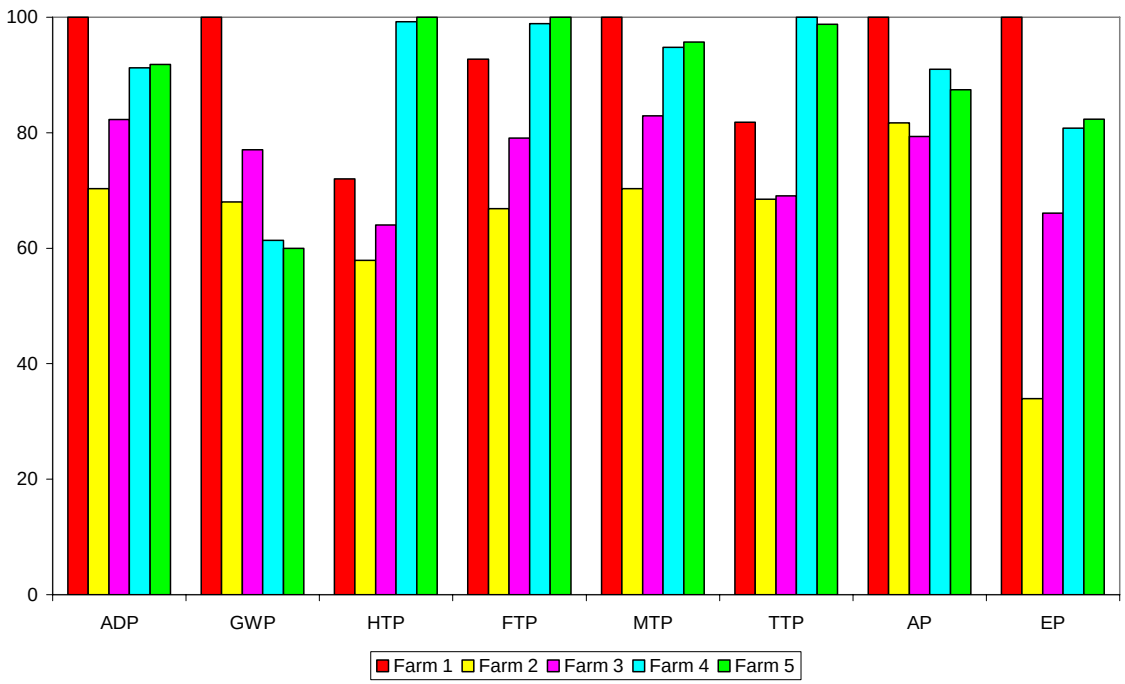
ภาพที่ 4-24 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการเลี้ยงกุ้งฟาร์มที่สาม จังหวัดนครศรีธรรมราช

เมื่อเปรียบเทียบขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตกุ้งจำนวน 1,000 กิโลกรัม จากฟาร์มสามแห่งในจังหวัดนครศรีธรรมราช (ตารางที่ 4-8) พบว่าฟาร์ม 3 มีขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดในกลุ่มผลกระทบ GWP ส่วนฟาร์ม 4 มีขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดในกลุ่มผลกระทบ TTP และ AP และฟาร์ม 5 มีขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดในกลุ่มผลกระทบ ADP, HTP, FTP, MTP และ EP ที่ผลเป็นเช่นนี้เกิดจากการใช้น้ำมันดีเซลในเครื่องตีน้ำในฟาร์มที่ 5 ที่สูงกว่าฟาร์ม 3 และ 4 ส่วนในน้ำเสียยังมีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูงกว่าฟาร์ม 3 และ 4 เช่นกันส่วนฟาร์มที่ 3 มีขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดในกลุ่มผลกระทบ GWP อันเนื่องมาจากปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องตีน้ำที่สูงกว่าฟาร์ม 4 และ 5 เกือบ 4-5 เท่า โดยคาดว่าเกิดจากความกังวลเรื่องความหนาแน่นของกุ้งในบ่อ ประกอบกับมีการตรวจสอบพบว่ากุ้งมีการติดเชื้อ เกษตรกรจึงได้เปิดเครื่องตีน้ำอย่างเต็มที่เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอในบ่อเลี้ยง ในขณะที่ฟาร์มที่ 4 มีขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดในกลุ่มผลกระทบ AP โดยมีสาเหตุมาจากปริมาณการใช้อาหารที่มากกว่าฟาร์มที่ 3 และ 5

ตารางที่ 4-8 เปรียบเทียบขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตกุ้งจำนวน 1 ตัน จากฟาร์มสามแห่งในจังหวัดนครศรีธรรมราช

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	ฟาร์มเลี้ยงกุ้งในจังหวัดนครศรีธรรมราช		
	ฟาร์มที่ 3	ฟาร์มที่ 4	ฟาร์มที่ 5
ADP (kg Sb eq.)	32.12	35.61	35.83
GWP (kg CO_2 eq.)	4,543.55	3,616.82	3,538.17
HTP (kg 1,4-DB eq.)	334.32	518.12	522.15
FTP (kg 1,4-DB eq.)	56.63	70.83	71.64
MTP (kg 1,4-DB eq.)	198,566.89	227,019.87	229,112.58
TTP (kg 1,4-DB eq.)	1.14	1.65	1.63
AP (kg SO_2 eq.)	28.04	32.16	30.90
EP (kg PO_4^{3-} eq.)	107.84	131.86	134.40

หากเปรียบเทียบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของฟาร์มเลี้ยงกุ้งในสองพื้นที่ คือ จังหวัดสงขลา (สองแห่ง) และจังหวัดนครราชสีมา (สามแห่ง) โดยให้น้ำหนักความสำคัญของกลุ่มผลกระทบแต่ละอย่างเท่ากัน ทำให้สามารถเรียงลำดับศักยภาพการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของฟาร์มเลี้ยงกุ้งจากน้อยไปมากได้ดังนี้ คือ ฟาร์มที่ 2 ฟาร์มที่ 3 ฟาร์มที่ 5 ฟาร์มที่ 4 และฟาร์มที่ 1 โดยพบว่าฟาร์มที่ 1 มีขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดในกลุ่ม ADP, GWP, MTP, AP และ EP ในขณะที่ฟาร์มที่ 4 มีขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดในกลุ่มผลกระทบ TTP ส่วนฟาร์มที่ 5 ขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดในกลุ่มผลกระทบ HTP และ FTP และเมื่อคำนวณขนาดของผลกระทบในแต่ละกลุ่มผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยนำสัดส่วนของค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดมาพิจารณา พบว่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกลุ่ม ADP, GWP, HTP, FTP, MTP, TTP และ AP อยู่ในช่วง 1.3-1.7 เท่า แต่ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกลุ่ม EP มีค่าสูงถึง 2.9 เท่า ทำให้เห็นว่ามีศักยภาพและความเป็นไปได้ในการพัฒนาและปรับปรุงการจัดการการเลี้ยง ทั้งในเรื่องการจัดการการให้อาหาร และการเปิดปิดเครื่องตีน้ำอย่างเหมาะสม เพื่อให้ปรับปรุงสมรรถนะสิ่งแวดล้อมให้ดียิ่งขึ้นได้



ภาพที่ 4-25 ขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเชิงเปรียบเทียบจากการผลิตกุ้ง 1 ตัน จากฟาร์มทั้งห้าแห่ง

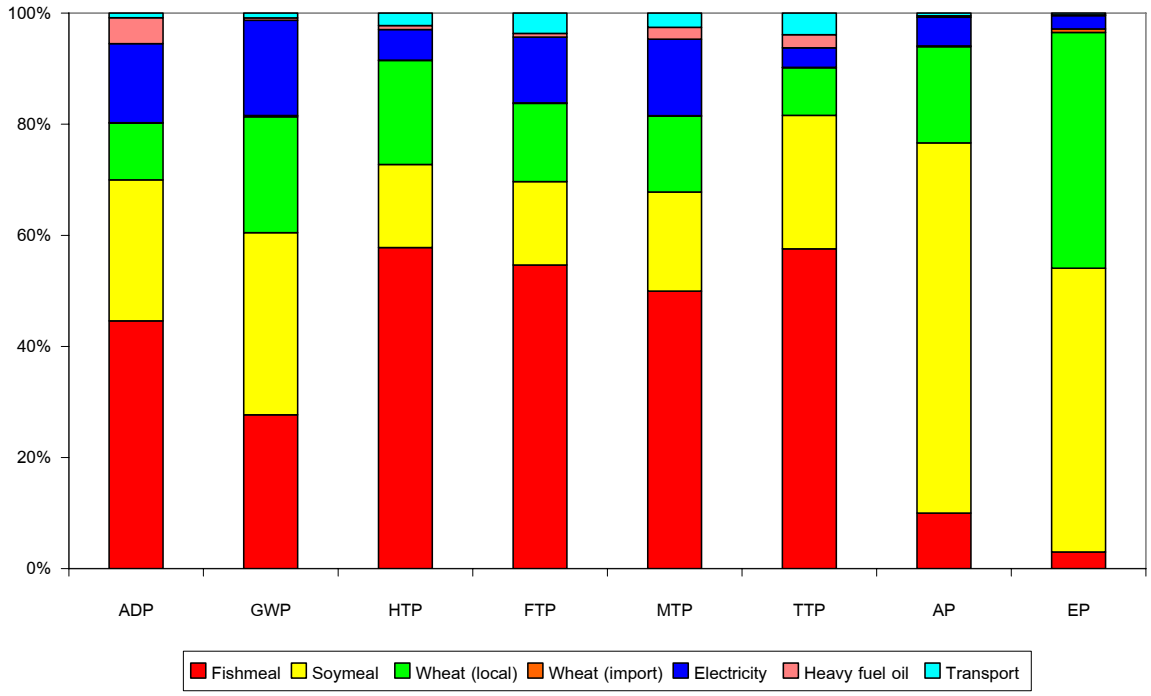
หากพิจารณาการบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งก่อนระบายลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ พบว่าวิธีที่มักจะปฏิบัติโดยทั่วไปคือการบำบัดโดยการให้อากาศโดยการเปิดเครื่องตีน้ำในบ่อบำบัดประมาณ 7-12 วัน ซึ่งพบว่า บ่อรวบรวมน้ำทิ้ง ขนาด 4 ไร่ ลึก 1.7 เมตร ที่บำบัดโดยการให้อากาศ ประมาณ 7-12 วัน ใช้พลังงานน้ำมันในการเปิดเครื่องตีน้ำ 821 กิโลวัตต์ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณไนโตรเจนรวม ปริมาณฟอสฟอรัสรวม และความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (บีโอดี) ได้ 79, 83 และ 62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (กรมควบคุมมลพิษ, 2547) นอกจากนี้ บางฟาร์มทำการบำบัดโดยการระบายน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งลงสู่พื้นที่ที่มีการปลูกพรรณไม้ชายเลน ใช้ระยะเวลาในการบำบัด 3 วัน ซึ่งสามารถช่วยลดปริมาณไนโตรเจนรวม ปริมาณฟอสฟอรัสรวม และความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (บีโอดี) ได้ 15, 70 และ 55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ชนินทร์ และคณะ, 2549) เมื่อคำนวณผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มผลกระทบ eutrophication ในกรณีที่มีการบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งก่อนระบายลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ พบว่าการบำบัดด้วยวิธีเติมอากาศจะช่วยลดผลกระทบได้เฉลี่ยประมาณ 83 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การบำบัดโดยอาศัยไม้ป่าชายเลนลดได้เฉลี่ยเพียง 62 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4-9 ขนาดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (เฉลี่ย) หลังจากการบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	ไม่มีการบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง	มีการบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง	
		การเติมอากาศ	การใช้ไม้ชายเลน
ADP (kg Sb eq.)	36.61	36.61	34.01
GWP (kg CO_2 eq.)	4,936.84	4,936.84	4,320.97
HTP (kg 1,4-DB eq.)	417.63	417.63	410.57
FTP (kg 1,4-DB eq.)	63.40	63.40	62.68
MTP (kg 1,4-DB eq.)	212,517.09	215,199.41	212,517.09
TTP (kg 1,4-DB eq.)	1.39	1.39	1.38
AP (kg SO_2 eq.)	32.76	32.76	31.06
EP (kg PO_4^{3-} eq.)	118.82	20.20	45.15

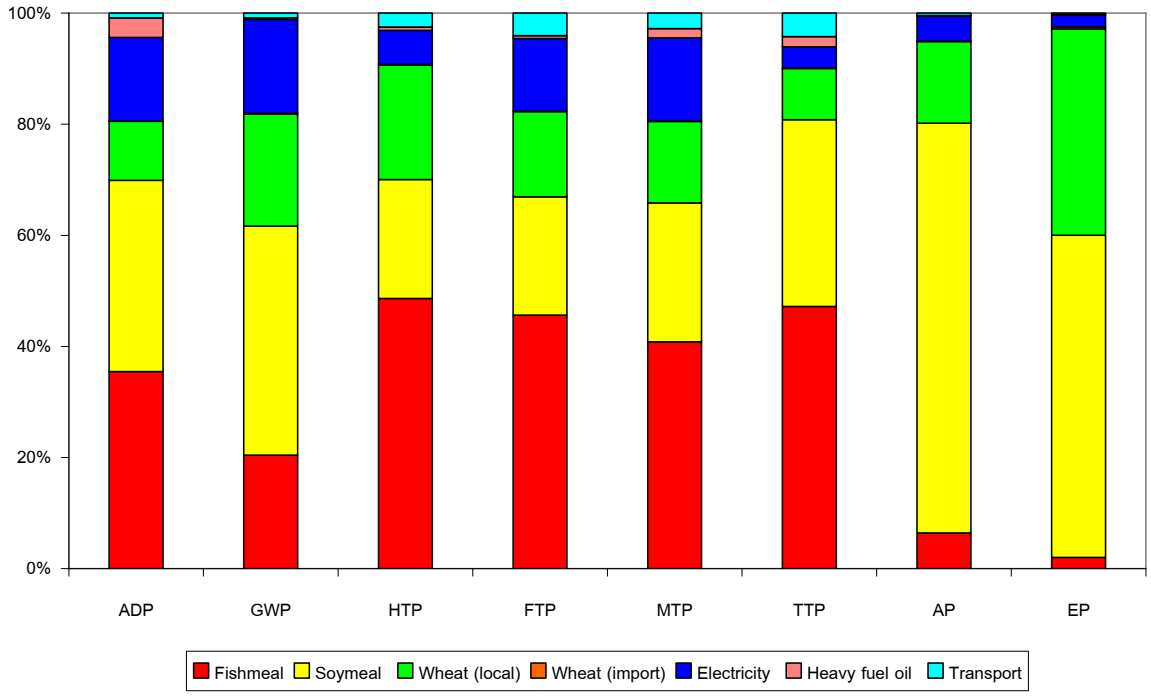
<u>การผลิตอาหารกุ้ง</u>

ผลการประเมินการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตอาหารกุ้งสองชนิด โดยชนิดที่หนึ่งมีส่วนผสมของปลาป่นในปริมาณที่มากกว่าชนิดที่สอง โดยภาพรวมในอาหารกุ้งทั้งสองชนิด พบว่าเปอร์เซ็นต์การก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของวัตถุดิบปลาป่น กากถั่วเหลือง ข้าวสาลี การใช้พลังงานไฟฟ้า และน้ำมันเตาในการผลิต เรียงจากมากไปน้อยตามลำดับ โดยสัดส่วนการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในอาหารกุ้งชนิดที่หนึ่ง (ภาพที่ 4-26) จากปลาป่นก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดในกลุ่มผลกระทบ ADP, HTP, FTP, MTP และ TTP ถึง 45, 59, 56, 51 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากกากถั่วเหลืองคิดเป็นสัดส่วนในการก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดในกลุ่มผลกระทบ GWP, AP และ EP 33, 67 และ 51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนข้าวสาลีจากการผลิตในประเทศนั้น คิดเป็นสัดส่วนในการก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดในกลุ่ม EP และ GWP 42 และ 21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การใช้พลังงานไฟฟ้าก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดในกลุ่ม GWP และ ADP คิดเป็นสัดส่วน17 และ 14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดในกลุ่ม ADP คิดเป็นสัดส่วน 5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการขนส่งมีผลค่อนข้างน้อย



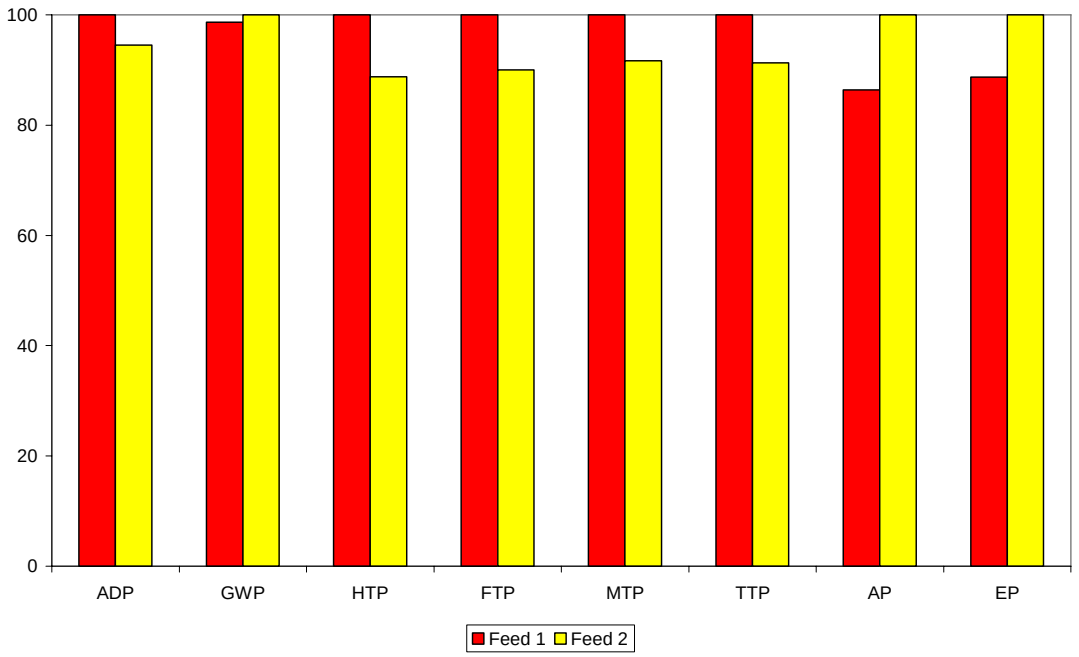
ภาพที่ 4-26 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการผลิตอาหารกุ้งชนิดที่หนึ่ง

ส่วนในอาหารกุ้งชนิดที่สองได้ผลที่คล้ายคลึงกันกับอาหารกุ้งชนิดที่หนึ่ง โดยพบว่ามีสัดส่วนในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในอาหารกุ้งชนิดที่หนึ่ง (ภาพที่ 4-27) จากปลาป่นมีสัดส่วนในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดในกลุ่มผลกระทบ ADP, HTP, FTP, MTP และ TTP ถึง 36, 49, 47, 42 และ 49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากกากถั่วเหลืองก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดในกลุ่มผลกระทบ GWP, AP และ EP คิดเป็นสัดส่วน 41, 74 และ 58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนข้าวสาลีจากการผลิตในประเทศนั้น ก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดในกลุ่ม EP, HTP และ GWP คิดเป็นสัดส่วน 37, 21 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การใช้พลังงานไฟฟ้าก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดในกลุ่ม GWP และ ADP คิดเป็นสัดส่วน17 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดในกลุ่ม ADP คิดเป็นสัดส่วน 3.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการขนส่งมีผลค่อนข้างน้อย



ภาพที่ 4-27 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการผลิตอาหารกุ้งชนิดที่สอง

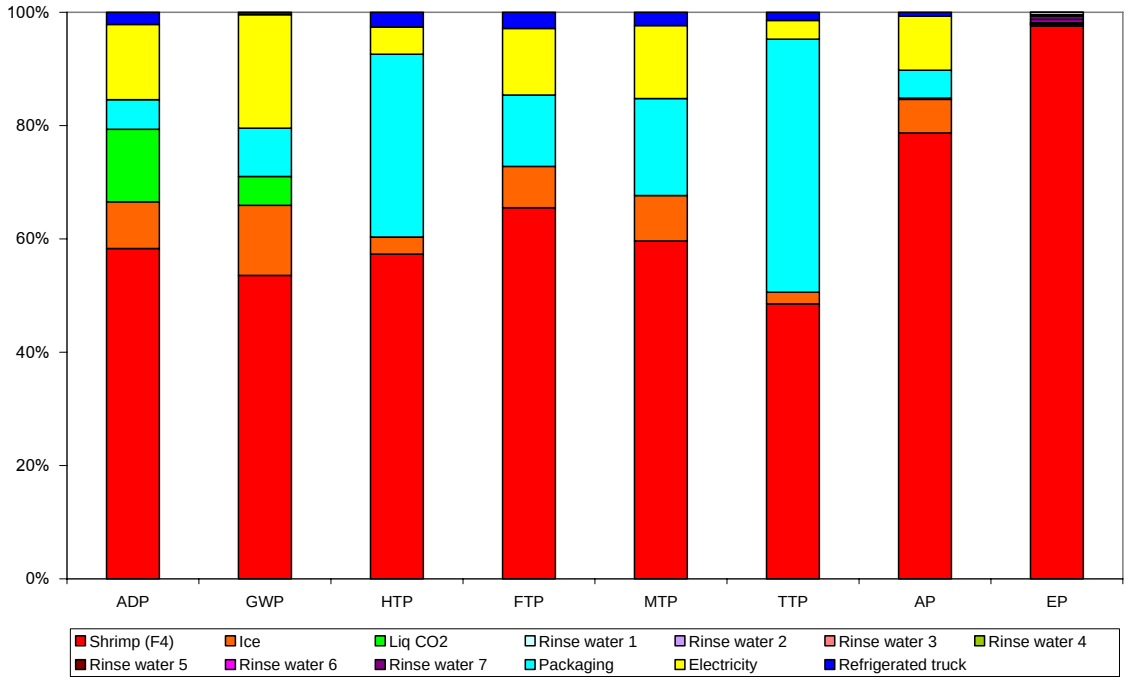
เมื่อเปรียบเทียบขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอาหารกุ้งสองชนิด (ภาพที่ 4-28) พบว่าอาหารกุ้งชนิดที่หนึ่งโดยภาพรวมก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงกว่าอาหารกุ้งชนิดที่สองในทุกกลุ่มผลกระทบ ยกเว้นกลุ่มผลกระทบ GWP, AP และ EP อันเนื่องมาจากสัดส่วนการใช้กากถั่วเหลืองในปริมาณที่มากกว่า ซึ่งในการผลิตถั่วเหลืองมีการใช้น้ำมันดีเซลประมาณ 19 กิโลกรัมต่อตัน (นอกเหนือไปจากการใช้พลังงานในการผลิตปุ๋ย และสารปราบศัตรูพืชที่ใช้ในการปลูกถั่วเหลือง)



ภาพที่ 4-28 ขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเชิงเปรียบเทียบของการผลิตอาหารกุ้งสองชนิด จำนวน 1,000 กิโลกรัม

