

บทคัดย่อ

สัญญาเลขที่: RDG4930027

ชื่อโครงการ: การประยุกต์การประเมินวัฏจักรชีวิตเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมแบบมีส่วนร่วม
ภายในห่วงโซการผลิตกุ้งขาวแวนนาไม (*Panaeus vannamei*) แช่แข็งแบบ
เป็นตัว

ชื่อหลักวิจัย:

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. อ.ดร. รัตนวรรณ มั่งคั่ง | ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 2. รศ.ดร. แชนเปียร์ กิ่วลา | บัณฑิตร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
| 3. รศ.ดร. พูนสุข ประเสริฐสรรพ | ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพอุตสาหกรรม
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ |
| 4. รศ.ดร. งามทิพย์ ภู่วโรดม | ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 5. อ.นฤชิต จำปิน | วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |

Email address: fscirwm@ku.ac.th

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

อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้ง มีความสำคัญทั้งเชิงเศรษฐกิจและสังคมต่อประเทศไทย
สูง สินค้าแปรรูปจากกุ้งเป็นสินค้าส่งออกที่สร้างรายได้เข้าประเทศปีละหลายหมื่นล้านบาท
อุตสาหกรรมกุ้งตั้งแต่การเพาะเลี้ยงจนถึงการแปรรูปและการส่งออก สร้างงานและรายได้ให้
ผู้เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อมกว่าล้านคน อีกทั้งเป็นอุตสาหกรรมยุทธศาสตร์ที่ส่งเสริม
การสร้างงานและกระจายรายได้สู่ชนบท แต่ในขณะเดียวกันอุตสาหกรรมกุ้งกำลังถูกมองว่าเป็น
กิจกรรมที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูง และหากไม่มีการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างเหมาะสม
อาจทำให้เกิดผลกระทบต่อการส่งออก เนื่องจากกระแสเรียกร้องของผู้บริโภคและกฎระเบียบ
ของประเทศคู่ค้า ทำให้ประเทศไทยต้องเตรียมความพร้อมทั้งด้านข้อมูลและแผนปฏิบัติการ
เพื่อรับรองมาตรฐานการด้านสิ่งแวดล้อมที่มีผลเกี่ยวข้องกับการค้าระหว่างประเทศ และเพื่อความ
ยั่งยืนของอุตสาหกรรมกุ้งในประเทศไทย

ด้วยความสำคัญดังกล่าวข้างต้น จึงเป็นที่มาของโครงการวิจัยนี้ โดยการประยุกต์ใช้เครื่องมือวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อม เรียกว่า การประเมินวัฏจักรชีวิต หรือ LCA (Life Cycle Assessment) เพื่อทำการจำแนกและประเมินขนาดของศักยภาพในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็ง โดยขอบเขตการศึกษา LCA นั้น จะครอบคลุมทุกกิจกรรมโดยตลอดห่วงโซการผลิต ได้แก่ การเพาะฟักและอนุบาลลูกกุ้งวัยอ่อน การเพาะเลี้ยงกุ้งจากระยะวัยอ่อนจนได้ขนาดตามที่ต้องการ การผลิตอาหารกุ้ง การแปรรูปกุ้งด้วยวิธีแช่แข็ง รวมถึงการผลิตภาชนะบรรจุกุ้งแช่แข็งประเภทถุงตั้งได้ การขนส่งที่เกี่ยวข้องในทุกๆ ขั้นตอนจนผลิตภัณฑ์ถึงผู้บริโภคสุดท้าย รวมทั้งการบริโภคและการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นพื้นที่ทำการศึกษา 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 น้ำหนัก 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 ซึ่งทำมาจากปลาเบ็ด 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 CO₂ 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 SO₂ equivalent และค่าศักยภาพในการก่อให้เกิดภาวะการเพิ่มสารอาหารในน้ำ (Eutrophication Potential, EP) ประมาณ 0.05-0.10 kg PO₄³⁻ 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 นอกจากนี้พบว่า สมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์กุ้งกุลาดำแช่แข็งแบบบล็อค มีขนาดของผลกระทบต่ำกว่าผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว ในทุกกลุ่มผลกระทบ ยกเว้น ADP และ EP โดยขนาดของผลกระทบ ADP ของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัว ที่มีค่าสูงกว่าเป็นผลมาจากการใช้น้ำมันดีเซลในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ส่วนขนาดของผลกระทบ EP ของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัวต่ำกว่าผลิตภัณฑ์กุ้งกุลาดำแช่แข็งแบบบล็อค เป็นผลมาจากการปลดปล่อยสารอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำเสียหลังจากการจับกุ้งในปริมาณที่ต่ำกว่า

จากการประมวลผลการศึกษา LCA กับการระดมความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้องตลอดห่วงโซ่อุปทานผลิตภัณฑ์กุ้ง เพื่อจำแนกแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมแบบมีส่วนร่วมภายในห่วงโซ่อุปทานของผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไมแช่แข็งแบบเป็นตัวแทน ทำให้ได้ข้อเสนอแนะว่า ผู้ที่เกี่ยวข้องตลอดห่วงโซ่อุปทานผลิตภัณฑ์กุ้ง ในระดับจังหวัดควรรวมตัวกันเป็นองค์กร มีการแบ่งปันข้อมูลระหว่างกันเพื่อให้เกิดการวางแผนการจัดการการผลิตที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การจัดทำมีศูนย์กุ้งเพื่อสนับสนุนข้อมูลการตลาด การวิเคราะห์คุณภาพน้ำและโรคกุ้ง รวมทั้งการจัดให้มีการเฝ้าระวังและตรวจติดตามคุณภาพสิ่งแวดล้อมในพื้นที่การเลี้ยงกุ้ง เพื่อให้เกิดการจัดการฟาร์มอย่างเหมาะสม ในขณะที่เดียวกันควรมีการวิจัยและพัฒนา 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 Thammarat 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 m³ 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 CO₂ 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 SO₂ equivalent and Eutrophication Potential (EP) 0.05-0.10 kg PO₄³⁻ 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 indicators 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.