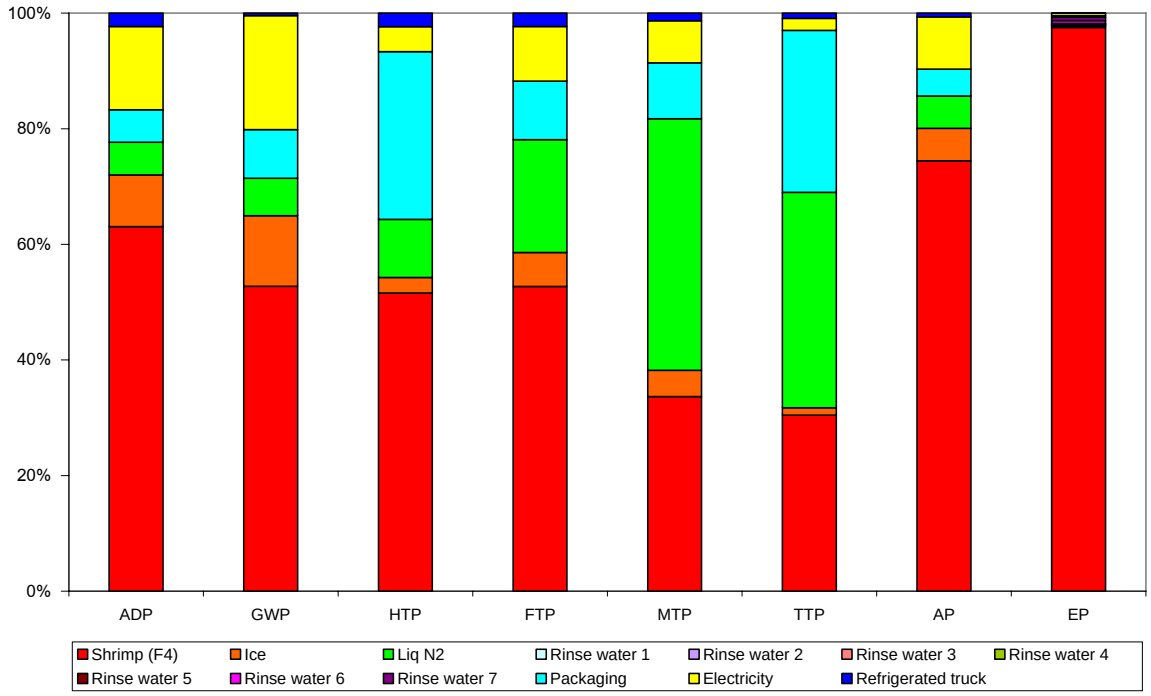
<u>การแปรรูปกุ้ง IQF</u>

ผลการประเมินการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการผลิตกุ้ง IQF โดยการใช้กุ้งขาวแวนนาไมจากฟาร์มที่ 4 (ในที่นี้ ถือเป็นกรณีตัวอย่างในการเสนอผลการศึกษา ทั้งนี้ได้นำเสนอรายละเอียดของกรณีอื่นๆในภาคผนวก) มาผ่านกระบวนการแช่แข็งแบบใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหลว (ภาพที่ 4-29) พบว่าสัดส่วนการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดมาจากวัตถุดิบกุ้งขาวแวนนาไมบรรจุภัณฑ์ถุงตั้งได้และการใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิตกุ้ง IQF โดยพบว่าสัดส่วนการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากวัตถุดิบกุ้งขาวแวนนาไมก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดในทุกกลุ่มผลกระทบ ADP, GWP, HTP, FTP, MTP, TTP, AP และ EP ถึง 58, 54, 57, 65, 59, 49, 79 และ 98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ถุงตั้งได้ที่ใช้บรรจุมีสัดส่วนในการก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดในกลุ่มผลกระทบ TTP และ HTP 47 และ 32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนคาร์บอนไดออกไซด์เหลวมีสัดส่วนในการก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดในกลุ่ม ADP 13 เปอร์เซ็นต์ และการใช้น้ำแข็งมีสัดส่วนในการก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดในกลุ่ม GWP 12 เปอร์เซ็นต์



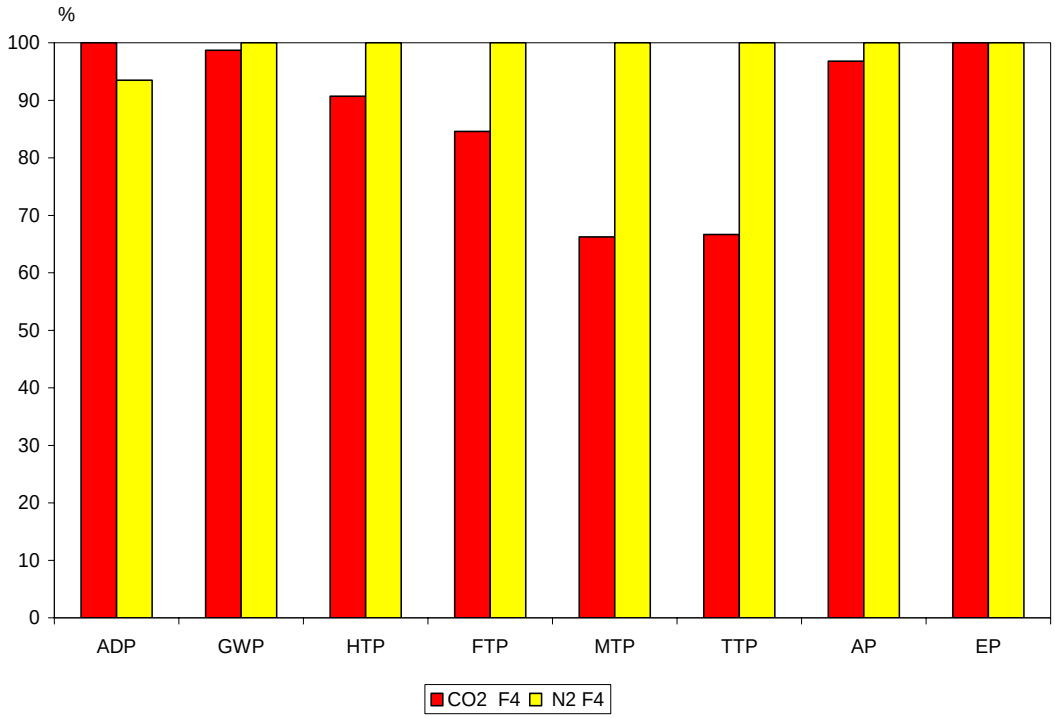
ภาพที่ 4-29 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการผลิตกุ้ง IQF โดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหลว (ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่สี่)

นอกจากกระบวนการแช่แข็งแบบใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหลวแล้ว เครื่องจักรที่ใช้ถูกออกแบบให้สามารถสลับเปลี่ยนมาใช้ก๊าซไนโตรเจนเหลวได้ โดยผลการประเมินการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้กุ้งขาวแวนนาไมจากฟาร์มที่ 4 มาผ่านกระบวนการแช่แข็งแบบใช้ก๊าซไนโตรเจนเหลว (ภาพที่ 4-30) พบว่าสัดส่วนการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาจากวัตถุดิบกุ้งขาวแวนนาไม ก๊าซไนโตรเจนเหลว และบรรจุภัณฑ์ถุงตั้งได้ที่ใช้บรรจุกุ้ง IQF โดยผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากวัตถุดิบ (กุ้งขาวแวนนาไม) มีสัดส่วนในการก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดในกลุ่มผลกระทบ ADP, GWP, HTP, AP และ EP ถึง 63, 53, 52, 74 และ 98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนไนโตรเจนเหลว มีสัดส่วนในการก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดในกลุ่มผลกระทบ MTP และ TTP 44 และ 37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนภาชนะบรรจุมีสัดส่วนในการก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดในกลุ่ม HTP และ TTP 29 และ 28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้การใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิต ก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดในกลุ่ม GWP และ ADP คิดเป็นสัดส่วน 20 และ 14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับน้ำล้างนั้น มีผลต่อค่า EP อย่างเดียวเท่านั้น

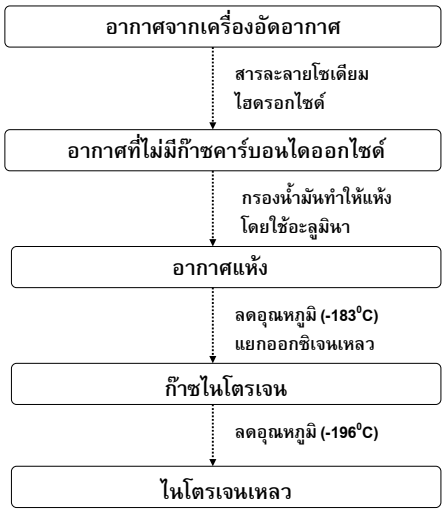


ภาพที่ 4-30 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการผลิตกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซไนโตรเจนเหลว (ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่สี่)

เมื่อเปรียบเทียบขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตกุ้ง IQF จำนวน 1 กิโลกรัม โดยการแปรรูปโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหลวและไนโตรเจนเหลว (ภาพที่ 4-31) พบว่าต้องใช้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เหลว (2.2 กิโลกรัม) มากกว่าไนโตรเจนเหลว (1.9 กิโลกรัม) โดยสารให้ความเย็นทั้งสองชนิดมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดในกลุ่มผลกระทบ MTP และ GWP แต่อย่างไรก็ตามการใช้ไนโตรเจนเหลวก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงกว่าในทุกกลุ่มผลกระทบยกเว้น ADP ที่คาร์บอนไดออกไซด์เหลวก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงกว่าอันเป็นผลมาจากการใช้กาซธรรมชาติในการสกัดคาร์บอนไดออกไซด์เหลวในขณะที่กาซไนโตรเจนเหลวใช้วิธีสกัดจากอากาศ (ภาพที่ 4-32) ที่ใช้หลักการลดอุณหภูมิของอากาศ โดยใช้สารละลายโซเดี่ยมไฮดรอกไซด์สำหรับดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และใช้อะลูมินาสำหรับดูดความชื้นทำให้อากาศแห้ง นอกจากนี้ในขั้นตอนการเปลี่ยนสถานะจากก๊าซไนโตรเจนเป็นไนโตรเจนเหลว ต้องใช้อุณหภูมิถึง–160 องศาเซลเซียส การอัดอากาศในสภาวะความดันสูงๆ จะทำให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกขึ้น ซึ่งมีผลต่อภาวะโลกร้อน



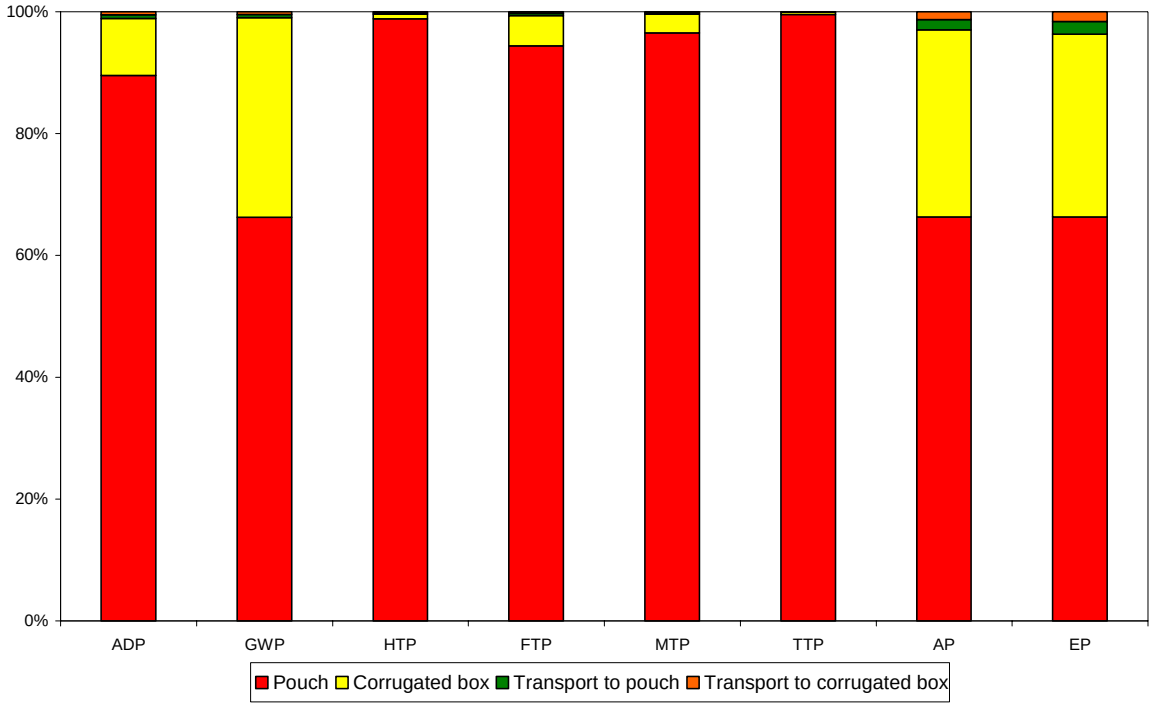
ภาพที่ 4-31 ขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเชิงเปรียบเทียบจากการผลิตกุ้ง IQF จำนวน 1 กิโลกรัม โดยการแปรรูปโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไนโตรเจนเหลว (ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่สี่)



ภาพที่ 4-32 แผนผังการผลิตไนโตรเจนเหลว

ภาชนะบรรจุกุ้ง IQF

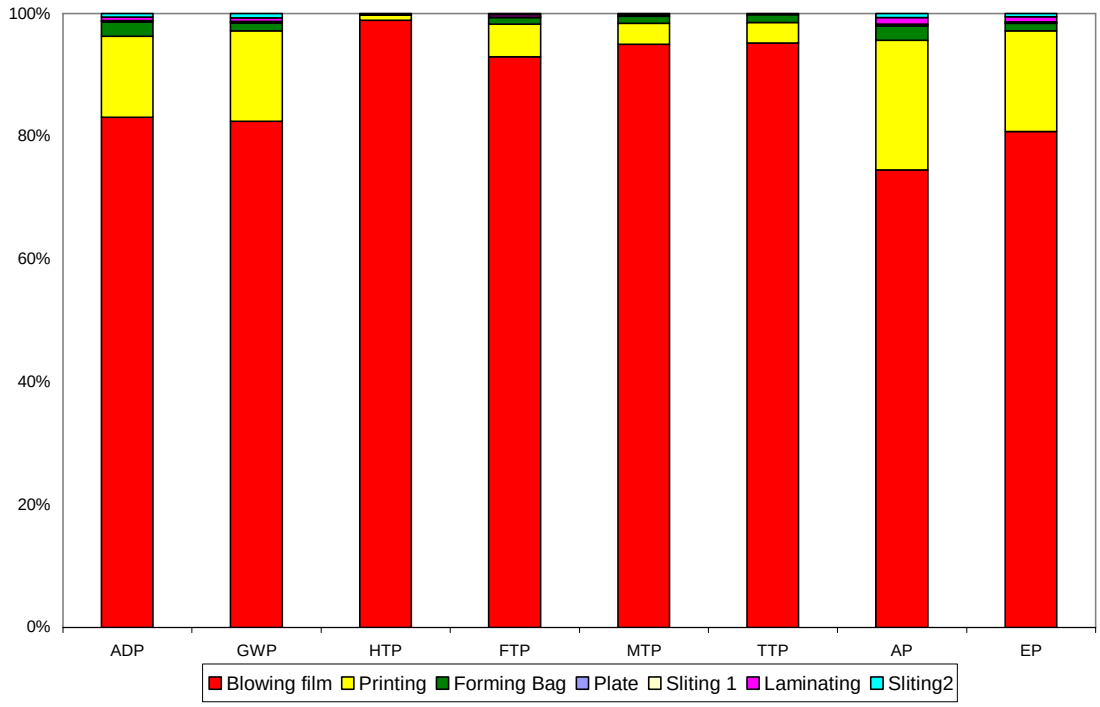
ภาชนะบรรจุกุ้ง IQF ที่ใช้ ได้แก่ ถุงตั้งได้สำหรับบรรจุกุ้ง IQF โดยตรงและกล่องกระดาษลูกฟูกที่ใช้ในการบรรจุระหว่างการขนส่ง พบว่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่มาจากการใช้บรรจุภัณฑ์ถุงตั้งได้ (ภาพที่ 4-33) พบว่าเปอร์เซ็นต์การก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดในทุกกลุ่มผลกระทบ โดยเฉพาะใน TTP, HTP, MTP, FTP, ADP ที่มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกล่องกระดาษลูกฟูกก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดในกลุ่มผลกระทบ GWP, AP และ EP มีค่าเป็น 33, 31 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการขนส่งบรรจุภัณฑ์ถุงตั้งได้และกล่องกระดาษลูกฟูกมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำกว่า 2 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4-33 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้ภาชนะถุงตั้งได้และกล่องกระดาษลูกฟูก

การบรรจุกุ้ง IQF ใช้ถุงตั้งได้บรรจุเพื่อการจำหน่ายปลีกและกล่องกระดาษเพื่อรอจำหน่ายและการขนส่ง จากการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของภาชนะบรรจุรวมถึงการขนส่งถาชนะบรรจุทั้งสองชนิดพบว่า ผลกระทบจากภาชนะบรรจุที่ใช้นั้นมาจากถุงตั้งได้ (ภาพที่ 4-34) ในกลุ่มผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ADP, HTP, FTP, MTP และ TTP ที่มีสัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ สำหรับกล่องกระดาษ มีสัดส่วนที่ทำให้

เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะกลุ่ม GWP, AP และ EP มีค่าประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการขนส่งภาชนะบรรจุทั้งสองชนิดมายังโรงงานแปรรูปก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในสัดส่วนที่น้อยมาก

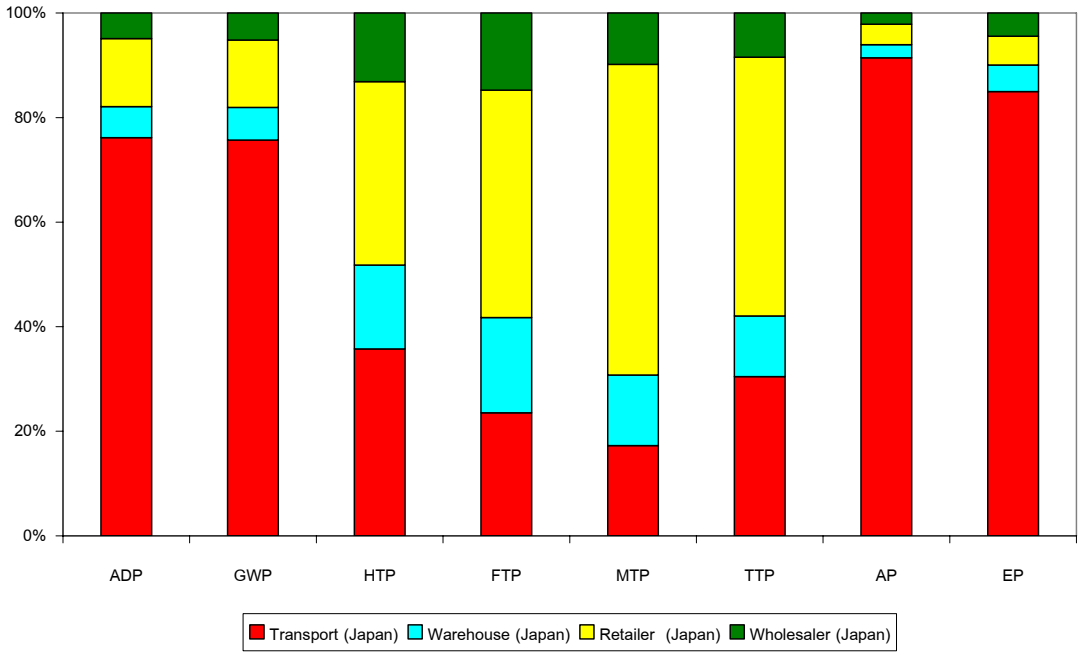


ภาพที่ 4-34 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการผลิตถุงแบบตั้งได้สำหรับบรรจุกุ้ง IQF

เมื่อพิจารณาการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิตภาชนะบรรจุถุงตั้งได้ พบว่าผลกระทบส่วนใหญ่มาจากกระบวนการเป่าฟิล์มโดยมีสัดส่วนที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกลุ่ม HTP, FTP, MTP, TTP และ MTP มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่ม ADP, GWP และ EP ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากกระบวนการผลิตมีการใช้ฟิล์ม LLDPE ในปริมาณมาก มีแหล่งการสั่งซื้อเม็ดพลาสติกจากภายในประเทศมาเป่าเป็นฟิล์มเพื่อใช้ในการผลิตซึ่งมีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ในการผลิตฟิล์มที่มาจากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีที่ต้องใช้ฟอสซิลเป็นทรัพยากรหลัก นอกจากนี้กระบวนการเป่าฟิล์มก่อให้เกิดเศษฟิล์มจำนวนมากจากกระบวนการผลิตจึงก่อให้เกิดขยะจำนวนมากจากเศษฟิล์มทิ้ง ส่วนกระบวนการพิมพ์มีสัดส่วนที่ทำให้กลุ่ม AP, EP, GWP และ APP ประมาณ 13-20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผลกระทบในกลุ่มอื่นมีสัดส่วนต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเป็นกระบวนการที่มีวัตถุดิบหลายชนิดใช้ในกระบวนการพิมพ์ ได้แก่ ฟิล์มไนลอน หมึก และตัวทำละลายเพื่อใช้ในการพิมพ์

<u>การขนส่งกุ้ง IQF ไปยังผู้บริโภคที่ต่างประเทศ</u>

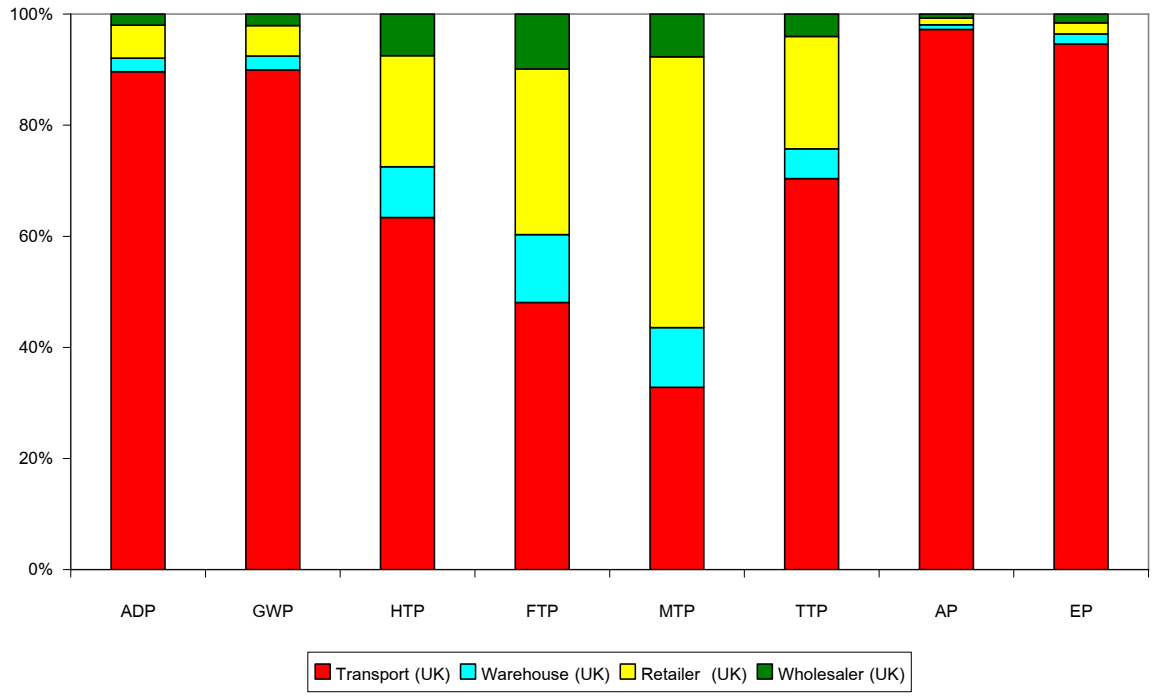
ในส่วนของกิจกรรมการขนส่งกุ้ง IQF ไปยังผู้บริโภคที่ต่างประเทศ พบว่าการขนส่งทางเรือจากท่าเรือที่ประเทศไทยไปยังท่าเรือที่ต่างประเทศเป็นสาเหตุหลักในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะในกลุ่มผลกระทบ AP, EP, ADP และ GWP โดยการขนส่งกุ้ง IQF ไปยังประเทศญี่ปุ่น พบว่าการขนส่งทางเรือจากท่าเรือที่ประเทศไทยไปยังท่าเรือที่ประเทศญี่ปุ่นมีสัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกลุ่มผลกระทบ ADP, GWP, AP และ EP เป็น 91, 85, 76 และ 76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สาเหตุรองลงไปมาจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในการรักษาสินค้าที่ผู้ค้าปลีก โดยคิดมีสัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดในกลุ่มผลกระทบ MTP, TTP และ FTP มีค่า 59, 50 และ 44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนที่ห้องเก็บรักษาสินค้าที่ท่าเรือนั้น มีสัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดในกลุ่มผลกระทบ FTP, HTP และ MTP เป็น 18, 16 และ 14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การใช้พลังงานไฟฟ้าในการรักษาสินค้าที่ผู้ค้าส่ง มีสัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดในกลุ่มผลกระทบ FTP และ HTP มีค่า 15 และ 14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4-35)



ภาพที่ 4-35 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการขนส่งกุ้ง IQF ไปยังประเทศญี่ปุ่น

สำหรับการขนส่งกุ้ง IQF ไปยังประเทศอังกฤษ พบว่าการขนส่งทางเรือจากท่าเรือที่ประเทศไทยไปยังท่าเรือที่ประเทศญี่ปุ่นมีสัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกลุ่ม

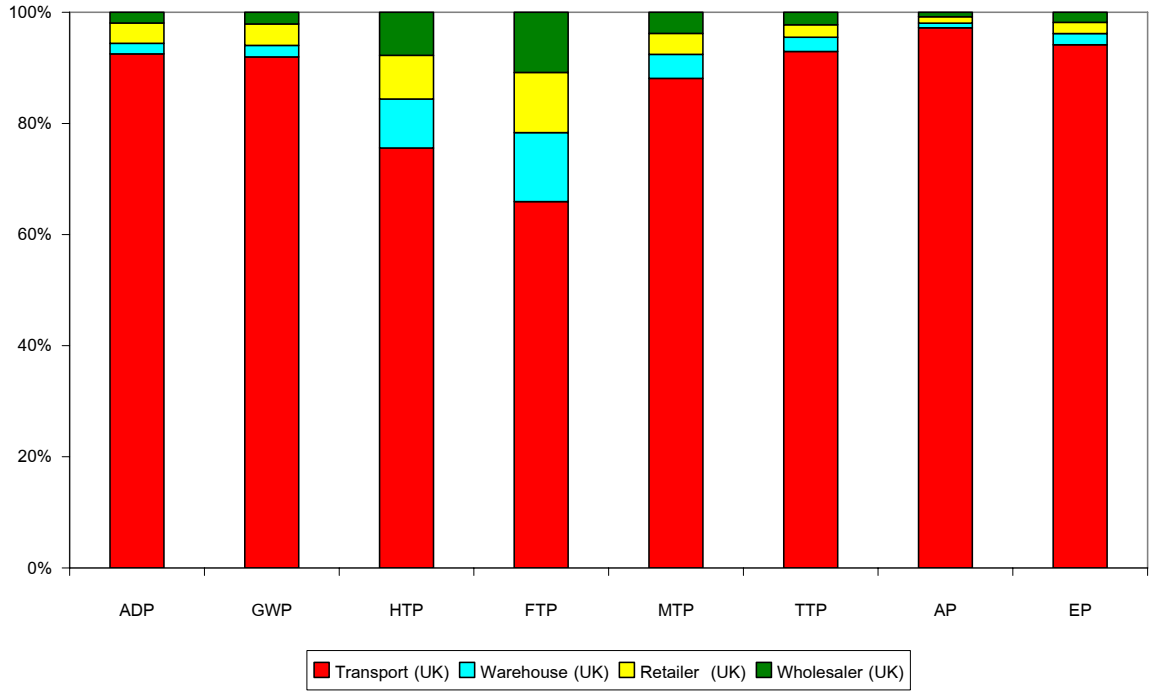
ผลกระทบ AP, EP, ADP และ GWP เป็น 97, 95, 90 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สาเหตุรองลงไปมาจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในการรักษาสินค้าที่ผู้ค้าปลีก มีสัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดในกลุ่มผลกระทบ MTP, FTP และ TTP มีค่า 49, 30 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนที่ห้องเก็บรักษาสินค้าที่ท่าเรือมีสัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดในกลุ่มผลกระทบ FTP, MTP และ HTP มีค่า 12, 11 และ 9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การใช้พลังงานไฟฟ้าในการรักษาสินค้าที่ผู้ค้าส่ง คิดเป็นสัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดในกลุ่มผลกระทบ FTP และ MTP มีค่า 10 และ 8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4-36)



ภาพที่ 4-36 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการขนส่งกุ้ง IQF ไปยังประเทศอังกฤษ

สำหรับการขนส่งกุ้ง IQF ไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าการขนส่งทางเรือจากท่าเรือที่ประเทศไทยไปยังท่าเรือที่ประเทศสหรัฐอเมริกามีสัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกลุ่มผลกระทบ AP, EP, ADP และ GWP เป็น 97, 94, 93 และ 92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สาเหตุรองลงไปมาจากการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ห้องเก็บรักษาสินค้าที่ท่าเรือ โดยมีสัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดในกลุ่มผลกระทบ FTP และ HTP มีค่า 12 และ 9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในการรักษาสินค้าที่ผู้ค้าปลีกคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การ

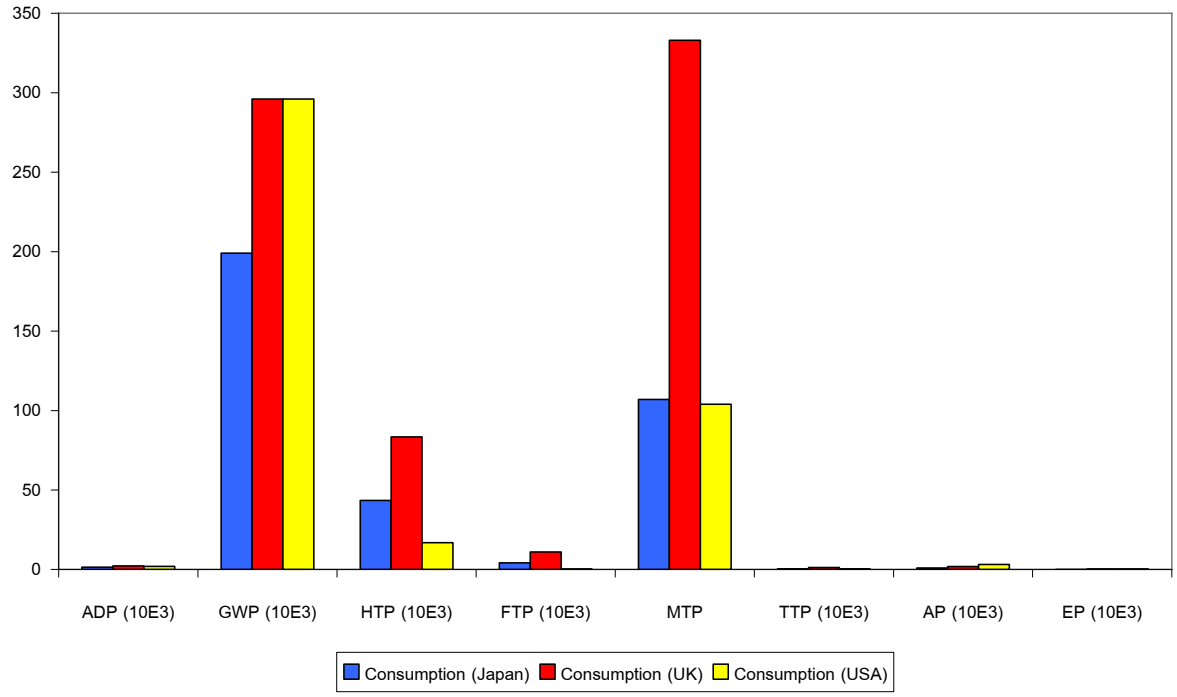
ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดในกลุ่มผลกระทบ FTP และ HTP มีค่า 11 และ 8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และการใช้พลังงานไฟฟ้าในการรักษาสินค้าที่ผู้ค้าส่ง คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดในกลุ่มผลกระทบ FTP และ MTP มีค่า 11 และ 8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4-37)



ภาพที่ 4-37 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการขนส่งกุ้ง IQF ไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา

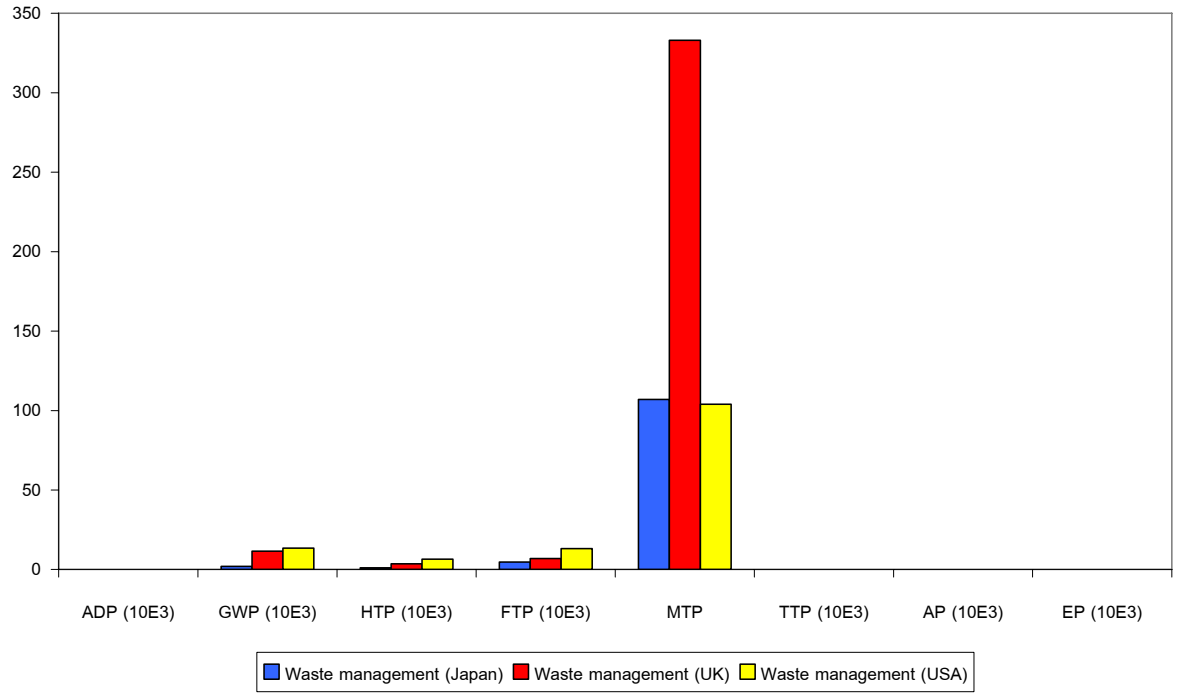
<u>การบริโภคและการจัดการของเสียหลังการบริโภคกุ้ง IQF</u>

จากการเปรียบเทียบขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการบริโภคกุ้ง IQF 1 ถุง (453 กรัม) โดยพิจารณาน้ำหนักความสำคัญของทุกกลุ่มผลกระทบเท่ากัน พบว่าขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการบริโภคกุ้ง IQF 1 ถุง สูงสุดในประเทศอังกฤษ โดยเฉพาะในกลุ่มผลกระทบ MTP และ GWP ตามด้วยประเทศสหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่นตามลำดับ (ภาพที่ 4-38)



ภาพที่ 4-38 ขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเชิงเปรียบเทียบจากการบริโภคกุ้ง IQF 1 ถุง (453 กรัม) ในประเทศญี่ปุ่น อังกฤษ และสหรัฐอเมริกา

ส่วนการจัดการของเสียหลังจากการบริโภค พบว่าขนาดของผลกระทบไม่แตกต่างกันมากนักในทั้งสามประเทศ ยกเว้นในกลุ่มผลกระทบ MTP ที่ประเทศอังกฤษมีขนาดสูงกว่าในประเทศญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกาอย่างเห็นได้ชัด (ภาพที่ 4-39) อันเนื่องมาจากแหล่งพลังงานที่ใช้มาจากถ่านหินในสัดส่วนที่สูงกว่า



ภาพที่ 4-39 เปรียบเทียบขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการจัดการของเสียหลังการบริโภคกุ้ง IQF 1 ถุง (453 กรัม) ในประเทศญี่ปุ่น อังกฤษ และสหรัฐอเมริกา

ผลการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตโดยตลอดห่วงโซ่การผลิต จะถูกนำไปตีความและแปลผล เพื่อนำผลไปประยุกต์ใช้ในการเสนอแนะแนวทางในการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพการบริหารจัดการโดยตลอดห่วงโซ่การผลิตกุ้ง IQF ซึ่งจักได้นำเสนอรายละเอียดในหัวข้อถัดไป

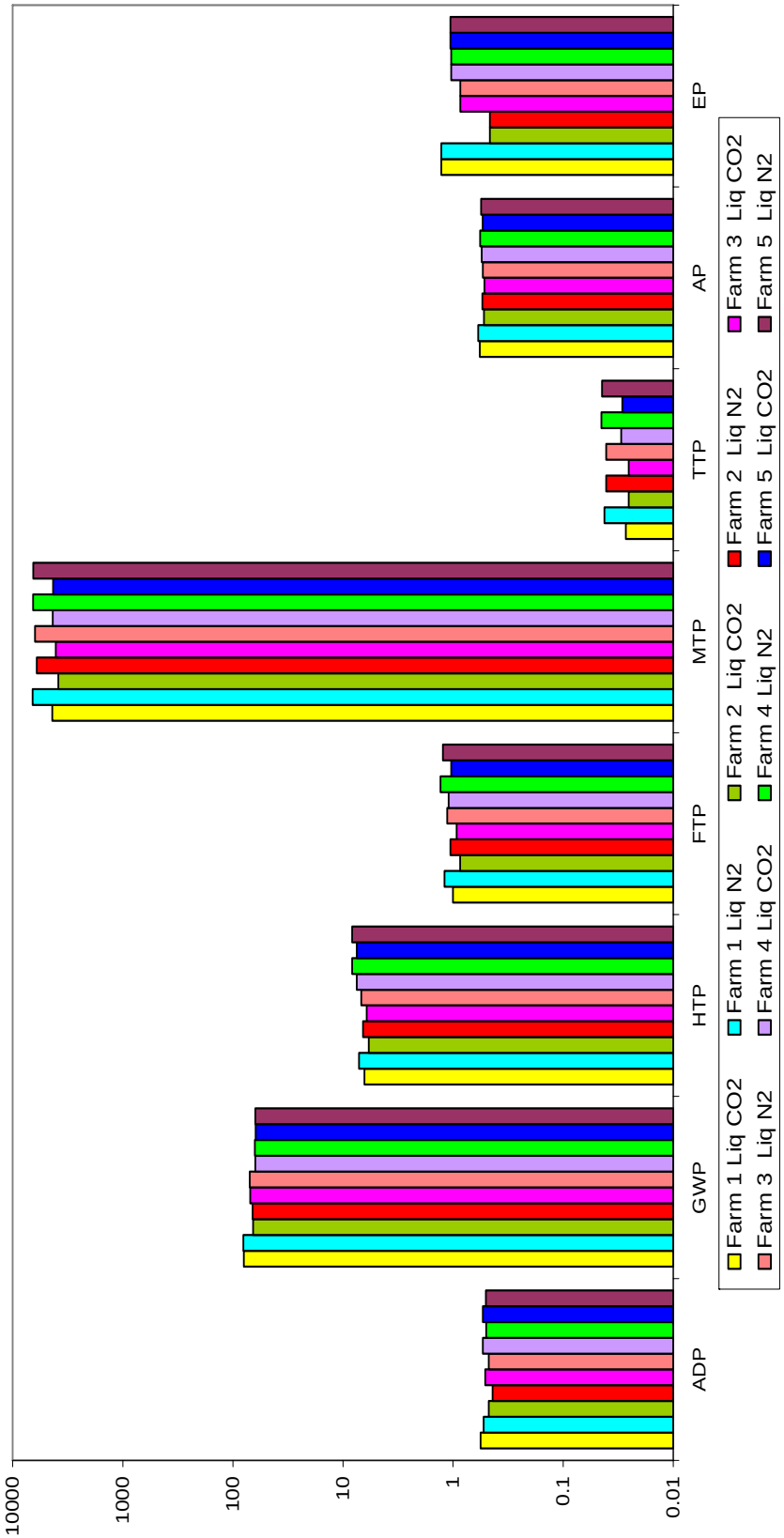
4.3 การตีความและวิจารณ์ผล

4.3.1 การจำแนกสายการผลิตที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

จากการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต หรือ โดยตลอดห่วงโซ่การผลิต ของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว ซึ่งครอบคลุมทุกกิจกรรมการผลิตในประเทศไทยและการบริโภคที่ต่างประเทศ (ผู้นำเข้าสินค้ากุ้งของไทย) ตั้งแต่การนำเข้าพ่อแม่พันธุ์จากต่างประเทศ (ไม่รวมการผลิตพ่อแม่พันธุ์ที่ต่างประเทศ) การผลิตลูกกุ้งที่โรงเพาะฟัก การเลี้ยงกุ้งที่ฟาร์ม การแปรรูปกุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัวที่โรงงานแปรรูป การผลิตบรรจุภัณฑ์ถุงตั้งได้และกล่องกระดาษลูกฟูกที่ใช้ในการบรรจุสินค้า การขนส่งสินค้าทางเรือไปยังต่างประเทศ การเก็บรักษาสินค้าที่อาคารเก็บสินค้าของท่าเรือที่ต่างประเทศ การเก็บรักษาสินค้าโดยผู้ค้าส่ง การเก็บ

รักษาสินค้าผู้ค้าปลีก การเตรียมและปรุงอาหาร ตลอดจนการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นหลังจากการบริโภค รวมทั้งการขนส่งที่เกี่ยวข้องกับทุกๆ กิจกรรม ทำให้ทราบว่าการเลี้ยงกุ้งที่ฟาร์มเป็นกิจกรรมหลักที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ตามด้วยการแปรรูป (โดยเฉพาะอย่างยิ่งการผลิตบรรจุภัณฑ์ถุงตั้งได้) และการบริโภค

นอกจากนี้ผลรวมของศักยภาพในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัวในประเทศไทยและการบริโภคที่ต่างประเทศ จำนวน 4.53 กิโลกรัมกรัม (คิดเป็นกุ้ง IQF จำนวน 10 ถุง ขนาดถุงละ 453 กรัม ซึ่งเป็นขนาดบรรจุเพื่อการบริโภคสำหรับครอบครัว) ในแต่ละสายการผลิตและบริโภค ทำให้สามารถเปรียบเทียบสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์กุ้ง IQF ในแต่ละสายการผลิตและบริโภค โดยในที่นี้เนื่องจากประเทศยังไม่ได้มีการกำหนดระดับความสำคัญของปัญหาสิ่งแวดล้อมในแต่ละกลุ่มผลกระทบ จึงสมมุติให้น้ำหนักความสำคัญของกลุ่มผลกระทบต่างๆเท่ากัน นำไปสู่การจำแนกได้ว่าสายการผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่ 2และแปรรูปเป็นกุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัวโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในภาพรวมต่ำที่สุดหรือมีสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมดีที่สุด ในขณะที่การขนส่งผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัวทางเรือจากประเทศไทยไปยังประเทศญี่ปุ่นรวมทั้งการบริโภคในประเทศญี่ปุ่นก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำที่สุด (ภาพที่4-40) อย่างไรก็ตามผลเปรียบเทียบสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์กุ้ง IQF ในแต่ละห่วงโซ่อุปทานและบริโภคนั้น ขึ้นอยู่กับการจัดลำดับความสำคัญของกลุ่มผลกระทบของผู้ตัดสินใจเป็นสำคัญซึ่งอาจทำให้ผลการเปรียบเทียบเปลี่ยนแปลงไปจากนี้ได้



ภาพที่ 4-40 การเปรียบเทียบผลรวมของสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของสายการผลิตและการบริโภคกุ้ง IQF

4.3.2 ดัชนีชี้วัดสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมเชิงผลิตภัณฑ์

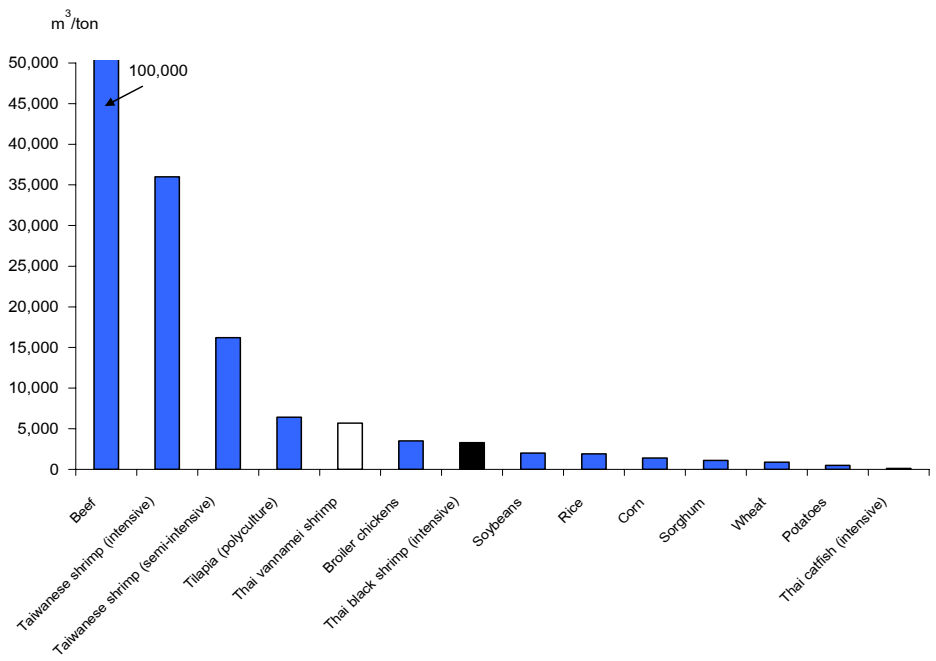
จากการประยุกต์แนวคิดการวิเคราะห์วัฏจักรชีวิต ทำให้สามารถจำแนกประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากกิจกรรมการผลิตและบริโภคโดยตลอดห่วงโซ่ผลิตภัณฑ์กุ้ง IQF ได้โดยครอบคลุมทุกประเด็นที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การใช้ทรัพยากรและพลังงาน การปลดปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อม (ทางน้ำ อากาศ และดิน) ตลอดจนการเกิดของเสีย ผลการวิเคราะห์วัฏจักรชีวิตทำให้สามารถนำข้อมูลสิ่งแวดล้อมที่ได้มาใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการพัฒนาดัชนีชี้วัดสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาจากประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับฟาร์ม เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าขั้นตอนอื่นๆ ภายในห่วงโซ่การผลิต จึงได้เสนอแนะดัชนีชี้วัดสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของฟาร์มเลี้ยงกุ้งดังต่อไปนี้

จากการรายงานผลการประเมินวัฏจักรชีวิตโดยตลอดห่วงโซ่ผลิตภัณฑ์กุ้ง IQF (อธิบายแล้วในหัวข้อ 4.2.1) พบว่าโดยภาพรวมขั้นตอนการเลี้ยงกุ้งที่ฟาร์มก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุด ซึ่งประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและพลังงานที่เป็นสาเหตุสำคัญในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกลุ่มผลกระทบที่พิจารณาในการศึกษานี้ ได้แก่ ปริมาณการใช้พลังงานจากการใช้เครื่องตีน้ำโดยเปิดเครื่องตีน้ำเกือบตลอดวัน ตลอดระยะเวลาการเพาะเลี้ยงเป็นเวลานานถึง 4-5 เดือน นอกจากนี้ปริมาณการใช้ปลาป่นในการผลิตอาหารกุ้ง นับเป็นอีกประเด็นปัญหาหนึ่งที่มีความสำคัญ เนื่องจากปลาป่นเป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตอาหารกุ้งที่มีความต้องการพลังงานในการผลิตสูง นอกจากนี้ยังมีประเด็นที่สำคัญอีกประเด็นหนึ่ง คือ ปริมาณการใช้น้ำ เพื่อการเพาะเลี้ยงจากขั้นตอนของการเตรียมบ่อและยังมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำในระหว่างการเลี้ยงด้วย ในส่วนของการปลดปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อม พบว่าประเด็นปัญหาสำคัญเกี่ยวข้องกับมลพิษทางน้ำในรูปของสารอินทรีย์ ทั้งจากการระบายน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งสู่แหล่งรองรับน้ำสาธารณะหรือจากตะกอนเลนที่สะสมในระหว่างการเลี้ยง สำหรับดัชนีชี้วัดในรูปของผลกระทบ จากการประเมินผลกระทบโดยใช้การประเมินวัฏจักรชีวิต พบว่าศักยภาพในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน และศักยภาพในการก่อให้เกิดการเพิ่มสารอาหารในน้ำ นับเป็นปัญหาที่มีความสำคัญสูงสุด และน่าจะเป็นปัญหาที่ได้รับความสนใจในระดับนโยบายเนื่องจากเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาการขาดแคลนแหล่งทรัพยากรพลังงาน และปัญหามลภาวะทางน้ำที่มักเป็นกรณีวิพากษ์วิจารณ์หรือเกิดความขัดแย้งในสังคม

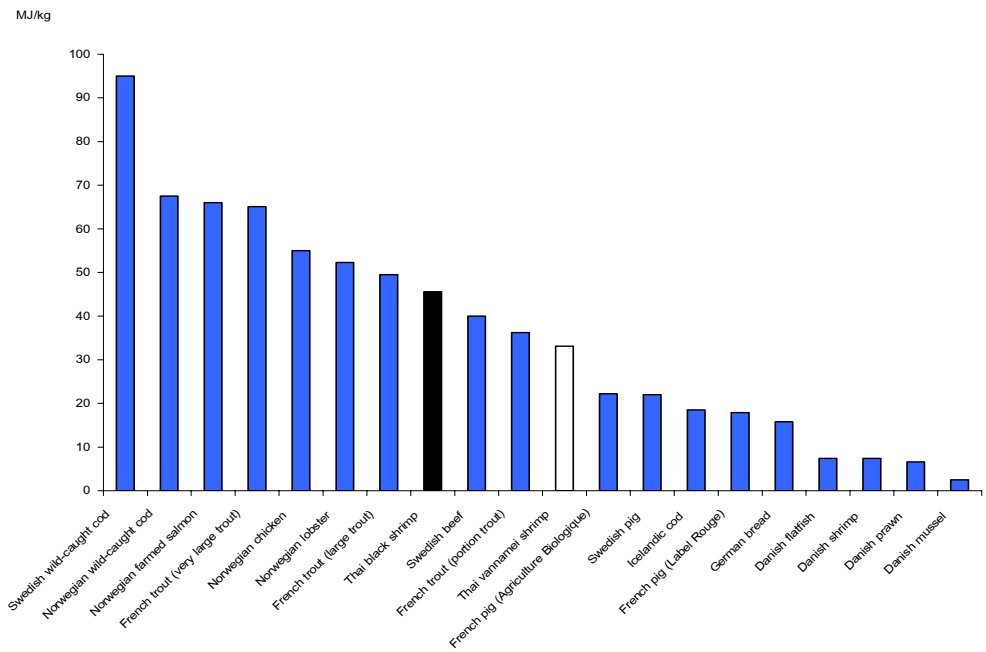
โดยสรุป ดัชนีชี้วัดสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมเชิงผลิตภัณฑ์มาจากผลการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตโดยตลอดห่วงโซ่ผลิตภัณฑ์กุ้ง IQF ที่บ่งชี้ว่า การเลี้ยงกุ้งที่ฟาร์ม เป็นขั้นตอนสำคัญในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งทำให้สามารถเสนอแแนะดัชนีชี้วัดสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของฟาร์มเลี้ยงกุ้ง ได้ดังนี้

- การใช้ทรัพยากรธรรมชาติและพลังงาน ได้แก่
  - ปริมาณการใช้พลังงาน
  - ปริมาณการใช้ปลาป่นในการผลิตอาหารกุ้ง และ
- ปริมาณของเสีย ได้แก่
  - ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสีย
  - ปริมาณสารอาหารในน้ำเสีย และ
  - ปริมาณตะกอนเลน
- ดัชนีชี้วัดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
  - ศักยภาพในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน
  - ศักยภาพในการก่อให้เกิดการเพิ่มสารอาหารในน้ำ

จะเห็นได้ว่าดัชนีชี้วัดสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมจากผลการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตโดยตลอดห่วงโซ่การผลิตกุ้ง IQF สอดคล้องกับการเสนอแนะจากผลการศึกษาก่อนหน้านี้ (ดังอธิบายรายละเอียดในบทที่ 2) ดัชนีชี้วัดสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมเชิงผลิตภัณฑ์ดังกล่าว ทำให้สามารถเปรียบเทียบสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้ ตัวอย่างการเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารทั้งจากการเกษตรกรรม ประมง และการเพาะเลี้ยง จำนวน 1 ตัน (ภาพที่ 4-41) พบว่าการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมมีปริมาณการใช้น้ำสูงกว่าผลิตภัณฑ์อาหารจากการเกษตรกรรม (3-11 เท่า) และปศุสัตว์ (1.6 เท่า) แต่ต่ำกว่าการเลี้ยงวัวเพื่อผลิตเนื้อถึง 17 เท่า หรือการเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารทั้งจากการเกษตรกรรม ประมง และการเพาะเลี้ยง (ภาพที่ 4-42) จำนวน 1 ตัน พบว่าการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมมีปริมาณการใช้พลังงานสูงกว่าผลิตภัณฑ์อาหารจากการปศุสัตว์ (หมู) คิดเป็น 1.5 เท่า แต่ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์อาหารจากประมง (ปลาคอดในสวีเดน) ถึงเท่า 2.9 เท่า



ภาพที่ 4-41 การเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของผลิตภัณฑ์อาหารทั้งจากการเกษตรกรรม ประมง และการเพาะเลี้ยง



ภาพที่ 4-42 การเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานของผลิตภัณฑ์อาหาร ทั้งจากการเกษตรกรรม ประมง และการเพาะเลี้ยง

นอกจากนี้ สามารถใช้ดัชนีชี้วัดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการเปรียบเทียบ ดังเช่น การเปรียบเทียบผลการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กุ้ง IQF กับผลการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กุ้งกุลาดำแช่แข็งแบบบล็อค (Mungkung, 2005) จำนวน 1.8 กิโลกรัม ซึ่งเทียบเท่ากับผลิตภัณฑ์กุ้งกุลาดำแช่แข็งแบบบล็อค จำนวน 1 ถุง และผลิตภัณฑ์กุ้ง IQF จำนวน 4 ถุง ซึ่งครอบคลุมกิจกรรมการผลิตลูกกุ้ง การเลี้ยงกุ้งที่ฟาร์ม และการแปรรูป (ตารางที่ 4-9) ทำให้เห็นขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในภาพรวม โดยพบว่าผลิตภัณฑ์กุ้งกุลาดำแช่แข็งแบบบล็อคมีขนาดของผลกระทบต่ำกว่าในทุกกลุ่มผลกระทบ (แฟคเตอร์ 1.1-2.1) ยกเว้น ขนาดของผลกระทบในกลุ่มผลกระทบ ADP ที่สูงกว่า 1.7 และ 0.9 เท่าตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากการใช้น้ำมันดีเซลในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (ในขณะที่การเลี้ยงกุ้งกุลาดำมีการใช้ไฟฟ้าเป็นส่วนใหญ่) อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์กุ้ง IQF มีผลกระทบ EP ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์กุ้งกุลาดำแช่แข็งแบบบล็อค 0.9 เท่า อันเนื่องมาจากการปลดปล่อยสารอินทรีย์ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำเสียหลังจากการจับกุ้งในปริมาณที่ต่ำกว่า ทั้งนี้กุ้งกุลาดำเป็นข้อมูลที่ได้จากการเลี้ยงในพื้นที่ภาคตะวันออก ในขณะที่กุ้งขาวแวนนาไมเป็นการเลี้ยงในพื้นที่ภาคใต้ ซึ่งมีการจัดการที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4-10 เปรียบเทียบสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์กุ้ง IQF กับผลิตภัณฑ์กุ้งกุลาดำแช่แข็งแบบบล็อค

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	ผลิตภัณฑ์กุ้งสองชนิด	
	กุ้งกุลาดำแช่แข็งแบบบล็อค (จำนวนหนึ่งบล็อค)[1]	กุ้ง IQF (จำนวนสี่ถุง)[2]
ADP (kg Sb eq.)	0.32	0.19
GWP (kg CO_2 eq.)	19.80	27.31
HTP (kg 1,4-DB eq.)	1.79	3.04
FTP (kg 1,4-DB eq.)	0.25	0.41
MTP (kg 1,4-DB eq.)	1,660.00	2,071.00
TTP (kg 1,4-DB eq.)	0.02	0.02
AP (kg SO_2 eq.)	0.07	0.14
EP (kg PO_4^{3-} eq.)	0.22	0.19

หมายเหตุ: [1] จาก Mungkung (2005) โดยเป็นสายการผลิตที่มีค่าผลกระทบสิ่งแวดล้อมสูงสุด
[2] จากการศึกษานี้ โดยเป็นสายการผลิตที่มีค่าผลกระทบสิ่งแวดล้อมสูงสุด

ผลการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตโดยตลอดห่วงโซ่ของ ผลิตภัณฑ์กุ้งกุลาดำแช่แข็งแบบล็อคและกุ้ง IQF บ่งชี้ว่า ขั้นตอนการเลี้ยงที่ฟาร์ม เป็นขั้นตอนหลักที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยมีสาเหตุสำคัญมาจากการใช้พลังงาน (เครื่องตีน้ำ) การใช้อาหารกุ้งที่มีปลาป่นเป็นองค์ประกอบหลัก และการปลดปล่อยสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งจากบ่อกุ้ง จะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจะมีผลกระทบโดยเฉพาะในกลุ่มศักยภาพในการก่อให้เกิดโลกร้อนต่ำกว่าการใช้น้ำมันดีเซล นอกจากนี้ประสิทธิภาพของการจัดการเรื่องการให้อาหารและการผลิตอาหาร (รวมทั้งแหล่งที่มาของวัตถุดิบที่ใช้ คุณภาพเชิงสารสารอาหาร และประสิทธิภาพการย่อยได้ของอาหาร) ยังเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์อย่างมากกับขนาดของผลกระทบที่จะเกิดขึ้น เนื่องจากอาหารเป็นสารนำเข้าหลักที่นำไปสู่ผลกระทบต่องสิ่งแวดล้อม ทั้งด้านการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ พลังงาน ตลอดจนปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำทิ้ง โดยการศึกษาพบว่าการเลี้ยงกุ้งกุลาดำมีการใช้พลังงานต่ำกว่า ซึ่งเป็นผลมาจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในขณะที่การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมใช้น้ำมันดีเซล แต่การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมใช้อาหารในปริมาณต่ำกว่าและยังมีปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งต่ำกว่า ซึ่งน่าจะมาจากธรรมชาติของกุ้งขาวแวนนาไมที่สามารถอาศัยได้ในหลายระดับไม่จำกัดเฉพาะที่พื้นบ่อเหมือนกับกุ้งกุลาดำ นอกจากนี้ความต้องการปริมาณโปรตีนของกุ้งขาวแวนนาไมก็ต่ำกว่ากุ้งกุลาดำ ทำให้ลดปริมาณความต้องการทรัพยากรปลาเป็ด (รวมทั้งทรัพยากรพลังงานที่ใช้ในการประมงเพื่อจับปลา) ที่ใช้ในการผลิตปลาป่นลงได้ อย่างไรก็ตามยังมีประเด็นถกเถียงกันอย่างกว้างขวางเกี่ยวกับ ผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพจากการนำกุ้งขาวแวนนาไมมาเลี้ยงในประเทศ ซึ่งในการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตนี้ไม่ได้ทำการประเมินขนาดผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ เนื่องจากอยู่ในระหว่างการพัฒนาองค์ความรู้ โดยเฉพาะการจำแนกตัวชี้วัดมาตรฐาน ในการประเมินขนาดผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ประเทศไทยเอง ก็ยังไม่มีข้อมูลพื้นฐานในการประเมินความหลากหลายทางชีวภาพ แต่การตรวจพบกุ้งขาวแวนนาไมและพาหะโรคที่จำเพาะกับกุ้งขาวในในแหล่งน้ำธรรมชาติ (Senanan *et al.*,2007) ทำให้เกิดความกังวลเกี่ยวกับผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นด้านความหลากหลายทางชีวภาพ

4.4 ความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้องตลอดห่วงโซ่อุปทาน

ความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้องตลอดห่วงโซ่อุปทานผลิตภัณฑ์กุ้ง นับเป็นข้อมูลที่สำคัญในการสนับสนุนการพิจารณาและจำแนกกลยุทธในการจัดการแบบมีส่วนร่วมตลอดห่วงโซ่ จึงได้มีการจัดสัมมนาเพื่อระดมความคิดเห็นจากผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย เพื่อนำข้อคิดเห็นมาผสมผสานกับผลการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตเพื่อนำไปสู่แนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการจำแนกกลไกการจัดการที่ส่งเสริมและสนับสนุนการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน ตลอดจนพัฒนาอย่างยั่งยืนของอุตสาหกรรมกุ้ง

ในที่นี้ ใคร่ขอเสนอผลการระดมความคิดเห็นจากผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่ได้จากการบันทึกการสัมมนากลุ่ม โดยแบ่งเป็น โรงเพาะฟัก ฟาร์ม โรงงานผลิตอาหาร โรงงานแปรรูป และโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์ ตามลำดับ

4.4.1 โรงเพาะฟัก

โรงเพาะฟัก เข้าใจบทบาทสำคัญต่อห่วงโซ่การผลิตเป็นอย่างดี เนื่องจากลูกกุ้ง นับเป็นปัจจัยการผลิตหลัก เกษตรกรผู้เพาะลูกกุ้งชี้แจงว่าประสบปัญหาหลักด้านคุณภาพพ่อแม่พันธุ์ รวมทั้งผลกระทบต่อรายย่อยด้านกลไกการควบคุมราคาขายจากผู้ผลิตรายใหญ่ นอกจากนี้เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง ขาดความเชื่อมั่นเรื่องคุณภาพของลูกกุ้งแม้ว่าจะมีการตรวจ PCR หลายครั้งก็ตาม เกษตรกรผู้เพาะลูกกุ้ง จึงเสนอให้มีระบบตรวจสอบคุณภาพจากกรมประมงเพื่อยืนยันคุณภาพลูกกุ้ง นอกจากนี้ยังเสนอให้มีการศึกษาวิจัยเพื่อปรับปรุงพันธุ์อันนำไปสู่การผลิตลูกกุ้งที่มีคุณภาพยิ่งขึ้น

4.4.2 ฟาร์มเลี้ยงกุ้ง

เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งส่วนใหญ่ รับทราบและมีความตระหนักในเรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากกิจกรรมการเลี้ยงกุ้ง จึงให้ความร่วมมือกับทางกรมประมงเป็นอย่างดี โดยได้มีการพัฒนาระบบการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมของบ่อและบริเวณฟาร์มตามมาตรฐาน GAP และทุกฟาร์มพยายามที่จะปรับปรุงต่อเนื่องเพื่อให้ได้การรับรองมาตรฐาน CoC ปัญหาการบุกรุกป่าชายเลนก็ได้รับการแก้ไขโดยให้มีการขึ้นทะเบียนฟาร์มและแสดงเอกสารการถือครองที่ดิน ส่วนปัญหาการใช้สารเคมีนั้น เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรที่เคยเลี้ยงกุ้งกุลาดำมาก่อน ทำให้ทราบว่าการจัดการบ่อที่ดีสามารถช่วยป้องกันการเกิดโรคได้มีประสิทธิผลดีกว่าการใช้สารเคมีในปริมาณมาก โดยภาพรวมเกษตรกรมีความมั่นใจสูงเกี่ยวกับการจัดการเชิงเทคนิคการเพาะเลี้ยง เนื่องจากมีประสบการณ์ในการเลี้ยงมานาน อย่างไรก็ตาม เกษตรกรได้ชี้แจงว่าปัญหาสำคัญในการผลิตกุ้งที่มีคุณภาพ คือ คุณภาพลูกกุ้ง และอาหารกุ้ง เป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญอย่างมาก โดยเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งพบว่าการตรวจสอบการติดเชื้อในลูกกุ้งโดย PCR นั้นเป็นเพียงการยืนยันว่าไม่มีการติดเชื้อ หากแต่ไม่ได้เป็นการรับประกันการเลี้ยงว่าจะได้ผล

นอกจากนี้เกษตรกรประสบปัญหาอาหารเลี้ยงกุ้งที่มีคุณภาพต่ำ ทำให้การเลี้ยงได้ผลผลิตลดลง (บางรายทำให้กุ้งเกิดอาการหัวบวมน้ำ) จึงได้เสนอว่าควรมีกลไกในการตรวจสอบคุณภาพของลูกกุ้งและอาหารโดยบุคคลที่สาม เช่น กรมประมง เป็นต้น นอกจากนี้เกษตรกรโดยเฉพาะในพื้นที่เลี้ยงในจังหวัดนครศรีธรรมราช ได้ชี้แจงปัญหาต้นทุนที่สูงขึ้น อันเป็นผลมาจากปัญหาการไม่มีไฟฟ้าใช้ในบางพื้นที่ ประกอบกับน้ำมันที่มีราคาสูงขึ้น ทำให้เกิดผลกระทบต่อปัญหาต้นทุนการผลิต จึงได้เสนอให้มีการพิจารณาจากรัฐบาลในการสนับสนุนเรื่องการ

กระจายไฟฟ้าไปสู่พื้นที่เลี้ยงกุ้ง หรือสนับสนุนในเรื่องของแหล่งน้ำมันราคาถูกสำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง นอกจากต้นทุนด้านพลังงานแล้ว ราคาอาหารก็ยังเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญ เนื่องจากต้นทุนอาหารเป็นต้นทุนหลักในกิจกรรมการเลี้ยงกุ้ง หากผลผลิตกุ้งออกมาในช่วงที่ราคากุ้งไม่ดีก็อาจจะทำให้เกิดปัญหาการขาดทุนได้

สำหรับกลไกการจัดการการผลิตในภาพรวม เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งเห็นว่าควรมีการประสานงานในเรื่องข้อมูลเกี่ยวกับขนาด และปริมาณกุ้งดิบที่ต้องการจากลูกค้าของโรงงานแปรรูป เพื่ออำนวยการวางแผนการเลี้ยงให้กับเกษตรผู้เลี้ยงกุ้ง นอกจากนี้เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งยังต้องการให้มีการพัฒนาเรื่องการทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้าระหว่างเกษตรผู้เลี้ยงกุ้งที่รวมตัวกันเป็นสหกรณ์กลุ่มผู้เลี้ยงกุ้ง เพื่อลดปัญหาการขายกุ้งในราคาที่ต่ำกว่าต้นทุนการผลิต รวมทั้งการให้ข้อมูลเกี่ยวกับประเทศคู่แข่งทางด้านต้นทุนการผลิตและราคาขาย

4.4.3 โรงงานผลิตอาหารกุ้ง

โรงงานผลิตอาหารกุ้ง เห็นว่าการผลิตอาหารกุ้งที่มีคุณภาพดีและราคาถูกเป็นปัจจัยสำคัญในการสนับสนุนความยั่งยืนของอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้ง อย่างไรก็ตามโรงงานก็ประสบปัญหาด้านแหล่งที่มาของวัตถุดิบ รวมทั้งคุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ โดยเฉพาะปลาป่น ที่เดิมเคยนำเข้าจากต่างประเทศแต่พบว่าต้องใช้เวลาการขนส่งนานอันเป็นเหตุให้ปลาป่นด้อยคุณภาพลงไป จึงเปลี่ยนมาใช้ปลาป่นจากแหล่งผลิตในประเทศ แต่เนื่องจากปริมาณปลาเป็ดขาดแคลน ราคาปลาป่นจากแหล่งผลิตในประเทศจึงค่อนข้างสูง โรงงานผลิตอาหารเสนอให้มีการวิจัยหาสารทดแทนปลาป่น รวมทั้งการหาพลังงานทดแทนเพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิต รวมทั้งการจัดการเรื่องระบบขนส่งวัตถุดิบ (logistics management)

4.4.4 โรงงานแปรรูป

โรงงานแปรรูปเป็นหน่วยการผลิตที่ใกล้ชิดกับลูกค้าในต่างประเทศมากที่สุด อย่างไรก็ตามโรงงานแปรรูปไม่สามารถกำหนดความต้องการกุ้งดิบได้แน่นอน เนื่องจากโรงงานผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้าต่างประเทศ ซึ่งปกติจะแจ้งการสั่งซื้อในระยะเวลาสั้น โดยคำสั่งซื้อมักขึ้นกับผู้บริโภค ฤดูการบริโภค (ในต่างประเทศ) ที่สำคัญคือการแข่งขันด้านราคาโดยเฉพาะอย่างยิ่งการแข่งขันจากประเทศคู่แข่งที่มีราคาต่ำกว่า ตลอดจนปัญหาค่าใช้จ่ายในการดำเนินการเพื่อผ่านรับรองมาตรฐานความปลอดภัยด้านอาหารและสิ่งแวดล้อมจากประเทศคู่ค้า โรงงานแปรรูปจึงได้ขอให้ทางฟาร์มบริหารจัดการและพัฒนาเทคนิคการเลี้ยงเพื่อให้ได้กุ้งดิบที่มีขนาดตามต้องการ โดยเสนอว่าน่าจะวางแผนการผลิตตั้งแต่ต้นว่าต้องการผลิตกุ้งขนาดใหญ่หรือขนาดเล็ก สิ่งที่ทางโรงงานแปรรูปต้องการ คือ ให้มีระบบข้อมูลฟาร์มเพื่อทราบข้อมูลการผลิตจากฟาร์มในพื้นที่ ที่จะช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดซื้อวัตถุดิบและให้การจัดซื้อมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

หากเป็นไปได้ ควรมีการจัดตั้งสถาบันกุ้งเพื่อเป็นศูนย์รวมของข้อมูลต่างๆ สำหรับการทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้าระหว่างเกษตรผู้เลี้ยงกุ้งที่รวมตัวกันเป็นสหกรณ์กลุ่มผู้เลี้ยงกุ้งนั้น โรงงานแปรรูปเห็นว่าเป็นเรื่องที่ดี หากแต่การกำหนดราคาซื้อขายต้องขึ้นกับสถานการณ์ทางตลาดและข้อจำกัด (ตามที่ระบุไว้ข้างต้น) รวมทั้งค่าแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศเป็นสำคัญ

ส่วนกรณีที่ประเทศคู่ค้าต้องการการรับรองด้านความปลอดภัยอาหารนั้น โรงงานแปรรูปเห็นว่าจุดวิกฤตสำคัญก่อนที่กุ้งจะมาถึงโรงงานแปรรูป คือ วิธีการจับกุ้งรวมทั้งการจัดการด้านความปลอดภัยอาหารหลังจับ ในระหว่างการขนส่ง จึงอยากทำความเข้าใจกับเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งว่าราคาขายที่กำหนด ขึ้นอยู่กับคุณภาพกุ้งและมาตรฐานการจัดการในเรื่องวิธีการจับกุ้งรวมทั้งการจัดการด้านความปลอดภัยอาหารหลังจับ ซึ่งได้เสนอว่าทางโรงงานแปรรูปสามารถจัดให้มีเอกสารแนะนำเกี่ยวกับวิธีการจับกุ้งรวมทั้งการจัดการด้านความปลอดภัยอาหารหลังจับ ส่วนการรับรองด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม โรงงานแปรรูปเห็นว่าทุกหน่วยการผลิต ตั้งแต่โรงเพาะฟัก ฟาร์ม และโรงงานผลิตภาชนะบรรจุ ต้องร่วมมือกันในการจัดการสิ่งแวดล้อม

4.4.5 โรงงานผลิตภาชนะบรรจุ

โรงงานผลิตภาชนะบรรจุ ประสบปัญหาหลักจากต้นทุนการผลิต เนื่องจากวัตถุดิบหลายชนิดที่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ นอกจากนี้การที่ต้องรอการสั่งซื้อจากโรงงานแปรรูปก่อนจึงจะดำเนินการผลิตได้ และการผลิตที่ไม่ต่อเนื่องก่อให้เกิดของเสียปริมาณมาก จึงได้เสนอให้มีระบบข้อมูลการสั่งซื้อล่วงหน้าจากโรงงานแปรรูป และความช่วยเหลือทางเทคนิคจากรัฐในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตที่ลดต้นทุนและปริมาณของเสีย รวมทั้งการให้ข้อมูลที่ทันสมัยด้านกฎระเบียบและมาตรฐานต่างๆของต่างประเทศจากรัฐ

ในบทที่ 5 จักได้นำผลการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กุ้ง IQF ไปประมวลผลร่วมกับข้อมูลความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้องตลอดห่วงโซ่อุปทานผลิตภัณฑ์กุ้ง เพื่อจำแนกกลยุทธ์ในการจัดการแบบมีส่วนร่วมตลอดห่วงโซ่

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไม IQF บ่งชี้ว่า ฟาร์ม เป็นขั้นตอนที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงที่สุด ตามด้วย โรงงานแปรรูป และการบริโภค โดยพบว่าการใช้พลังงานเป็นประเด็นวิกฤตร่วมของทุกขั้นตอนการผลิต ข้อมูลสิ่งแวดล้อมที่ได้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาดัชนีชี้วัดสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของฟาร์มเลี้ยงกุ้ง ดังเช่น ปริมาณการใช้น้ำ ปริมาณการใช้พลังงาน และปริมาณการใช้ปลาป่นในการผลิตอาหารกุ้ง ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ปริมาณสารอาหารในน้ำเสีย และปริมาณตะกอนเลน ตลอดจนดัชนีชี้วัดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ศักยภาพในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน ศักยภาพในการก่อให้เกิดการเพิ่มสารอาหารในน้ำ และศักยภาพในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ การวิเคราะห์กลไกการจัดการโดยตลอดห่วงโซ่ผ่านการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต ยังทำให้สามารถจำแนกแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมแบบมีส่วนร่วมภายในห่วงโซ่ ได้โดยควรมีการเจรจาต่อรองระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากทุกหน่วยการผลิตอย่างเป็นระบบ มีการรวมตัวของโรงเพาะฟัก สหกรณ์กลุ่มผู้เลี้ยงกุ้ง และโรงงานแปรรูป ในพื้นที่ใกล้เคียงเป็นหน่วยการผลิตเดียวกัน เพื่อวางแผนการผลิตและบริหารจัดการห่วงโซ่การผลิตร่วมกันในระดับจังหวัด การจัดให้มีสถาบันหรือศูนย์ข้อมูลเพื่อบริการด้านข้อมูลและให้ความช่วยเหลือทางเทคนิค รวมทั้งแหล่งทุน ตลอดจนการจัดให้มีการเฝ้าระวังและตรวจติดตามคุณภาพสิ่งแวดล้อมในพื้นที่การเลี้ยงกุ้ง ทั้งนี้ควรมีการวิจัยและพัฒนาด้านการจัดการพลังงาน การหาสารทางเลือกแทนการใช้ปลาป่น การวิจัยแบบจำลองศักยภาพในการก่อให้เกิดการเพิ่มสารอาหารในน้ำของกลุ่มฟาร์มในพื้นที่เดียวกัน การวิจัยหาบรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การประเมินความเป็นไปได้ในการปฏิบัติตามข้อกำหนดของแผนการรับรองด้านสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการประเมินความยั่งยืนของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองและผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้การรับรอง รวมทั้งการวิจัยด้านการตลาดเพื่อให้ทราบสถานการณ์ความสนใจและพฤติกรรมการบริโภคของลูกค้าในประเทศคู่ค้า อันนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่ม เพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขัน ควบคู่กันไปเพื่อส่งเสริมความยั่งยืนของอุตสาหกรรมกุ้ง

5.1 ประเด็นวิกฤตในการปรับปรุงสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อม

ผลการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว บ่งชี้ว่าฟาร์ม เป็นขั้นตอนที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงที่สุด ตามด้วย โรงงานแปรรูป และการบริโภค โดยพบว่าการใช้พลังงานเป็นประเด็นวิกฤตร่วมของทุกขั้นตอนการผลิต ส่วนประเด็นวิกฤตในการปรับปรุงสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมในแต่ละขั้นตอนนั้น เป็นดังนี้

- โรงเพาะฟัก ประเด็นปัญหาหลักมาจากการใช้พลังงาน จึงควรมีการจัดการเรื่องการใช้พลังงานของระบบควบคุมอุณหภูมิและระบบให้อากาศของโรงเพาะฟักให้เหมาะสม และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
- ฟาร์มเลี้ยงกุ้ง ประเด็นปัญหาหลักมาจากการใช้อาหารกุ้ง การใช้พลังงานในเครื่องตีน้ำ และปริมาณสารอินทรีย์และธาตุอาหารในน้ำเสีย จึงควรมีการจัดการเรื่องการให้อาหารอย่างเหมาะสม รวมทั้งการตรวจเช็คปริมาณออกซิเจนในบ่อ เพื่อรักษาระดับออกซิเจนในบ่อให้พอเพียงต่อความต้องการของกุ้ง ไม่ควรเปิดเครื่องตีน้ำที่มากเกินความจำเป็น และจัดการเรื่องการใช้พลังงานของเครื่องตีน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้เครื่องตีน้ำที่ใช้พลังงานต่ำและมีประสิทธิภาพในการเพิ่มออกซิเจนสูง และใช้แหล่งพลังงานจากไฟฟ้าแทนที่จะใช้น้ำมันดีเซล นอกจากนี้ควรมีการจัดการน้ำเสียและตะกอนเลนอย่างถูกต้อง มีการบำบัดก่อนปล่อยทิ้งสู่แหล่งน้ำสาธารณะเพื่อลดปริมาณสารอินทรีย์และสารอาหารที่อยู่ในน้ำเสีย
- โรงงานผลิตอาหาร ประเด็นปัญหาหลักมาจากการใช้วัตถุดิบปลาป่นและกากถั่วเหลือง ซึ่งควรพิจารณาถึงคุณภาพเชิงสิ่งแวดล้อมของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต รวมทั้งการปรับสัดส่วนการใช้วัตถุดิบทั้งจากการเกษตรกรรมและการประมงที่อาจมีผลต่อขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ตลอดจนผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นในระดับฟาร์ม โดยเฉพาะประสิทธิภาพการย่อยของอาหารและการเร่งการเจริญเติบโตของกุ้งที่มีผลต่อปริมาณสารอินทรีย์และธาตุอาหารเจือปนในน้ำเสียที่ปลดปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะหลังการจับกุ้ง
- โรงงานแปรรูป ประเด็นปัญหาหลักมาจากการใช้พลังงานไฟฟ้าและน้ำในกิจกรรมการแปรรูป ซึ่งพบว่าทางโรงงานแปรรูป ซึ่งสามารถปรับปรุงได้โดยการนำหลักการเทคโนโลยีสะอาดมาใช้เพื่อลดปริมาณการใช้น้ำและไฟฟ้า ร่วมกับระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมตามมาตรฐาน ISO 14001 ในส่วนของกระบวนการแช่แข็งโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ควรพยายามใช้เป็นหลักเนื่องจากมีผลกระทบต่องสิ่งแวดล้อมโดยรวมสูงกว่ากระบวนการแช่แข็งโดยใช้ก๊าซไนโตรเจนเหลว

- โรงงานผลิตภาชนะบรรจุชนิดถุงตั้งได้ ประเด็นปัญหาหลักมาจากการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งพบว่ามาจากขั้นตอน blowing film และ printing ซึ่งสามารถปรับปรุงได้โดยเทคโนโลยีการผลิตที่ใช้พลังงานน้อยลงและเกิดของเสียน้อยที่สุด

5.2 ดัชนีชี้วัดสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อม

จากผลการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต ทำให้บ่งชี้ประเด็นวิกฤตในการปรับปรุงสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมในแต่ละขั้นตอนโดยตลอดห่วงโซ่การผลิตผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแช่แข็งแบบที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นดัชนีชี้วัดสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของฟาร์มเลี้ยงกุ้ง ดังต่อไปนี้

- การใช้ทรัพยากร ได้แก่
  - ปริมาณการใช้น้ำ
  - ปริมาณการใช้พลังงาน และ
  - ปริมาณการใช้ปลาป่นในการผลิตอาหารกุ้ง
- ปริมาณของเสีย ได้แก่
  - ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสีย
  - ปริมาณสารอาหารในน้ำเสีย และ
  - ปริมาณตะกอนเลน
- ดัชนีชี้วัดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่
  - ศักยภาพในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน
  - ศักยภาพในการก่อให้เกิดการเพิ่มสารอาหารในน้ำ และ
  - ศักยภาพในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ (โดยเฉพาะการพบสัตว์น้ำที่ไม่ใช่พันธุ์ท้องถิ่นในแหล่งน้ำ)

จะเห็นได้ว่าดัชนีชี้วัดสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมดังกล่าว สอดคล้องกับการเสนอแนะจากการศึกษาก่อนหน้านี้ (ดังกล่าวรายละเอียดในบทที่ 2)

5.3 แนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมแบบมีส่วนร่วมภายในห่วงโซ่

การวิเคราะห์กลไกการจัดการโดยตลอดห่วงโซ่ผ่านการการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต ทำให้สามารถจำแนกแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมแบบมีส่วนร่วมภายในห่วงโซ่ ได้ดังนี้

- การเจราต่อรองระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียด้วยความจริงใจ และควรมองภาพรวมของทุกหน่วยการผลิตเป็นระบบมากกว่าหน่วยการผลิตเชิงเดี่ยว
- การรวมตัวของโรงเพาะฟัก สหกรณ์กลุ่มผู้เลี้ยงกุ้ง และโรงงานแปรรูป เป็นหน่วยการผลิตเดียวกัน เพื่อวางแผนการผลิตและบริหารจัดการห่วงโซ่การผลิตร่วมกันในระดับจังหวัด
- การจัดให้มีสถาบันหรือศูนย์ข้อมูลเพื่อบริการด้านข้อมูล การทดสอบคุณภาพลูกกุ้ง การติดเชื้อของลูกกุ้ง การตรวจวัดคุณภาพน้ำ รวมทั้งความช่วยเหลือทางเทคนิคและแหล่งทุน
- การจัดให้มีการเฝ้าระวังและตรวจติดตามคุณภาพสิ่งแวดล้อมในพื้นที่การเลี้ยงกุ้ง เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาโรคระบาดที่อาจมาจากการระบายน้ำทิ้งที่มีเชื้อโรคลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ
- การวิจัยด้านการตลาดเพื่อให้ทราบสถานการณ์ความสนใจและพฤติกรรมการบริโภคของลูกค้าในประเทศคู่ค้า อันนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่ม เพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขัน

5.4 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่ควรทำศึกษาวิจัย

จากการสืบค้นข้อมูลการศึกษาวิจัยกุ้งในฐานข้อมูลของ BIOTECH (แหล่งที่มาของข้อมูลจากhttp://www.biotec.or.th/shrinfo) พบว่าประเทศไทยมีบทความวิชาการเกี่ยวกับกุ้งของประเทศไทย เพิ่มขึ้นตั้งแต่ปี 1968 ถึง 2004 แต่มีปริมาณลดลงตั้งแต่ปี 2001 เป็นต้นมา โดยสถาบันการศึกษาและหน่วยงานที่มีการศึกษาวิจัยด้านกุ้งมากที่สุด ได้แก่ กรมประมง (33.2เปอร์เซ็นต์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (14.2 เปอร์เซ็นต์) และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (13.3 เปอร์เซ็นต์) โดยส่วนใหญ่เป็นบทความวิชาการในเอกสารประกอบการประชุมวิชาการ (37เปอร์เซ็นต์) วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท (24 เปอร์เซ็นต์) และบทความวิชาการ (16 เปอร์เซ็นต์) โดยหัวข้อวิจัยที่มีการศึกษามากที่สุดจากจำนวนรวม 2,075 เรื่อง (ข้อมูลปี 2004) ได้แก่ ระบบการผลิต (7 เปอร์เซ็นต์) โรค (6.7 เปอร์เซ็นต์) การแปรรูป (6.3 เปอร์เซ็นต์) ส่วนหัวข้อเกี่ยวกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมีเพียง 4.6 เปอร์เซ็นต์ พิษวิทยาทางน้ำ 3.4 เปอร์เซ็นต์ น้ำทิ้งและตะกอนเลน 4.1 เปอร์เซ็นต์ สารเคมีตกค้าง 2.4 เปอร์เซ็นต์ สำหรับหัวข้อด้านเศรษฐศาสตร์และสังคมมีเพียง 4.6 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่หัวข้อด้านการจัดการและนโยบายมีประมาณ 4.3 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าหัวข้อการวิจัยโดยส่วนใหญ่ มุ่งเน้นด้านการเพิ่มประสิทธิภาพระบบการผลิต โดยมีการวิจัยด้านสิ่งแวดล้อมแยกออกจากระบบการผลิต ทำให้สามารถเห็นได้ว่ายังไม่มีการดำเนินงานวิจัยการประเมินประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมของระบบ

การผลิตเพื่อการบริหารจัดการอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ยังไม่มีการวิจัยเพื่อตอบโจทย์ที่เป็นปัญหาสำคัญของอุตสาหกรรม ซึ่งคณะวิจัยฯ ใคร่ขอเสนอแนะประเด็นปัญหาที่ควรทำการศึกษาวิจัย ดังเช่น

- การจัดการพลังงานในระดับฟาร์มให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมยิ่งขึ้น
- การวิจัยหาสารทางเลือกแทนการใช้ปลาป่นในการผลิตอาหารกุ้ง
- การวิจัยแบบจำลองศักยภาพในการก่อให้เกิดการเพิ่มสารอาหารในน้ำของกลุ่มฟาร์มในพื้นที่เดียวกัน เพื่อนำไปสู่การจัดการหรือนโยบายการจัดการสิ่งแวดล้อมเชิงพื้นที่
- การวิจัยข้อมูลการตลาดเพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการบริโภคและปัจจัยแข่งขันทางการตลาดกับประเทศคู่แข่ง เพื่อนำไปสู่การวิจัยหาผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มเพื่อพัฒนาศักยภาพการแข่งขัน
- การวิจัยหาภาชนะบรรจุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (เทคโนโลยีหรือวัตถุดิบที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยลง) รวมทั้งแนวทางการปฏิบัติตามกฎระเบียบว่าด้วยการจัดการของเสียจากภาชนะบรรจุของประเทศสหภาพยุโรปเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อม
- การวิเคราะห์ห่วงโซ่มูลค่าและการจัดการโดยตลอดห่วงโซ่การผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลทางสิ่งแวดล้อมและเศรษฐศาสตร์ของอุตสาหกรรมกุ้ง
- การประเมินความเป็นไปได้ในการปฏิบัติตามข้อกำหนดของแผนการรับรองด้านสิ่งแวดล้อมรวมทั้งการประเมินความยั่งยืนของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองและที่ไม่ได้การรับรอง เพื่อเตรียมความพร้อมด้านข้อมูลสนับสนุนการเจาราต่อรองกับประเทศคู่ค้าเกี่ยวกับผลกระทบของการกำหนดให้มีแผนการรับรองด้านสิ่งแวดล้อม

การวิจัยและพัฒนาเพื่อตอบโจทย์จากอุตสาหกรรมกุ้งดังกล่าว จะเป็นการสนับสนุนข้อมูลการตัดสินใจในการพัฒนาศักยภาพการจัดการสิ่งแวดล้อมของอุตสาหกรรมกุ้ง เพื่อให้เกิดประสิทธิผลร่วมกันทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ อันนำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและเสริมศักยภาพในการพัฒนาอย่างยั่งยืนของอุตสาหกรรมกุ้งไทย

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2544. **โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการลดของเสียและการใช้ประโยชน์จากของเสีย.** กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

กรมควบคุมมลพิษ. 2547. **ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง.** แหล่งที่มา: http://www.marinepcd.org/aquaculture_image/stdaquaculture.pdf

กรมควบคุมมลพิษ. 2549. รายงาน**สถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2548.** กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

กรมประมง. 2546. **ระเบียบและวิธีปฏิบัติในการผลิตกุ้งตามมาตรฐาน CoC (Code of Conduct for Responsible Shrimp Aquaculture).** สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง, กรุงเทพฯ.

กรมประมง. 2546. **ระเบียบและวิธีปฏิบัติในการผลิตลูกกุ้งตามมาตรฐาน GAP (Good Aquaculture Practice).** สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง, กรุงเทพฯ.

กรมประมง. 2549. **ปริมาณและมูลค่าการส่งออกกุ้ง.** แหล่งที่มา: http://www.fisheries.go.th/foreign/mainexport.htm, 1 สิงหาคม 2550.

กฤษณา พงษ์ศรีเจริญสุข. 2545. บทสรุปอุตสาหกรรมกุ้งไทยกับความสามารถในการแข่งขันระหว่างประเทศ. **วารสารสถาบันอาหาร.** 4(25): 16-29.

แก้วตา ลิ้มเฮง, ชลอ ลิ้มสุวรรณ และนิติ ชูเชิด. 2548. การศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตระหว่างการเลี้ยงกุ้งกุลาดำและกุ้งขาวแวนนาไมในน้ำความเค็มต่ำ. *ใน* **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43: (สาขาประมง).** กรุงเทพฯ. 420-427 น.

งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2550. **การบรรจุอาหาร.** โรงพิมพ์บริษัท เอส.พี.เอ็ม การพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

ชลอ ลิ้มสุวรรณ และพรเลิศ จันทร์รัชชกูล. 2547. **อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย.** สำนักงานคณะกรรมวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ. 206 น.

ชนินทร์ แสงรุ่งเรือง และบริสุทธิ์ ดำรักษ์. 2541. **ผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำต่อคุณภาพดินในบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน.** ศูนย์ศึกษาการพัฒนาประมงอ่าวคุ้งกระเบน.

ดุสิต ตันวิไลย, พุทธ ส่องแสงจินดา และ คณิต ไชยาคำ. 2536. **ปริมาณมลสารทั้งหมดที่ปลดปล่อยออกจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา.** สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง, กรุงเทพฯ.

_____, พุทธ ส่องแสงจินดา และ คณิต ไชยาคำ. 2536. **การเปลี่ยนแปลงปริมาณและคุณภาพตะกอนดินในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา.** สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง, กรุงเทพฯ.

_____, คณิต ไชยาคำ, ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และ เชาว์ ศรีวิชัย. 2537. **การตรวจและติดตามคุณภาพน้ำและดินจากฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำ จังหวัดปัตตานี.** สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง, กรุงเทพฯ.

นิคม ละอองศิริวงศ์, ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และ ทองเพชร สันบูกา. 2542. **คุณภาพตะกอนดินในแหล่งเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนาจังหวัดสุราษฎร์ธานี.** เอกสารวิชาการฉบับที่ 6/254 สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดสงขลา, กรมประมง, กรุงเทพฯ. 11 น.

บุษกร ประดิษฐนิยกูล. 2548. ถุงตั้งได้ (Stand up Flexible pouch). **วารสารการบรรจุภัณฑ์.** 14(1): 5-9.

ฝ่ายบริหารข้อมูลและสารสนเทศสถาบันอาหาร. 2548. **โครงการจัดทำข้อมูลอุตสาหกรรมเชิงเปรียบเทียบเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน (สาขาอาหาร) กรณีอุตสาหกรรมกุ้งและซูริมิ.** แหล่งที่มา: http//www.nfi.or.th/infocenter/th/research/default.asp. 10 สิงหาคม 2550.

พจมาน เชยเดช, ชลอ ลิ้มสุวรรณ, นิติ ชูเชิด และนันทิภา พันธุ์สวัสดิ์. 2549. การศึกษาคุณภาพของกุ้งขาวแวนนาไม (Litopenaeus vannamei) ที่เลี้ยงในบ่อดินและบ่อที่ปูด้วยโพลีเอททีลีนด้วยน้ำความเค็มต่ำ. *ใน* **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 (สาขาประมง)** กรุงเทพฯ. 255-262 น.

พรรณิภา พรหมเพ็ชร. 2547. **การศึกษาการเลี้ยงกุ้งขาวแปซิฟิก (*Litopenaeus vannamei*) แบบพัฒนาด้วยน้ำความเค็มต่ำ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และ คณิต ไชยาคำ. 2537. **ผลกระทบของการเลี้ยงกุ้งต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ.** สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. กรมประมง, กรุงเทพฯ. 39 น.

ลิลา เรืองแป้น และ สมถวิล วัลลิสุต. 2549. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราความหนาแน่นของกุ้งกับคุณภาพน้ำและผลผลิตในฟาร์มเลี้ยกุ้งทะเลแบบพัฒนา. **วารสารการประมง.** 59(1): 33-44 หน้า.

วลัยลักษณ์ อัตธีรวงศ์ และคณะ. 2549. **การจัดการโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมกุ้งขาว ลิโทพีเนียสแวนาไมในประเทศไทย.** สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร. 2543. **สถานการณ์การส่งออกกุ้งของไทย.** ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 90 น.

ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง. 2550. **ข้อมูลเบื้องต้นการประเมินจากใบกำกับการจำหน่ายสัตว์น้ำ.** สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล, กรมประมง, กรุงเทพฯ.

สามารถ เปรมกิจ และ บุญชัย เจียมปรีชา. 2548. **การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Penaeus vannamei Boone*) แบบพัฒนาในระดับความหนาแน่นต่างกัน.** ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร กรมประมง, กรุงเทพฯ.

สิริ ทุกข์วินาศ และจำลอง อรุณเลิศอารีย์. 2536. ปริมาณและความเข้มข้นของน้ำทิ้งจากแหล่งเลี้ยงกุ้งกุลาดำบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน: แนวทางการประเมินศักยภาพการรองรับของแหล่งน้ำชายฝั่ง. *ใน* **การสัมมนาระบบนิเวศป่าชายเลนแห่งชาติครั้งที่ 8.** การจัดการทรัพยากรป่าชายเลนอย่างยั่งยืน ระหว่างวันที่ 25-28 สิงหาคม 2536 เล่ม 1.

สิริ ทุกข์วินาศ และ ชุติมา ขมวิลัย. 2545. **การศึกษาผลกระทบจากการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำระบบความเค็มต่ำ จังหวัดปราจีนบุรี.** เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 1/2545. สถาบันวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล. กรมประมง, กรุงเทพฯ. 95 น.

สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล. 2550. **ระเบียบกรมประมงว่าด้วยการนำเข้าและการขึ้นทะเบียนฟาร์มเพาะเลี้ยงกุ้งขาว เพื่อการเพาะพันธุ์และปรับปรุงสายพันธุ์ พ.ศ. 2547.** กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งที่มา: http://www.thaiaqualityshrimp.com/production/link1.asp?nID=9. 30 ตุลาคม 2550.

สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล. 2550. **มาตรฐานการผลิตกุ้งคุณภาพ.** กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งที่มา: http://www.thaiaqualityshrimp.com/standard/home.asp. 30 ตุลาคม 2550.

สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล. 2550. **รายชื่อวัตถุอันตรายที่อยู่ในความรับผิดชอบของกรมประมง.** กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งที่มา: http://www.thaiaqualityshrimp.com/ production/link1.asp?nID=14 30 ตุลาคม 2550.

สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด. 2550. **การควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์น้ำ.** กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งที่มา: http://www.fisheries.go.th/if%2Dinland%5Ffeed/ 30 ตุลาคม 2550.

สมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหารแห่งประเทศไทย. 2548. **การศึกษาขีดความสามารถทางเทคโนโลยีภาคเอกชน: กรณีศึกษาอาหารทะเลแช่แข็ง.** เสนอต่อสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 72 หน้า.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2548. **การดำเนินงานแก้ไขปัญหาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่น้ำจืด.** กองประสานการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

อรอนงค์ ประวิทย์วิไลกุล. 2547. **การเปรียบเทียบการเลี้ยงกุ้งขาวแปซิฟิก (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) ในบ่อดินและบ่อที่ปูด้วยโพลีเอททีลีน.** วิทยานิพนธ์ปริญญา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Amaya E, Davis D A, Rouse D B. 2007. Replacemnet of fish meal in practical diets for the Pacific white shrimp Litopenaeus vannamei reared under pond conditions. **Aquaculture.** 262: 393-401.

Amaya E, Davis D A, Rouse D B. 2007. Alternative diet for the Pacific white shrimp Litopenaeus vannamei. **Aquaculture.** 262: 419-425.

Anon, 2005. Defining indicators for sustainable aquaculture development in Europe, **CONSENSUS – A multi-stakeholder platform for sustainable aquaculture in Europe**, Workshop report, Oostende, Belgium, November 21-23, 2005.

Antón A, Castells F, Montero JI, 2007. Land use indicators in life cycle assessment. Case study: The environmental impact of Mediterranean greenhouses, **Journal of Cleaner Production.** 15: 432-438

Arthur JR., Lavilla-Pitogo CR., and Sabasinghe RP. 1996. Use of chemicals in Aquaculture in Asia. *In* **Proceedings of the meeting on the use of chemicals in aquaculture in Asia**, 20-22 May, 1996, Tigbauan, Illoilo, the Philippines.

Aubin J., Papatryphon E., Van der Werf H.M.G., Petit J. and Morvan Y.M., 2006. Characterisation of the environmental impact of a trout (*Scophthalmus maximus*) re-circulating production system using Life Cycle Assessment. **Aquaculture.** 261: 1259-1268.

Bak L.S., A.B. Andersen, E.M. Andersen and G. Bertelsen. 1999. Effect of modified atmosphere packaging on oxidative changes in frozen stored cold water shrimp (Pandalus borealis). **Food Chemistry.** 64: 169-175

Boyd C. E. 2003. Guidelines for aquaculture effluent management at the farm-level, **Aquaculture.** 226: 101– 112.

Boyd C.E. and Tucker, C.S. 1998. **Pond Aquaculture Water Quality Management.** Kluwer Academic Publisher, Norwell, MA.

Braaten R. and Flaherty M., 2000. Hydrology of inland brackishwater shrimp pond in Chacheongsao, Thailand. **Aquaculture Engineering.** 23(4): 295-313.

Braaten R. and Flaherty, M. 2001. Salt balances of inland shrimp ponds in Thailand for land and water salinization. **Environmental Conservation.** 28(4): 357-367.

Brashkay J., Patyk A., Quirin M. and Reinhardt, G.A. 2003. Life cycle assessment of bread production–a comparison of eight different scenarios. In Niels Halberg (ed.), Life Cycle Assessment in the Agri-food sector, *In* **Proceedings from the 4th International Conference**, October 6-8, 2003, Bygholm, Denmark.

Cardoch L., Day J.W., Rybczyk J.M., and Kemp G.P. 2000. An economic analysis of using wetlands for treatment of shrimp processing wastewater - a case study in Dulac, LA. **Ecological Economics.** 33: 93–101.

Casani S., Leth T., and Knochel S. 2006. Water reuse in a shrimp processing line: Safety considerations using a HACCP approach. **Food Control.** 17: 540–550.

Cederberg C. and Darelius, K. 2002a. System expansion and allocation in Life Cycle Assessment of milk and beef production. *In* **Cederberg C. Life cycle assessment of animal production (2002).** Department of Applied Environmental Science, Göteborg, Sweden.

Cederberg C. and Darelius K. 2002b. Using LCA methodology to assess the potential environmental impact of intensive beef and pork production. *In* **Cederberg C. Life cycle assessment of animal production (2002).** Department of Applied Environmental Science, Göteborg University, Göteborg, Sweden.

Cederberg C and F Anna. 2004. **Life Cycle Inventory of 23 Dairy Farms in South-Western Sweden.** The Swenden Institute for Food and Biotechnology. 63 p.

Costanzo s., Murby J., and Bates J. 2005. Ecosystem response to antibiotics entering the aquatic environment. **Marine Pollution Bulletin.** 51: 218-223.

Cormier R.J., Mallet M. Chiasson S. Magnuusson H. and Valdimarsson, G. 2007. Effectiveness and performance of HACCP-based programs. **Food Control**. 18: 665–671.

Davis and Arnold. 2000. Replacemnet of fish meal in practical diets for the Pacific White shrimp. **International AquaFeed.** 3: 35-37.

Delgado PC, Avnimelech Y, McNeil R, Bratvold D, Browdy CL, and Sandifer P, 2003. Physical, chemical and biological characteristics of distinctive regions in paddlewheel aerated shrimp ponds, **Aquaculture.** 217: 235–248.

Deutsch L, Gräslund S, Folke C, Troell M, Huitric M, Kautsky N, Lebel L. 2007. Feeding aquaculture growth through globalization: Exploitation of marine ecosystems for fishmeal. **Global Environmental Change.** 17: 238–249.

Ellingsen S. and Aanondsen S.A. 2006. Environmental impacts of wild caught cod and farmed salmon – a comparison with chicken. **International Journal of Life Cycle Assessment.** 1(1): 60-65.

Estrada-Flores S. and Andrew E. 2006. Thermal performance indication for refrigerated. **International Journal of Refrigeration.** 29: 859-898.

Eyjólfsdóttir H.R., Jónsdóttir H., Yngvadóttir E., and Skúladóttir B. 2003. **Environmental effects of fish on the consumer dish–Life cycle assessment of Icelandic frozen cod products.** Icelandic Fisheries Laboratories (IFL), Project report 06-03, Reykjavik, Island.

Flaherty M., Vandergeest P. and Miller P. 1999. Rice paddy or shrimp pond: Tough decisions in rural Thailand. **World Development.** 27(12): 2045-2060.

Fung-Smith S.J. and Briggs M.R.P. 1998. Nutrient budget in intensive shrimp ponds: implication for sustainaability. **Aquaculture.** 164: 117-133.

Gräslund S. and Bengtsson B.E. 2001. Chemicals and biological products used in suth-east Asian shrimp farming, and their potential impacts on the environment – a review. **The Science of the Total Environment.** 280: 93-131.

GESAMP (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). 1997. **Towards safe and effective use of chemicals in coastal aquaculture. GESAMP Reports and Studies.** no. 65. FAO, Rome, Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine environmental Protection, IMO/FAO/UNESCO-IOC/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP (GESAMP), 40 p.

Gronroos J., Seppala J., Silvenius F. and Makinen T. 2006. Life cycle assessment of Finnish cultivated rainbow trout. **Boreal Environmental Research.** 1(5): 401-414.

Halberg N., van der Werf H. M.G., Basset-Mens C., Dalgaard R., and de Boer, I. J.M. 2005. Environmental assessment tools for the evaluation and improvement of European livestock production system. **Livestock Production Science.** 96: 33-50.

Hearn G.L., and Ballard J.R. 2005. The use of electrostatic techniques for the identification and sorting of waste packaging materials rsources, **conservation and recycling.** 44(1). 91-98.

Hekkert M.P., L. A.J. Joosten and E. Worrell. 2000. Reduction of CO_2 emissions by improved management of material and product use: the case of transport packaging resources, **conservation and recycling.** 30(1). 1-27

Hernandez C, Sarmiento-Pardo J, Gonzalez-Rodriguez B and Parravl A. 2004. Replacement of fish meal with co-extruded wet tuna viscera and corn meal in diets for white shrimp (Litopenaeus vannamei Boone). **Aquaculture Research.** 35: 1153-1157.

Holmstörm K., Gräslund S., Wahlstörm A., Poungshompoo S., Bengtsson B-E, and Kautsky, N. 2003. Antibiotic use in shrimp farming and implications for environmental impacts and human health. **International Journal of Food Science and Technology.** 38:255-266.

Hospido, A. and Tyedmer, P. 2005. **Life cycle environmental impacts of Spanish tuna fisheries.** Fisheries Research. (In press).

Hunt R.G. and Frankin W.E. 1996. LCA-How it came about. **International Journal of Life Cycle Assessment.** 1(1): 4-7.

Huys G. *et al*., 2007. Biodiversity of chloramphenicol-resistance mesophilic heterotrophs from Southeast Asian aquaculture environments. **Research in Microbiology.** 158: 228-235.

Institute of Management and Education for Thailand Foundation. 2002. **Competitiveness of Thai's Black Tiger Industry.** Available Source: htpp:///www.nesdb.go.th/committees/new_committee/data/data02. pdf, October 2004.

Islam M.S., Khan S., and Tanaka, M. 2004. Waste loading in shrimp and fish processing effluents: potential source of hazards to the coastal and nearshore environments. **Marine Pollution Bulletin.** 49: 103–110.

ISO 14040. 1997. **Environmental management – Life Cycle Assessment – Principles and Framework.** International Organisation for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO 14041. 1998. **Environmental management – Life Cycle Assessment – Goal and Scope Definition and Inventory Analysis.** International Organisation for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO 14042. 1998. **Environmental management – Life Cycle Assessment – Life cycle inventory analysis.** International Organisation for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO 14042. 2000. **Environmental management – Life Cycle Assessment – Life cycle Impact Assessment.** International Organisation for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO 14020. 2001. **Environmental labels and declarations – General principles.** International Organisation for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO 14043. 2000. **Environmental management – Life Cycle Assessment – Life cycle Interpretation.** International Organisation for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO 14047. 2003. **Examples of application of ISO 14042.** International Organisation for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO 14048. 2002. **A standard of data documentation format.** International Organisation for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO 14049. 2000. **Examples of application of ISO 14041 to goal and scope definition and inventory analysis.** International Organisation for Standardization, Geneva, Switzerland.

Jackson C.N., Preston P.J., Thompson and M. Burford. 2003. Nitrogen budget and effluent nitrogen components at an intensive shrimp farm. **Aquaculture.** 218: 397-411.

Jeffrey Bor, Y., Yu-Lan C. And Esher H. 2004. The market-incentive recycling system for waste packaging containers in Taiwan. **Environmental Science & Policy.** 7(6): 509-523.

Jones AB, O'Donohue MJ, Udy J, and Dennison WC, 2001. Assessing ecological impacts of shrimp and sewage effluent: biological indicators with standard water quality analyses, Estuarine, **Coastal and Shelf Science.** 52: 91–109.

Jungbluth. 1997. Cold storage in restaurant and industries In Carlsson-Kanyama A. and Faist M. 2000. **Energy Use in the Food Sector: A data survey.** Swedish Environmental Protection Agency, Sweden.

Koellner T, 2000. Species-pool effect potentials (SPEP) as a yardstick to evaluate land-use impacts on biodiversity, **Journal of Cleaner Production.** 8: 293–311.

Lebel L, Nguyen HT, Saengnoree A, Pasong S, Buatama U, and Le Kim T, 2002. Industrial transformation and shrimp aquaculture in Thailand and Vietnam:

Pathways to ecological, social, and economic sustainability. **Ambio.** 31(4): 311-323.

Lee T.X., Munekage Y. and Kato S. 2005. Antibiotic resistance in bacteria from shrimp farming in mangrove areas. **Science of the Total Environment.** 349: 95-100.

Lim and Dominy. 1990. Evaluation of soybean meal as a replacement for marine animal protein in diets for shrimp (Penaeus vanamei). **Aquaculture.** 87: 53-63.

Mohamed Hatha A.A., Paul N. and Rao B. 1998. Bacteriological quality of individually quick-frozen (IQF) raw and cooked readyto-eat shrimp produced from farm raised black tiger shrimp (Penaeus monodon). **Food Microbiology.** (1998)15: 177–183.

Mohamed Hatha A.A., Maqbool T.K., and Suresh Kumar S. 2003. Microbial quality of shrimp products of export trade produced from aquacultured shrimp. **International Journal of Food Microbiology.** 82: 213– 221.

Mungkung Rattanawan. 2005. **Shrimp Aquaculture in Thailand: Application of Life Cycle Assessment to Support Sustainable Development.** Submitted for the partial fulfilment of the degree of Doctor of Philosophy. Centre for Environmental StrategySchool Engineering, University of Surrey. UK. 360 pp.

Mungkung R., Udo de Haes H.A., and Clift R. 2006. Potentials and Limitations of Life Cycle Assessment in Setting Ecolabelling Criteria: A case study of Thai shrimp aquaculture product. **International Journal of Life Cycle Assessment.** 11(1): 55-59.

Musig Y., Ruttanagosrigit W., Sumpawapol S. and Boyd C.E. 1995. **Effluents from Intensive culture ponds of tiger prawn (*Peaneus monodon Fabricius*).** Kasetsart University Fisheries Bulletin No. 21. pp. 17-24. อ้างตาม กรมควบคุม

มลพิษ. 2545. โครงการพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง และการควบคุมน้ำทิ้ง. กรมควบคุมมลพิษ, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม.

NACA/FAO, 2000. Aquaculture Development Beyond 2000: the Bangkok Declaration and Strategy. **Conference on Aquaculture in the 3rd Millennium**, 20–25 February 2000. Bangkok, Thailand. NACA, Bangkok and FAO, Rome. 27 pp.

Ongmongkolkul A. 2001. **Life Cycle Assessment of Paperboard Packing Produced in Thailand.** M.S Thesis, Asian Institute of Technology.

Papatryphon E., Petit J., Kaushik SJ., and van der Werf. 2003. Environmental impact assessment of salmonid feeds using Life Cycle Assessment (LCA). **Ambio.** 33(6): 316-323.

Pellitier N.L. 2006. **Life cycle measures of biophysical sustainability feed production for conventional and organic salmon aquaculture in the Northeast pacific.** Master thesis, Dalhousie University, Canada.

Pelletier N.L., Ayer N.W., Tyeder P.H., Kruse S.A., Flysio A., Robillard G., Aiegler F., Scholz A. and Sonesson U. 2006. Impact categories for life cycle assessment research of seafood production system: Review and prospectus. **International Journal of Life Cycle Assessment.** 8 (In press).

Poovarodom N. 1989. **Effet des conditions de conservation sur la qualite des produits alimentaires surgeles: cas du steak hache.** These de Doctorat, Universite de Technologie de Compiegne, France.

Reimschuessel R. Stewart L., Squibb E., Hirokawa K., Brady T., Brooks D., Shaikh B. and Hosdan C. 2005. **Fish drug analysis – Phish-Phram: A searchable database of pharmacokinetics data in fish.** The AAPS Journal 30 (http://www.aaps.org)

Ross S. and Evans D. 2003. The environment effect of reusing and recycling a plastic-based packaging system. **Journal of Cleaner**. 561 – 571.

Sachindra N.M., Bhaskar N. and Mahendrakar N.S. 2006. Recovery of carotenoids from shrimp waste in organic solvents. **Waste Management.** 26: 1092–1098.

Samocha T.M., D.A. Davis I.P. Saoud and K.D. Bault. 2004. Substitution of Fish meal by Co-extruded Soybean Poultry by-product Meal in practical diets for the Pacific white shrimp, Litopenaeus vannamei. **Aquaculture.** 231: 197-203.

Srituhla P. 2001. **Environmental Life Cycle Assessment of Shrimp Production in Thailand: A case study in Ranong province.** Master Thesis, School of Environmental, Resources and Development, Asian Institute of Technology.

Szuzter B. and Flaherty M. 2002. A regional approach to assessing organic waster reduction by low salinity shrimp farms. **Aquaculture Asia.** 7(2): 48-52.

Tacon A.G.J. 2002. Thermatic Review of feeds and feed Management Practices in Shrimp Aquaculture. **Report prepared under the World Bank, NACA. WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and Environment.** Work in Progress for Public Discussion. Published by the Consortium. 69 p.

Taparhudee, W. 2003. Nutrient budget and feasibility of closed cycle Shrimp Farm Systems. Kasetsart University Fisheries Research Bulletien, 26: 1-22.

Thermo King Thailand, 2004, personal communication with a sale representative.

Thrane, M. 2004.Energy Consumption in the Danish Fishery: Identification of Key Factors. J Industrial Ecology. 8: 223-239.

Thrane, M. 2006. Life Cycle Assessment of Danish fish products. International Journal of Life Cycle Assessment. 11(1): 66-74.

Tookwinas, S. 1996. Environmental impact assessment for intensive marine shrimp farming in Thailand. Coastal Aquaculture Division, Department of Fisheries, Chatuchak, Thai Fisheries. Gazette. 49(2): 119-133.

Tookwinas S. and Keerativiriyaporn S. 2004. HACCP in shrimp farming. **Aquaculture asia.** 2: 29-48.

Tunsutapanich S Mungkung R and Gheewala SH, 2006. Energy performance evaluation of aerators for shrimp farming, **The 2nd Joint International Conference on Sustainable Energy and Environment (SEE 2006),** 21-23 November 2006, Bangkok, Thailand.

USDA. 2004. **Nutrient Database for Standard Referance Release** 14. Available from http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data/SR14/dnload/sr14dnld.html (last accessed August 2004).

Vandergeest P. 2007. Certification and communities: Alternatives for regulating the environmental and social impacts of shrimp farming, **World Development.** 35(7): 1152–1171.

Wang C., James J.C. and Jerry F. 2007. Modeling Energy Use and Emissions from North American Shipping: Application of the Ship Traffic, Energy Use, and Environment Model. Environmental Science Technology. **Environmental Science Technology.** 41: 3226-3232.

Yi Yang D.P. Thakur S. Boromthanarat and V. Tansakul. 2004. **Harvest draining associated mass discharged to the surrounding water bodies: A case study for shrimp farms in Chachaengsao province of Thailand.** The 5th National Symposium on Marine Shrimo. 345-353 p.

Weidema BP and Lindeijer E, 2001. **Physical impacts of land use in product life cycle Assessment.** Technical University of Denmark.

Ziegler. 2006. **Environmental life cycle assessment of seafood products from capture fisheries.** Department of Marine Ecology. Goteborg University. Goteborg, Sweden.

Ziegler F. and Nilsoon P. 2003. Emissions from fuel combustion in Swedish cod fishery. **Journal of Cleaner Production.** 11: 303-314.

Ziegler F., Nilsoon P. Mattsson B. and Walther Y. 2003. Life Cycle Assessment of frozen cod fillets including fishery-specific environmental impacts. **International Journal of Life Cycle Assessment.** 8(1): 39-47.

ภาคผนวก 1
รายงานการสัมมนาแนะนำโครงการวิจัยกับเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง
และ
รายงานการประชุมย่อยระหว่างโรงงานแปปรูปและเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง

ภาคผนวก 1-1 รายงานการสัมมนาแนะนำโครงการวิจัยกับเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง

รายงานการสัมมนาเปิดตัวโครงการวิจัย
ณ ห้องประชุมกรมประมง ปากพนัง อำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช
วันที่ 3 พฤศจิกายน 2549
เริ่มสัมมนาเวลา 0900 น.

1. อ.ดร.รัตนาวรรณ มั่งคั่ง หัวหน้าโครงการวิจัยฯ กล่าวต้อนรับวิทยากรและผู้เข้าร่วมสัมมนา พร้อมทั้งชี้แจงโปรแกรมการสัมมนา จากนั้นได้แนะนำโครงการวิจัยเรื่อง "การเสริมศักยภาพการจัดการแบบมีส่วนร่วมของอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้ง" ว่ามีเป้าหมายในการส่งเสริมให้เกิดพัฒนาการด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมร่วมกันภายในห่วงโซ่การผลิต เพื่อให้เกิดประสิทธิผลร่วมกันทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ โดยมุ่งเน้นการใช้แนวคิดด้านวัฏจักรชีวิต เพื่อให้เกิดการบริหารจัดการร่วมกันในการแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อมและสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจในกลุ่มผู้ประกอบการในห่วงโซ่การผลิต อันเป็นการเสริมศักยภาพในการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน และมีพื้นที่เป้าหมายในกลุ่มจังหวัดภาคใต้ ได้แก่ จังหวัดสงขลา จังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดตรัง จังหวัดสตูล และจังหวัดพัทลุง จากนั้นชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและความสำคัญ วัตถุประสงค์ และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากผลการวิจัยในโครงการ โดยขอความร่วมมือในการดำเนินโครงการวิจัยดังกล่าวกับเกษตรผู้เลี้ยงกุ้งในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง อำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช (เอกสารประกอบการบรรยาย ในเอกสารแนบ)

2. คุณภิญโญ เกียรติภิญโญ ประธานคณะกรรมการดำเนินการสหกรณ์ผู้เลี้ยงกุ้งลุ่มน้ำท่าจีน จำกัดวิทยากรรับเชิญ บรรยายในหัวข้อเรื่อง "การรวมกลุ่มเพื่อจัดตั้งสหกรณ์ผู้เลี้ยงกุ้ง" (เอกสารประกอบการบรรยาย ในเอกสารแนบ) โดยได้เล่าประสบการณ์ในการจัดตั้งสหกรณ์ผู้เลี้ยงกุ้งลุ่มน้ำท่าจีน และเสนอแนวทางในการแก้ไขอุปสรรคทางการลงทุนและเทคนิคการเลี้ยง โดยการรวมกลุ่มเพื่อปรับโครงสร้างเกษตรกรรายย่อย จัดตั้งองค์กรของเกษตรกรในรูปแบบที่มีประสิทธิภาพและเน้นรูปธรรมที่สุด เช่น สหกรณ์ฯ และนำเข้าสู่ระบบเครือข่ายของชุมนุมสหกรณ์ฯ โดยคัดสรรบุคคลที่มีความสามารถเข้าบริหารสหกรณ์ ใช้แบบอย่างการทำงานของสหกรณ์ฯ ที่เกิดขึ้นและดำเนินอยู่แล้วในปัจจุบัน ใช้เงินทุนจากสถาบันการเงินเพื่อเกษตรกรระดับรากหญ้า โดยแผนการทำงานและการคืนทุนพร้อมดอกเบี้ย ให้กับสถาบันการเงินอย่างชัดเจน พร้อมทั้งจัดหาติดตั้งระบบการตรวจสอบที่สามารถสร้างความมั่นใจให้กับสถาบันการเงินและผู้ซื้อ เพื่อสร้างความมั่นใจในระบบการผลิตและการตลาด โดยให้ชุมนุมสหกรณ์ฯ เป็นพี่เลี้ยงในการดำเนินการร่วมกับกรมส่งเสริมสหกรณ์ และกล่าวถึงความสำเร็จของสหกรณ์ผู้เลี้ยง

กุ้งลุ่มน้ำท่าจีน ในการระบบ contracting farm ระหว่างสหกรณ์ฯ กับบริษัทผู้ประกอบการแปรรูปสินค้ากุ้ง

3. คุณเมธา เชียรศิลป์ ผู้บริหารระดับ 10 กองธุรกิจสินเชื่อปศุสัตว์และประมง ธกส. สำนักงานใหญ่ วิทยากรรับเชิญ บรรยายในหัวข้อเรื่อง "เงื่อนไขการสนับสนุนด้านสินเชื่อของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร" โดยได้แนะนำรายละเอียดเกี่ยวกับแหล่งเงินทุนของ ธ.ก.ส. คุณสมบัติของผู้สมัครเป็นลูกค้าเงินกู้ของ ธ.ก.ส. วิธีการสมัครเข้าเป็นลูกค้าเงินกู้ของ ธ.ก.ส. รวมทั้งประเภทของเงินกู้/ระยะเวลาชำระคืนหลักประกันที่ต้องใช้ในการกู้เงิน ทั้งนี้ ธ.ก.ส. ได้กำหนดหลักเกณฑ์ในการช่วยเหลือเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งรายย่อย คือ ต้องมีการตลาดล่วงหน้าที่เป็นธรรมและมั่นคงอย่างต่อเนื่อง เช่น ทำสัญญาซื้อขายผลผลิตล่วงหน้ากับผู้รับซื้อที่มีชื่อเสียงดีและฐานะมั่นคง เป็นต้น เพื่อแสดงความสามารถในการชำระคืน นอกจากนี้เกษตรกรรายย่อยต้องรวมตัวกันเป็นองค์กรที่เข้มแข็งที่เชื่อถือได้และถูกต้องตามกฎหมาย เช่น จัดตั้งเป็นสหกรณ์ผู้เลี้ยงกุ้ง เป็นต้นต้องขึ้นทะเบียนฟาร์มเลี้ยงกุ้งและได้รับหนังสือรับรองฟาร์มเลี้ยงกุ้งตามมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงกุ้งที่ถูกสุขลักษณะ (GAP, Good Aquaculture Practices) และมีประสบการณ์ในการเลี้ยงกุ้งมาก่อน โดยให้ทดลองเลี้ยงกุ้งรายละ 1 บ่อๆ ละ ไม่เกิน 4 ไร่ ให้เงินกู้ฟื้นฟูไร่ละ 50,000 บาท ใช้หลักประกันตามระเบียบ ธ.ก.ส.

4. พักรับประทานอาหารกลางวัน

5. ดร.พุทธ ส่องแสงจินดา นักวิชาการประมง ระดับ 8 บรรยายในหัวข้อเรื่อง "เทคนิคการเพาะเลี้ยงกุ้งโดยคำนึงถึงการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน" โดยได้เน้นย้ำเรื่องการเลี้ยงให้ถูกต้องตามหลักวิชาการและคำนึงถึงคุณภาพสิ่งแวดล้อมเป็นสำคัญ ทั้งนี้ได้แนะนำว่าหากเกษตรมีปัญหาเกี่ยวกับเทคนิคการเลี้ยงควรติดต่อกรมประมงโดยด่วน

6. รับฟังข้อคิดเห็นและขอความร่วมมือในการดำเนินงานโครงการวิจัย โดยเกษตรได้อภิปรายเรื่องการรวมกลุ่มเพื่อจัดตั้งเป็นสหกรณ์ในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง อำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อนำไปสู่ระบบ contracting farm ระหว่างสหกรณ์ผู้เลี้ยงกุ้งกับบริษัทผู้ประกอบการแปรรูปสินค้ากุ้ง โดยเกษตรกรได้จำแนกปัญหาและอุปสรรคที่สำคัญ คือ การรวมกลุ่มซึ่งมีเกษตรหลายท่านที่ไม่เข้าใจระบบสหกรณ์และถามว่าการเป็นสมาชิกสหกรณ์ผู้เลี้ยงกุ้งจะได้ประโยชน์อย่างไรบ้าง นอกจากนี้เกษตรกรหลายคนเกรงว่าจะเป็นการแอบอ้างการเป็นสมาชิกสหกรณ์ผู้เลี้ยงกุ้งเพื่อให้ได้มีโอกาสในการกู้เงินผ่านระบบสหกรณ์ ประเด็นที่ทุกคนยังไม่แน่ใจคือการเลี้ยงกุ้งให้ได้ขนาดและผลผลิตตามเป้าหากมีการทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้ากับบริษัทผู้ประกอบการแปรรูปสินค้ากุ้ง เนื่องจากมีความไม่แน่นอนในการเลี้ยงกุ้ง บางรายชี้แจงว่า

ไม่ได้ตั้งใจปล่อยลูกกุ้งแบบหนาแน่นแต่เป็นเพราะโรงเพาะฟักต้องการสร้างความเชื่อมั่นเรื่องอัตรารอดจึงเพิ่มจำนวนลูกกุ้งให้กับเกษตรกร เกษตรกรส่วนใหญ่เห็นว่าโครงการวิจัยฯ จะช่วยสนับสนุนในเรื่องการแสดงข้อมูลการเลี้ยงที่มีการคำนึงถึงคุณภาพสิ่งแวดล้อมกับทั้งต่อ ธ.ก.ส. และบริษัทผู้ประกอบการแปรรูปสินค้ากุ้ง ทั้งนี้เกษตรขอให้ อ.ดร.รัตนาวรรณ มั่งคั่ง ช่วยติดต่อบริษัทผู้ประกอบการแปรรูปสินค้ากุ้งในจังหวัดสงขลา เพื่อขอให้ชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับคุณสมบัติของกุ้งที่ต้องการ ตลอดจนเกณฑ์การทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้า โดยเกษตรแจ้งว่าไม่เคยได้รับการติดต่อซื้อจากบริษัทผู้ประกอบการแปรรูปสินค้ากุ้งในจังหวัดสงขลาเลย และไม่เคยได้รับเชิญจากบริษัทฯ ในการประชุมประจำปีระหว่างบริษัทฯ และเกษตรกรผู้เลี้ยงเนื่องจากไม่ได้อยู่ในระบบทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้ากับทางบริษัทฯ ดังกล่าว

ปิดการสัมมนาเวลา 16.30 น.

..... อ.ดร.รัตนาวรรณ มั่งคั่ง (ผู้บันทึกการประชุม)

ภาคผนวก 1-2 รายงานการประชุมระหว่างโรงงานแปรรูปกุ้งและเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง

(1) รายงานการการประชุมระหว่างเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งและบริษัทห้องเย็นโชติวัฒน์หาดใหญ่ จำกัด (มหาชน)

ณ ห้องประชุมบริษัทห้องเย็นโชติวัฒน์หาดใหญ่ จำกัด (มหาชน)
วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2550
เริ่มประชุมเวลา 10.00 น.

1. คุณชูสิน ชนะสิทธิ์ เจ้าหน้าที่กรมประมงผู้ดูแลและให้คำแนะนำเรื่องเทคนิคการเลี้ยงและการรวมกลุ่มเพื่อจัดตั้งสหกรณ์ ได้กล่าวแนะนำกลุ่มเกษตรกรและชี้แจงวัตถุประสงค์ในการเข้าพบเจ้าหน้าที่จัดซื้อของบริษัทฯ เพื่อขอทราบรายละเอียดข้อมูลจากเกี่ยวกับการจัดซื้อกุ้ง พร้อมทั้งเกณฑ์ด้านคุณภาพและการทดสอบ ตลอดจนการกำหนดราคาซื้อขาย ส่วนเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งใคร่ขอโอกาสชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับแผนการผลิตตลอดปี และข้อจำกัดในการผลิตกุ้ง

2. เจ้าหน้าที่จัดซื้อของบริษัท Chotiwat Frozen Company ได้ชี้แจงรายละเอียดการจัดซื้อกุ้งของบริษัทฯ ว่ามีเจ้าหน้าที่จำนวน 4 คนที่ทำหน้าที่รายงานสถานการณ์การเลี้ยงและผลผลิตที่คาดว่าจะสามารถจัดซื้อให้กับทางบริษัทฯ ได้ ในเขตจังหวัดภาคใต้โดยตลอด โดยทางบริษัทฯ ไม่ได้มีการจัดทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้ากับฟาร์มใดเป็นพิเศษ ทั้งนี้เป็นการอาศัยความเชื่อมั่นระหว่างเกษตรกรผู้เลี้ยงกับทางบริษัทฯ โดยเกษตรกรรายที่เคยขายกุ้งให้กับบริษัทฯ มักจะแจ้งยอดผลิตที่คาดว่าจะได้รับมายังเจ้าหน้าที่จัดซื้อของบริษัทฯ โดยบริษัทฯ ได้ชี้แจงรายละเอียดในเรื่องของราคาที่ขึ้นกับคุณภาพของกุ้งที่ขนส่งมาถึงยังบริษัทฯ (รายละเอียดดังเอกสารแนบ)

3. เกษตรกร ซักถามความสนใจของบริษัทฯ ในการจัดทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้ากับสหกรณ์ผู้เลี้ยง โดยเกษตรกรอยากให้บริษัทฯ ประกันราคาขั้นต่ำ แต่บริษัทฯ ตอบชัดเจนว่าระบบการจัดซื้อที่ทำอยู่นั้นมีประสิทธิภาพดีอยู่แล้ว และหากเกษตรกรสนใจจะขายกุ้งให้กับบริษัทฯ ก็สามารถติดต่อเจ้าหน้าที่จัดซื้อของบริษัทฯ ให้เข้าไปเยี่ยมชมฟาร์มเพื่อตรวจสอบระบบการจัดการฟาร์มก่อน

ปิดประชุมเวลา 12.30 น.

.....อ.ดร.รัตนาวรรณ มั่งคั่ง (ผู้บันทึกการประชุม)

(2) รายงานการการประชุมระหว่างเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งและบริษัทฟอร์จูน โฟรเซ่นฟูดส์ (ประเทศไทย) จำกัด

ณ ห้องประชุมบริษัทฟอร์จูน โฟรเซ่นฟูดส์ (ประเทศไทย) จำกัด
วันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2550
เริ่มประชุมเวลา 14.00 น.

1. คุณชูสิน ชนะสิทธิ์ เจ้าหน้าที่กรมประมงผู้ดูแลและให้คำแนะนำเรื่องเทคนิคการเลี้ยงและการรวมกลุ่มเพื่อจัดตั้งสหกรณ์ ได้กล่าวแนะนำกลุ่มเกษตรกรและชี้แจงวัตถุประสงค์ในการเข้าพบเจ้าหน้าที่จัดซื้อของบริษัทฯ เพื่อขอทราบรายละเอียดข้อมูลจากเกี่ยวกับการจัดซื้อกุ้ง พร้อมทั้งเกณฑ์ด้านคุณภาพและการทดสอบ ตลอดจนการกำหนดราคาซื้อขาย ส่วนเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งใคร่ขอโอกาสชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับแผนการผลิตตลอดปี และข้อจำกัดในการผลิตกุ้ง

2. ประธานบริษัทฯ ได้ชี้แจงรายละเอียดการจัดซื้อกุ้งของบริษัทฯ เคยมีการจัดทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้ากับกลุ่มฟาร์มในจังหวัดสงขลาเมื่อปีที่แล้วแต่เกษตรไม่สามารถผลิตได้ตามเป้า จึงทำให้เกิดความเสียหายต่อบริษัทฯ ปีนี้บริษัทฯ จึงไม่คิดทำ สัญญาซื้อขายล่วงหน้ากับกลุ่มฟาร์มใดเนื่องจากมีความไม่แน่นอนเรื่องผลการผลิตสูง ตลอดจนไม่สามารถทำขนาดได้ตามกำหนด ทั้งนี้ หากสนใจขายกุ้งให้กับบริษัทฯ ควรแจ้งยอดผลิตที่คาดว่าจะได้รับมายังเจ้าหน้าที่จัดซื้อของบริษัทฯ โดยตรง และบริษัทฯ จะได้ส่งเจ้าหน้าที่จัดซื้อของบริษัทฯ ไปเยี่ยมชมฟาร์มเพื่อตรวจสอบระบบการจัดการฟาร์มก่อน โดยบริษัทฯ จะซื้อกุ้งจากฟาร์มที่มีการรับรอง GAP เป็นขั้นต่ำ นอกจากนี้ยังได้ชี้แจงรายละเอียดในเรื่องของราคาที่ขึ้นกับคุณภาพของกุ้งที่ขนส่งมาถึงยังบริษัทฯ

3. เกษตรกร ซักถามความสนใจของบริษัทฯ ในการจัดทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้ากับสหกรณ์ผู้เลี้ยง โดยเกษตรกรอยากให้บริษัทฯ ประกันราคาขั้นต่ำ แต่บริษัทฯ ตอบชัดเจนว่าขอให้เกษตรกรรวมกลุ่มกันให้ได้ก่อนและจัดตั้งเป็นสหกรณ์ที่มีผู้บริหารจัดการชัดเจน ซึ่งหากมีการจัดทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้ากับสหกรณ์ผู้เลี้ยงในอนาคต ซึ่งหากไม่สามารถผลิตได้ตามเป้าบริษัทฯ จะได้เรียกร้องค่าเสียหายได้

ปิดประชุมเวลา 16.30 น.

.....อ.ดร.รัตนาวรรณ มั่งคั่ง (ผู้บันทึกการประชุม)

(3) รายงานการการประชุมระหว่างเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งและบริษัทไทยยูเนี่ยนซีฟูดส์ จำกัด

ณ ห้องประชุมบริษัทไทยยูเนี่ยนซีฟูดส์ จำกัด
วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2550
เริ่มประชุมเวลา 14.00 น.

1. คุณชูสิน ชนะสิทธิ์ เจ้าหน้าที่กรมประมงผู้ดูแลและให้คำแนะนำเรื่องเทคนิคการเลี้ยงและการรวมกลุ่มเพื่อจัดตั้งสหกรณ์ ได้กล่าวแนะนำกลุ่มเกษตรกรและชี้แจงวัตถุประสงค์ในการเข้าพบเจ้าหน้าที่จัดซื้อของบริษัทฯ เพื่อขอทราบรายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับการจัดซื้อกุ้ง พร้อมทั้งเกณฑ์ด้านคุณภาพและการทดสอบ ตลอดจนการกำหนดราคาซื้อขาย ส่วนเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งใคร่ขอโอกาสชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับแผนการผลิตตลอดปี และข้อจำกัดในการผลิตกุ้ง

2. คุณวาสนา ผู้ช่วยกรรมการผู้จัดการบริษัทฯ ได้ชี้แจงรายละเอียดการจัดซื้อกุ้งของบริษัทฯ โดยมีการจัดทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้ากับกลุ่มฟาร์มในจังหวัดสงขลาแต่เป็นฟาร์มขนาดกลางและใหญ่ที่สามารถผลิตได้ตามเป้า ทั้งนี้ บริษัทฯ มีนโยบายสนับสนุนเกษตรกรรายย่อยในรูปแบบสหกรณ์หากสหกรณ์สนใจขายกุ้งให้กับบริษัทฯ ควรแจ้งยอดผลิตที่คาดว่าจะได้รับมายังเจ้าหน้าที่จัดซื้อของบริษัทฯ โดยตรงและบริษัทฯ จะได้ส่งเจ้าหน้าที่จัดซื้อของบริษัทฯ ไปเยี่ยมชมฟาร์มเพื่อตรวจสอบระบบการจัดการฟาร์มก่อน นอกจากนี้อาจมีเงื่อนไขอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น ใช้ลูกกุ้งและอาหารของ บริษัทฯ ในเครือและจัดให้มีวิธีการจับและเก็บรักษากุ้งในระหว่างการขนส่งมายัง บริษัทฯ ตามกำหนด เมื่อมาถึงบริษัทจะมีการตรวจสอบคุณภาพของกุ้งและประเมินราคาขาย นอกจากนี้บริษัทฯ ยังได้แจ้งให้ทราบว่าลูกค้าส่วนใหญ่ของบริษัทฯ เป็นภัตตาคารชื่อดังในประเทศสหรัฐอเมริกา และในขณะนี้ได้มีการแจ้งว่าต้องการให้บริษัทฯ ผลิตสินค้าได้ตามมาตรฐานของ ACC (Aquaculture Certification Council) ซึ่งกำหนดให้มีทั้งหมด 4 ดาว คือ โรงงานแปรรูป ฟาร์ม โรงเพะฟัก และโรงงานผลิตอาหารกุ้ง โดยเกณฑ์ข้อกำหนดครอบคลุมทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัยอาหาร และสังคม

3. เกษตรกร ซักถามความสนใจของบริษัทฯ ในการจัดทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้ากับสหกรณ์ผู้เลี้ยง โดยเกษตรกรอยากให้บริษัทฯ ประกันราคาขั้นต่ำ แต่บริษัทฯ ตอบชัดเจนว่าขอให้เกษตรกรรวมกลุ่มกันและจัดตั้งเป็นสหกรณ์ให้ได้ก่อน จากนั้นค่อยมาติดต่อทางบริษัทฯ อีกครั้ง

ปิดประชุมเวลา 10.00 น.

..... อ.ดร.รัตนาวรรณ มั่งคั่ง (ผู้บันทึกการประชุม)

ภาคผนวก 2

ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตลอดวัฏจักรชีวิต

ตารางที่ 2-1 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่หนึ่ง แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และขนส่งไปยังประเทศญี่ปุ่น

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.052
GWP	kg CO_2 eq	7.42
HTP	kg 1,4-DB eq	0.652
FTP	kg 1,4-DB eq	0.096
MTP	kg 1,4-DB eq	4.48E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	0.003
AP	kg SO_2 eq	0.043
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.127

ตารางที่ 2-2 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่สอง แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และขนส่งไปยังประเทศญี่ปุ่น

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.044
GWP	kg CO_2 eq	6
HTP	kg 1,4-DB eq	0.597
FTP	kg 1,4-DB eq	0.082
MTP	kg 1,4-DB eq	3.94E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	0.0028
AP	kg SO_2 eq	0.0377
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.045

ตารางที่ 2-3 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่สาม แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และขนส่งไปยังประเทศญี่ปุ่น

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.0473
GWP	kg CO_2 eq	6.39
HTP	kg 1,4-DB eq	0.622
FTP	kg 1,4-DB eq	0.0887
MTP	kg 1,4-DB eq	4.17E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	0.0028
AP	kg SO_2 eq	0.037
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.0847

ตารางที่ 2-4 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่สี่ แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และขนส่งไปยังประเทศญี่ปุ่น

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.0498
GWP	kg CO_2 eq	5.69
HTP	kg 1,4-DB eq	0.76
FTP	kg 1,4-DB eq	0.0995
MTP	kg 1,4-DB eq	4.38E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	0.0031
AP	kg SO_2 eq	0.012
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.402

ตารางที่ 2-5 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่ห้า แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และขนส่งไปยังประเทศญี่ปุ่น

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.05
GWP	kg CO_2 eq	5.64
HTP	kg 1,4-DB eq	0.762
FTP	kg 1,4-DB eq	0.1
MTP	kg 1,4-DB eq	4.40E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	00.313
AP	kg SO_2 eq	0.0393
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.105

ตารางที่ 2-6 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่หนึ่ง แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และขนส่งไปยังประเทศอังกฤษ

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.0574
GWP	kg CO_2 eq	8.11
HTP	kg 1,4-DB eq	0.71
FTP	kg 1,4-DB eq	0.106
MTP	kg 1,4-DB eq	6.75E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	0.0037
AP	kg SO_2 eq	0.0596
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.128

ตารางที่ 2-7 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่สอง แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และขนส่งไปยังประเทศอังกฤษ

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.049
GWP	kg CO_2 eq	6.69
HTP	kg 1,4-DB eq	0.655
FTP	kg 1,4-DB eq	0.092
MTP	kg 1,4-DB eq	6.21E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	0.00357
AP	kg SO_2 eq	0.0547
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.0466

ตารางที่ 2-8 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่สาม แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และขนส่งไปยังประเทศอังกฤษ

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.0522
GWP	kg CO_2 eq	7.08
HTP	kg 1,4-DB eq	0.68
FTP	kg 1,4-DB eq	0.098
MTP	kg 1,4-DB eq	6.44E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	0.00357
AP	kg SO_2 eq	0.054
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.0862

ตารางที่ 2-9 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่สี่ แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และขนส่งไปยังประเทศอังกฤษ

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.0548
GWP	kg CO_2 eq	6.38
HTP	kg 1,4-DB eq	0.818
FTP	kg 1,4-DB eq	0.109
MTP	kg 1,4-DB eq	6.65E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	0.004
AP	kg SO_2 eq	0.0572
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.104

ตารางที่ 2-10 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่ห้า แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และขนส่งไปยังประเทศอังกฤษ

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.0549
GWP	kg CO_2 eq	6.33
HTP	kg 1,4-DB eq	0.821
FTP	kg 1,4-DB eq	0.11
MTP	kg 1,4-DB eq	6.67E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	0.004
AP	kg SO_2 eq	0.063
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.106

ตารางที่ 2-11 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่หนึ่ง แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และขนส่งไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.0562
GWP	kg CO_2 eq	7.98
HTP	kg 1,4-DB eq	0.639
FTP	kg 1,4-DB eq	0.1
MTP	kg 1,4-DB eq	4.38E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	0.0027
AP	kg SO_2 eq	0.0574
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.128

ตารางที่ 2-12 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่สอง แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และขนส่งไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.0474
GWP	kg CO_2 eq	6.56
HTP	kg 1,4-DB eq	0.583
FTP	kg 1,4-DB eq	0.0865
MTP	kg 1,4-DB eq	3.84E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	0.0026
AP	kg SO_2 eq	0.0525
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.0464

ตารางที่ 2-13 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่สาม แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และขนส่งไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.051
GWP	kg CO_2 eq	6.95
HTP	kg 1,4-DB eq	0.609
FTP	kg 1,4-DB eq	0.0931
MTP	kg 1,4-DB eq	4.07E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	0.0026
AP	kg SO_2 eq	0.0518
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.0859

ตารางที่ 2-14 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่สี่ แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และขนส่งไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.0537
GWP	kg CO_2 eq	6.25
HTP	kg 1,4-DB eq	0.749
FTP	kg 1,4-DB eq	0.11
MTP	kg 1,4-DB eq	4.34E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	0.003
AP	kg SO_2 eq	0.055
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.104

ตารางที่ 2-15 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่ห้า แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และขนส่งไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.0537
GWP	kg CO_2 eq	6.2
HTP	kg 1,4-DB eq	0.749
FTP	kg 1,4-DB eq	0.104
MTP	kg 1,4-DB eq	4.30E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	0.003
AP	kg SO_2 eq	0.054
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.106

ตารางที่ 2-16 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่หนึ่ง แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซไนโตรเจน และขนส่งไปยังประเทศญี่ปุ่น

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.049
GWP	kg CO_2 eq	7.49
HTP	kg 1,4-DB eq	0.728
FTP	kg 1,4-DB eq	0.116
MTP	kg 1,4-DB eq	6.69E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	0.0045
AP	kg SO_2 eq	0.0444
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.127

ตารางที่ 2-17 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่สอง แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซไนโตรเจน และขนส่งไปยังประเทศญี่ปุ่น

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.0402
GWP	kg CO_2 eq	6.07
HTP	kg 1,4-DB eq	0.673
FTP	kg 1,4-DB eq	0.102
MTP	kg 1,4-DB eq	6.15E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	0.0043
AP	kg SO_2 eq	0.0394
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.0452

ตารางที่ 2-18 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่สาม แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซไนโตรเจน และขนส่งไปยังประเทศญี่ปุ่น

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.0438
GWP	kg CO_2 eq	6.47
HTP	kg 1,4-DB eq	0.698
FTP	kg 1,4-DB eq	0.108
MTP	kg 1,4-DB eq	6.38E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	0.0043
AP	kg SO_2 eq	0.0388
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.0438

ตารางที่ 2-19 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่สี่ แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซไนโตรเจน และขนส่งไปยังประเทศญี่ปุ่น

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.0464
GWP	kg CO_2 eq	5.77
HTP	kg 1,4-DB eq	0.836
FTP	kg 1,4-DB eq	0.119
MTP	kg 1,4-DB eq	6.59E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	0.0047
AP	kg SO_2 eq	0.042
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.103

ตารางที่ 2-20 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่ห้า แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซไนโตรเจน และขนส่งไปยังประเทศญี่ปุ่น

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.0465
GWP	kg CO_2 eq	5.71
HTP	kg 1,4-DB eq	0.838
FTP	kg 1,4-DB eq	0.12
MTP	kg 1,4-DB eq	6.61E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	0.0047
AP	kg SO_2 eq	0.041
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.105

ตารางที่ 2-21 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่หนึ่ง แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซไนโตรเจน และขนส่งไปยังประเทศอังกฤษ

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.0539
GWP	kg CO_2 eq	8.19
HTP	kg 1,4-DB eq	0.786
FTP	kg 1,4-DB eq	0.125
MTP	kg 1,4-DB eq	8.96E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	0.0053
AP	kg SO_2 eq	0.0614
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.128

ตารางที่ 2-22 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่สอง แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซไนโตรเจน และขนส่งไปยังประเทศอังกฤษ

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.0451
GWP	kg CO_2 eq	6.76
HTP	kg 1,4-DB eq	0.731
FTP	kg 1,4-DB eq	0.111
MTP	kg 1,4-DB eq	8.42E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	0.0051
AP	kg SO_2 eq	0.0564
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.0467

ตารางที่ 2-23 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่สาม แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซไนโตรเจน และขนส่งไปยังประเทศอังกฤษ

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.0487
GWP	kg CO_2 eq	7.16
HTP	kg 1,4-DB eq	0.756
FTP	kg 1,4-DB eq	0.118
MTP	kg 1,4-DB eq	8.65E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	0.0051
AP	kg SO_2 eq	0.0558
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.0862

ตารางที่ 2-24 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่สี่ แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซไนโตรเจน และขนส่งไปยังประเทศอังกฤษ

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.0513
GWP	kg CO_2 eq	6.46
HTP	kg 1,4-DB eq	0.894
FTP	kg 1,4-DB eq	0.129
MTP	kg 1,4-DB eq	8.86E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	0.0055
AP	kg SO_2 eq	0.059
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.104

ตารางที่ 2-25 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่ห้า แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซไนโตรเจน และขนส่งไปยังประเทศอังกฤษ

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.0515
GWP	kg CO_2 eq	6.4
HTP	kg 1,4-DB eq	0.897
FTP	kg 1,4-DB eq	0.129
MTP	kg 1,4-DB eq	8.88E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	0.0055
AP	kg SO_2 eq	0.058
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.106

ตารางที่ 2-26 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่หนึ่ง แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซไนโตรเจน และขนส่งไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.0527
GWP	kg CO_2 eq	8.05
HTP	kg 1,4-DB eq	0.714
FTP	kg 1,4-DB eq	0.12
MTP	kg 1,4-DB eq	6.59E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	0.0042
AP	kg SO_2 eq	0.0591
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.128

ตารางที่ 2-27 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่สอง แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซไนโตรเจน และขนส่งไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.0439
GWP	kg CO_2 eq	6.63
HTP	kg 1,4-DB eq	0.659
FTP	kg 1,4-DB eq	1.106
MTP	kg 1,4-DB eq	6.05E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	0.0041
AP	kg SO_2 eq	0.0542
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.0464

ตารางที่ 2-28 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่สาม แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซไนโตรเจน และขนส่งไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.0475
GWP	kg CO_2 eq	7.02
HTP	kg 1,4-DB eq	0.683
FTP	kg 1,4-DB eq	0.113
MTP	kg 1,4-DB eq	6.28E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	0.0041
AP	kg SO_2 eq	0.0535
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.086

ตารางที่ 2-29 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่สี่ แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซไนโตรเจน และขนส่งไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.0502
GWP	kg CO_2 eq	6.33
HTP	kg 1,4-DB eq	0.825
FTP	kg 1,4-DB eq	0.13
MTP	kg 1,4-DB eq	6.55E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	0.0045
AP	kg SO_2 eq	0.0568
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.104

ตารางที่ 2-30 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่การผลิตที่ใช้กุ้งดิบจากฟาร์มที่ห้า แปรรูปกุ้ง IQF โดยใช้ก๊าซไนโตรเจน และขนส่งไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด
ADP	kg Sb eq	0.0503
GWP	kg CO_2 eq	6.27
HTP	kg 1,4-DB eq	0.825
FTP	kg 1,4-DB eq	0.124
MTP	kg 1,4-DB eq	6.51E+02
TTP	kg 1,4-DB eq	0.0044
AP	kg SO_2 eq	0.0558
EP	kg PO_4^{-3} eq	0.106

ภาคผนวก 3

ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแต่ละขั้นตอนของห่วงโซ่การผลิต

(1) โรงเพาะฟัก

ตารางที่ 3-1 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตลูกกุ้ง ณ โรงเพาะฟัก จำนวน 100,000 ตัว

กลุ่มผลกระทบ	การขนส่งพ่อแม่พันธุ์	น้ำเสีย	คลอรีน	อาร์ทีเมีย	อาหารเม็ด	ไฟฟ้า	การขนส่งลูกกุ้งไปยังฟาร์ม
ADP	7.96E-03	0.00E+00	5.90E-04	9.75E-03	1.10E-03	5.13E-01	3.47E-02
GWP	1.24E+00	0.00E+00	8.97E-02	3.55E-01	1.51E-01	8.47E+01	5.78E+00
HTP	2.25E-02	0.00E+00	8.70E-03	2.71E-01	1.53E-02	2.73E+00	1.15E+00
FTP	1.42E-03	0.00E+00	1.30E-03	2.31E-02	2.07E-03	7.98E-01	8.28E-02
MTP	7.44E+00	0.00E+00	3.17E+01	8.36E+01	6.89E+00	3.09E+03	2.88E+02
TTP	7.90E-05	0.00E+00	5.69E-05	7.10E-04	6.20E-05	7.12E-03	2.37E-03
AP	3.57E-03	0.00E+00	1.28E-03	3.34E-03	1.46E-03	2.46E-01	1.91E-02
EP	6.07E-04	5.90E-04	6.68E-05	2.14E-04	4.62E-04	3.59E-02	2.39E-03

(2) ฟาร์ม

ตารางที่ 3-2 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตกุ้งที่ฟาร์ม จำนวน 1 ตัน (ฟาร์ม 1)

กลุ่มผลกระทบ	น้ำเสีย	ลูกกุ้ง	อาหาร	วัสดุปูน	ไฟฟ้า	การขนส่งกุ้งดิบไปยังโรงงานแปรรูป
ADP	4.65E-06	7.13E-01	1.96E+01	2.44E-02	1.87E+01	1.47E-02
GWP	0.00E+00	1.16E+02	2.68E+03	3.52E+00	3.10E+03	2.38E+00
HTP	0.00E+00	5.30E+00	2.69E+02	1.18E+00	1.00E+02	4.53E-01
FTP	0.00E+00	1.15E+00	3.58E+01	2.08E-01	2.93E+01	3.47E-02
MTP	0.00E+00	4.41E+03	1.20E+05	2.00E+03	1.13E+05	9.93E+01
TTP	0.00E+00	1.31E-02	1.06E+00	1.11E-02	2.61E-01	5.55E-04
AP	0.00E+00	3.46E-01	2.60E+01	1.97E-02	8.99E+00	2.46E-02
EP	1.54E+02	5.07E-02	8.25E+00	1.04E-03	1.31E+00	5.39E-03

ตารางที่ 3-3 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตกุ้งที่ฟาร์ม จำนวน 1 ตัน (ฟาร์ม 2)

กลุ่มผลกระทบ	น้ำเสีย	ลูกกุ้ง	อาหาร	วัสดุปูน	ไฟฟ้า	การขนส่งกุ้งดิบไปยังโรงงานแปรรูป
ADP	5.01E-06	3.21E-02	1.84E+01	1.15E-02	8.98E+00	1.47E-02
GWP	0.00E+00	5.22E+00	2.52E+03	1.67E+00	1.48E+03	2.38E+00
HTP	0.00E+00	2.38E-01	2.53E+02	5.60E-01	4.81E+01	4.53E-01
FTP	0.00E+00	5.15E-02	3.36E+01	9.87E-02	1.40E+01	3.47E-02
MTP	0.00E+00	1.99E+02	1.13E+05	9.46E+02	5.42E+04	9.93E+01
TTP	0.00E+00	5.89E-04	1.00E+00	5.27E-03	1.25E-01	5.55E-04
AP	0.00E+00	1.55E-02	2.45E+01	9.34E-03	4.32E+00	2.46E-02
EP	4.70E+01	2.28E-03	7.76E+00	4.94E-04	6.30E-01	5.39E-03

ตารางที่ 3-4 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตกุ้งที่ฟาร์ม จำนวน 1 ตัน (ฟาร์ม 3)

กลุ่มผลกระทบ	น้ำเสีย	ลูกกุ้ง	อาหาร	วัสดุปูน	น้ำมันดีเซล	ไฟฟ้า	การขนส่งกุ้งดิบไปยังโรงงานแปรรูป
ADP	0.00E+00	3.09E-01	1.54E+01	1.18E-02	2.44E+00	1.39E+01	6.45E-02
GWP	0.00E+00	5.03E+01	2.11E+03	1.70E+00	5.34E+01	2.32E+03	1.05E+01
HTP	0.00E+00	2.29E+00	2.11E+02	5.72E-01	4.34E+01	7.47E+01	1.99E+00
FTP	0.00E+00	4.97E-01	2.82E+01	1.01E-01	5.76E+00	2.19E+01	1.52E-01
MTP	0.00E+00	1.91E+03	9.44E+04	9.64E+02	1.64E+04	8.42E+04	4.37E+02
TTP	0.00E+00	5.68E-03	8.38E-01	5.38E-03	9.15E-02	1.95E-01	2.44E-03
AP	0.00E+00	1.50E-01	2.05E+01	9.52E-03	4.93E-01	6.72E+00	1.08E-01
EP	1.00E+02	2.21E-02	1.26E+00	5.04E-04	4.64E-02	9.80E-01	5.39E-03

ตารางที่ 3-5 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตกุ้งที่ฟาร์ม จำนวน 1 ตัน (ฟาร์ม 4)

กลุ่มผลกระทบ	น้ำเสีย	ลูกกุ้ง	อาหาร	วัสดุปูน	น้ำมันดีเซล	ไฟฟ้า	การขนส่งกุ้งดิบไปยังโรงงานแปรรูป
ADP	0.00E+00	3.56E-01	2.15E+01	1.83E-02	1.16E+01	2.09E+00	8.81E-02
GWP	0.00E+00	5.81E+01	2.94E+03	2.65E+00	2.54E+02	3.47E+02	1.43E+01
HTP	0.00E+00	2.65E+00	2.94E+02	8.90E-01	2.07E+02	1.12E+01	2.72E+00
FTP	0.00E+00	5.74E-01	3.92E+01	1.56E-01	2.74E+01	3.27E+00	2.08E-01
MTP	0.00E+00	2.21E+03	1.32E+05	1.50E+03	7.84E+04	1.26E+04	5.96E+02
TTP	0.00E+00	6.56E-03	1.17E+00	8.37E-03	4.36E-01	2.91E-02	3.34E-03
AP	0.00E+00	1.74E-01	2.85E+01	1.48E-02	2.34E+00	1.01E+00	1.47E-01
EP	1.22E+02	2.55E-02	1.75E+00	7.85E-04	2.21E-01	1.47E-01	5.39E-03

ตารางที่ 3-6 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตกุ้งที่ฟาร์ม จำนวน 1 ตัน (ฟาร์ม 5)

กลุ่มผลกระทบ	น้ำเสีย	ลูกกุ้ง	อาหาร	วัสดุปูน	น้ำมันดีเซล	ไฟฟ้า	การขนส่งกุ้งดิบไปยังโรงงานแปรรูป
ADP	0.00E+00	3.02E-01	2.01E+01	2.13E-02	1.26E+01	2.66E+00	8.81E-02
GWP	0.00E+00	4.93E+01	2.75E+03	3.07E+00	2.77E+02	4.40E+02	1.43E+01
HTP	0.00E+00	2.24E+00	2.77E+02	1.04E+00	2.25E+02	1.42E+01	2.72E+00
FTP	0.00E+00	4.85E-01	3.68E+01	1.81E-01	2.98E+01	4.15E+00	2.08E-01
MTP	0.00E+00	1.87E+03	1.24E+05	1.75E+03	8.53E+04	1.60E+04	5.96E+02
TTP	0.00E+00	5.55E-03	1.10E+00	9.74E-03	4.73E-01	3.70E-02	3.34E-03
AP	0.00E+00	1.47E-01	2.68E+01	1.72E-02	2.56E+00	1.28E+00	1.47E-01
EP	1.25E+02	2.15E-02	8.49E+00	9.13E-04	2.40E-01	1.87E-01	3.23E-02

(3) โรงงานแปรรูป

ตารางที่ 3-7 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากกุ้งแช่แข็งแบบเป็นตัว 4.53 กิโลกรัม โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (กุ้งดิบจากฟาร์ม 1)

กลุ่มผลกระทบ	กุ้งดิบ	น้ำแข็ง	คาร์บอนไดออกไซด์	น้ำล้าง 1	น้ำล้าง 2	น้ำล้าง 3	น้ำล้าง 4	น้ำล้าง 5	น้ำล้าง 6	น้ำล้าง 7	การบรรจุ
ADP	2.95E-01	3.81E-02	5.90E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.41E-02
GWP	4.46E+01	6.31E+00	2.59E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.36E+00
HTP	2.83E+00	2.04E-01	1.58E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.20E+00
FTP	5.01E-01	5.95E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.03E-01
MTP	1.81E+03	2.30E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.91E+02
TTP	1.02E-02	5.31E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.15E-02
AP	2.67E-01	1.83E-02	7.07E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.52E-02
EP	1.24E+00	2.68E-03	1.70E-04	3.28E-05	1.19E-04	1.64E-03	6.46E-04	1.02E-03	4.98E-03	6.05E-03	2.66E-03

ตารางที่ 3-8 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากกุ้งแช่แข็งแบบเป็นตัว 4.53 กิโลกรัม โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (กุ้งดิบจากฟาร์ม 2)

กลุ่มผลกระทบ	กุ้งดิบ	น้ำแข็ง	คาร์บอนไดออกไซด์	น้ำล้าง 1	น้ำล้าง 2	น้ำล้าง 3	น้ำล้าง 4	น้ำล้าง 5	น้ำล้าง 6	น้ำล้าง 7	การบรรจุ
ADP	2.07E-01	3.81E-02	5.90E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.41E-02
GWP	3.03E+01	6.31E+00	2.59E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.36E+00
HTP	2.28E+00	2.04E-01	1.58E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.20E+00
FTP	3.62E-01	5.95E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.03E-01
MTP	1.27E+03	2.30E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.91E+02
TTP	8.56E-03	5.31E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.15E-02
AP	2.18E-01	1.83E-02	7.07E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.52E-02
EP	4.18E-01	2.68E-03	1.70E-04	3.28E-05	1.19E-04	1.64E-03	6.46E-04	1.02E-03	4.98E-03	6.05E-03	2.66E-03

ตารางที่ 3-9 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากกุ้งแช่แข็งแบบเป็นตัว 4.53 กิโลกรัม โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (กุ้งดิบจากฟาร์ม 3)

กลุ่มผลกระทบ	กุ้งดิบ	น้ำแข็ง	คาร์บอนไดออกไซด์	น้ำล้าง 1	น้ำล้าง 2	น้ำล้าง 3	น้ำล้าง 4	น้ำล้าง 5	น้ำล้าง 6	น้ำล้าง 7	การบรรจุ
ADP	2.43E-01	3.81E-02	5.90E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.41E-02
GWP	3.43E+01	6.31E+00	2.59E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.36E+00
HTP	2.52E+00	2.04E-01	1.58E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.20E+00
FTP	4.26E-01	5.95E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.03E-01
MTP	1.50E+03	2.30E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.91E+02
TTP	8.59E-03	5.31E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.15E-02
AP	2.11E-01	1.83E-02	7.07E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.52E-02
EP	8.14E-01	2.68E-03	1.70E-04	3.28E-05	1.19E-04	1.64E-03	6.46E-04	1.02E-03	4.98E-03	6.05E-03	2.66E-03

ตารางที่ 3-10 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากกุ้งแช่แข็งแบบเป็นตัว 4.53 กิโลกรัม โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (กุ้งดิบจากฟาร์ม 4)

กลุ่มผลกระทบ	กุ้งดิบ	น้ำแข็ง	คาร์บอนไดออกไซด์	น้ำล้าง 1	น้ำล้าง 2	น้ำล้าง 3	น้ำล้าง 4	น้ำล้าง 5	น้ำล้าง 6	น้ำล้าง 7	การบรรจุ
ADP	2.69E-01	3.81E-02	5.90E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.41E-02
GWP	2.73E+01	6.31E+00	2.59E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.36E+00
HTP	3.91E+00	2.04E-01	1.58E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.20E+00
FTP	5.35E-01	5.95E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.03E-01
MTP	1.71E+03	2.30E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.91E+02
TTP	1.25E-02	5.31E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.15E-02
AP	2.43E-01	1.83E-02	7.07E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.52E-02
EP	9.95E-01	2.68E-03	1.70E-04	3.28E-05	1.19E-04	1.64E-03	6.46E-04	1.02E-03	4.98E-03	6.05E-03	2.66E-03

ตารางที่ 3-11 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากกุ้งแช่แข็งแบบเป็นตัว 4.53 กิโลกรัม โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (กุ้งดิบจากฟาร์ม 5)

กลุ่มผลกระทบ	กุ้งดิบ	น้ำแข็ง	คาร์บอนไดออกไซด์	น้ำล้าง 1	น้ำล้าง 2	น้ำล้าง 3	น้ำล้าง 4	น้ำล้าง 5	น้ำล้าง 6	น้ำล้าง 7	การบรรจุ
ADP	2.70E-01	3.81E-02	5.90E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.41E-02
GWP	2.66E+01	6.31E+00	2.59E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.36E+00
HTP	3.92E+00	2.04E-01	1.58E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.20E+00
FTP	5.40E-01	5.95E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.03E-01
MTP	1.73E+03	2.30E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.91E+02
TTP	1.23E-02	5.31E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.15E-02
AP	2.32E-01	1.83E-02	7.07E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.52E-02
EP	1.01E+00	2.68E-03	1.70E-04	3.28E-05	1.19E-04	1.64E-03	6.46E-04	1.02E-03	4.98E-03	6.05E-03	2.66E-03

ตารางที่ 3-12 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากกุ้งแช่แข็งแบบเป็นตัว 4.53 กิโลกรัม โดยใช้ไนโตรเจนเหลว (กุ้งดิบจากฟาร์ม 1)

กลุ่มผลกระทบ	กุ้งดิบ	น้ำแข็ง	ไนโตรเจน	น้ำล้าง 1	น้ำล้าง 2	น้ำล้าง 3	น้ำล้าง 4	น้ำล้าง 5	น้ำล้าง 6	น้ำล้าง 7	การบรรจุ
ADP	2.95E-01	3.81E-02	2.41E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.41E-02
GWP	4.46E+01	6.31E+00	3.35E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.36E+00
HTP	2.83E+00	2.04E-01	7.61E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.20E+00
FTP	5.01E-01	5.95E-02	1.98E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.03E-01
MTP	1.81E+03	2.30E+02	2.21E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.91E+02
TTP	1.02E-02	5.31E-04	1.53E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.15E-02
AP	2.67E-01	1.83E-02	1.82E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.52E-02
EP	1.24E+00	2.68E-03	8.85E-04	3.28E-05	1.19E-04	1.64E-03	6.46E-04	1.02E-03	4.98E-03	6.05E-03	2.66E-03

ตารางที่ 3-13 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากกุ้งแช่แข็งแบบเป็นตัว 4.53 กิโลกรัม โดยใช้ไนโตรเจนเหลว (กุ้งดิบจากฟาร์ม 2)

กลุ่มผลกระทบ	กุ้งดิบ	น้ำแข็ง	ไนโตรเจน	น้ำล้าง 1	น้ำล้าง 2	น้ำล้าง 3	น้ำล้าง 4	น้ำล้าง 5	น้ำล้าง 6	น้ำล้าง 7	การบรรจุ
ADP	2.07E-01	3.81E-02	2.41E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.41E-02
GWP	3.03E+01	6.31E+00	3.35E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.36E+00
HTP	2.28E+00	2.04E-01	7.61E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.20E+00
FTP	3.62E-01	5.95E-02	1.98E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.03E-01
MTP	1.27E+03	2.30E+02	2.21E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.91E+02
TTP	8.56E-03	5.31E-04	1.53E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.15E-02
AP	2.18E-01	1.83E-02	1.82E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.52E-02
EP	4.18E-01	2.68E-03	8.85E-04	3.28E-05	1.19E-04	1.64E-03	6.46E-04	1.02E-03	4.98E-03	6.05E-03	2.66E-03

ตารางที่ 3-14 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากกุ้งแช่แข็งแบบเป็นตัว 4.53 กิโลกรัม โดยใช้ไนโตรเจนเหลว (กุ้งดิบจากฟาร์ม 3)

กลุ่มผลกระทบ	กุ้งดิบ	น้ำแข็ง	ไนโตรเจน	น้ำล้าง 1	น้ำล้าง 2	น้ำล้าง 3	น้ำล้าง 4	น้ำล้าง 5	น้ำล้าง 6	น้ำล้าง 7	การบรรจุ
ADP	2.43E-01	3.81E-02	2.41E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.41E-02
GWP	3.43E+01	6.31E+00	3.35E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.36E+00
HTP	2.52E+00	2.04E-01	7.61E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.20E+00
FTP	4.26E-01	5.95E-02	1.98E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.03E-01
MTP	1.50E+03	2.30E+02	2.21E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.91E+02
TTP	8.59E-03	5.31E-04	1.53E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.15E-02
AP	2.11E-01	1.83E-02	1.82E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.52E-02
EP	8.14E-01	2.68E-03	8.85E-04	3.28E-05	1.19E-04	1.64E-03	6.46E-04	1.02E-03	4.98E-03	6.05E-03	2.66E-03

ตารางที่ 3-15 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากกุ้งแช่แข็งแบบเป็นตัว 4.53 กิโลกรัม โดยใช้ไนโตรเจนเหลว (กุ้งดิบจากฟาร์ม 4)

กลุ่มผลกระทบ	กุ้งดิบ	น้ำแข็ง	ไนโตรเจน	น้ำล้าง 1	น้ำล้าง 2	น้ำล้าง 3	น้ำล้าง 4	น้ำล้าง 5	น้ำล้าง 6	น้ำล้าง 7	การบรรจุ
ADP	2.69E-01	3.81E-02	2.41E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.41E-02
GWP	2.73E+01	6.31E+00	3.35E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.36E+00
HTP	3.91E+00	2.04E-01	7.61E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.20E+00
FTP	5.35E-01	5.95E-02	1.98E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.03E-01
MTP	1.71E+03	2.30E+02	2.21E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.91E+02
TTP	1.25E-02	5.31E-04	1.53E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.15E-02
AP	2.43E-01	1.83E-02	1.82E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.52E-02
EP	9.95E-01	2.68E-03	8.85E-04	3.28E-05	1.19E-04	1.64E-03	6.46E-04	1.02E-03	4.98E-03	6.05E-03	2.66E-03

ตารางที่ 3-16 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากกุ้งแช่แข็งแบบเป็นตัว 4.53 กิโลกรัม โดยใช้ไนโตรเจนเหลว (กุ้งดิบจากฟาร์ม 5)

กลุ่มผลกระทบ	กุ้งดิบ	น้ำแข็ง	ไนโตรเจน	น้ำล้าง 1	น้ำล้าง 2	น้ำล้าง 3	น้ำล้าง 4	น้ำล้าง 5	น้ำล้าง 6	น้ำล้าง 7	การบรรจุ
ADP	2.70E-01	3.81E-02	2.41E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.41E-02
GWP	2.66E+01	6.31E+00	3.35E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.36E+00
HTP	3.92E+00	2.04E-01	7.61E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.20E+00
FTP	5.40E-01	5.95E-02	1.98E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.03E-01
MTP	1.73E+03	2.30E+02	2.21E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.91E+02
TTP	1.23E-02	5.31E-04	1.53E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.15E-02
AP	2.32E-01	1.83E-02	1.82E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.52E-02
EP	1.01E+00	2.68E-03	8.85E-04	3.28E-05	1.19E-04	1.64E-03	6.46E-04	1.02E-03	4.98E-03	6.05E-03	2.66E-03

(4) การขนส่งไปต่างประเทศ

ตารางที่ 3-17 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากขนส่งกุ้งแช่แข็งแบบเป็นตัว 4.53 กิโลกรัม ไปยังประเทศญี่ปุ่น

กลุ่มผลกระทบ	การขนส่งทางเรือ	อาคารเก็บสินค้าที่ท่าเรือ	การเก็บรักษาโดยผู้ค้าปลีก	การเก็บรักษาโดยผู้ค้าส่ง
ADP	1.97E-02	1.54E-03	3.37E-03	1.26E-03
GWP	2.91E+00	2.40E-01	4.96E-01	1.98E-01
HTP	1.06E-01	4.75E-02	1.04E-01	3.89E-02
FTP	5.08E-03	3.93E-03	9.39E-03	3.18E-03
MTP	5.57E+01	4.37E+01	1.92E+02	3.17E+01
TTP	5.52E-04	2.10E-04	8.97E-04	1.53E-04
AP	7.73E-02	2.13E-03	3.31E-03	1.80E-03
EP	6.86E-03	4.11E-04	4.46E-04	3.56E-04

ตารางที่ 3-18 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากขนส่งกุ้งแช่แข็งแบบเป็นตัว 4.53 กิโลกรัม ไปยังประเทศอังกฤษ

กลุ่มผลกระทบ	การขนส่งทางเรือ	อาคารเก็บสินค้าที่ท่าเรือ	การเก็บรักษาโดยผู้ค้าปลีก	การเก็บรักษาโดยผู้ค้าส่ง
ADP	6.11E-02	1.67E-03	4.04E-03	1.35E-03
GWP	9.04E+00	2.51E-01	5.53E-01	2.06E-01
HTP	3.30E-01	4.76E-02	1.04E-01	3.90E-02
FTP	1.58E-02	4.01E-03	9.80E-03	3.24E-03
MTP	1.73E+02	5.65E+01	2.57E+02	4.05E+01
TTP	1.71E-03	1.30E-04	4.92E-04	9.74E-05
AP	2.40E-01	2.06E-03	2.98E-03	1.75E-03
EP	2.13E-02	4.11E-04	4.47E-04	3.56E-04

ตารางที่ 3-19 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากขนส่งกุ้งแช่แข็งแบบเป็นตัว 4.53 กิโลกรัม ไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา

กลุ่มผลกระทบ	การขนส่งทางเรือ	อาคารเก็บสินค้าที่ท่าเรือ	การเก็บรักษาโดยผู้ค้าปลีก	การเก็บรักษาโดยผู้ค้าส่ง
ADP	5.20E-02	1.06E-03	2.06E-03	1.08E-03
GWP	7.69E+00	1.72E-01	3.24E-01	1.74E-01
HTP	2.81E-01	3.28E-02	2.92E-02	2.88E-02
FTP	1.34E-02	2.52E-03	2.20E-03	2.20E-03
MTP	1.47E+02	7.20E+00	6.30E+00	6.30E+00
TTP	1.46E-03	4.02E-05	3.52E-05	3.52E-05
AP	2.04E-01	1.78E-03	2.41E-03	1.68E-03
EP	1.81E-02	3.91E-04	3.87E-04	3.48E-04

ตารางที่ 3-20 ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการบริโภคและการจัดการของเสียหลังบริโภคกุ้งแช่แข็งแบบเป็นตัว 4.53 กิโลกรัม ที่ประเทศญี่ปุ่น อังกฤษ และสหรัฐอเมริกา

กลุ่มผลกระทบ	การบริโภค (ญี่ปุ่น)	การจัดการของเสีย (ญี่ปุ่น)	การบริโภค (อังกฤษ)	การจัดการของเสีย (อังกฤษ)	การบริโภค (สหรัฐอเมริกา)	การจัดการของเสีย (สหรัฐอเมริกา)
ADP	0.001	-0.0002	0.002	-0.0001	0.002	2.19E-06
GWP	0.2	0.002	0.3	0.01	0.3	0.01
HTP	0.04	0.001	0.08	0.004	0.02	0.007
FTP	0.004	0.005	0.01	0.007	0.0002	0.01
MTP	107	4.23	333	7	104	13.1
TTP	0.0005	-7.05E-05	0.001	-3.99E-05	0.0002	7.24E-06
AP	0.001	-8.21E-05	0.002	-4.73E-05	0.003	2.84E-06
EP	6.02E-05	-9.73E-06	0.000104	-3.81E-06	0.0001	2.88E-05