



วิทยานิพนธ์

การประเมินวัฏจักรชีวิตเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของ
กระป๋องโลหะกับรีทอร์ตเพาซ์ ในอุตสาหกรรมทูน่ากระป๋อง

**Life Cycle Assessment for Environmental Performance Comparison
of Steel Can and Retort Pouch in Canned Tuna Industry**

นางสาวกิตติวรรณ กิจปกรณ์สันติ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2551



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม)

ปริญญา

เทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม

สาขา

วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

ภาควิชา

เรื่อง การประเมินวัฏจักรชีวิตเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของกระป๋องโลหะ
กบรีทอर्टเพาซ์ในอุตสาหกรรมทูน่ากระป๋อง

Life Cycle Assessment for Environmental Performance Comparison of Steel Can
and Retort Pouch in Canned Tuna Industry

นามผู้วิจัย นางสาวกิตติวรรณ กิจปรณส์สันติ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์รัตนาวรรณ มั่งคั่ง, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์งามทิพย์ ภู่วโรดม, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ธำรงรัตน์ มั่งเจริญ, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จักรกฤษณ์ มหัจฉริยวงศ์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ๕ เดือน มิ.ย. พ.ศ. ๒๕๕๑

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประเมินวัฏจักรชีวิตเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของ
กระป๋องโลหะกับรีทอร์ตเพาซ์ในอุตสาหกรรมทูน่ากระป๋อง

Life Cycle Assessment for Environmental Performance Comparison of Steel Can
and Retort Pouch in Canned Tuna Industry

โดย

นางสาวกิตติวรรณ กิจปกรณ์สันติ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม)

พ.ศ. 2551

กิตติวรรณ กิจปณณันต์ 2551: การประเมินวัฏจักรชีวิตเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของ
กระป๋องโลหะกับรีโอร์ตเพาซ์ ในอุตสาหกรรมหุน่ากระป๋อง ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
(เทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม) สาขาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิทยาศาสตร์
สิ่งแวดล้อม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์รัตนาวรรณ มั่งคั่ง, Ph.D. 99 หน้า

ประเด็นสิ่งแวดล้อม เป็นปัจจัยสำคัญหนึ่งในการพิจารณาตัดสินใจเลือกใช้ภาชนะบรรจุทางเลือกใน
อุตสาหกรรมหุน่ากระป๋อง จึงทำการเปรียบเทียบสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของกระป๋องโลหะและรีโอร์ตเพาซ์
จำแนกประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมและประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม โดยใช้เทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิต
หน่วยหน้าที่การทำงาน คือ การบรรจุเนื้อหุน่า 1.7 ตัน ดังนั้นจึงใช้กระป๋องโลหะ ขนาดบรรจุสุทธิ 85 กรัม จำนวน
20,000 ใบ กับรีโอร์ตเพาซ์ (พอลิเอสเตอร์ แผ่นเปลวอะลูมิเนียม ไนลอน พอลิพรอพิลีน) ขนาดบรรจุสุทธิ 100 กรัม
จำนวน 17,000 ใบ ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมถูกเก็บรวบรวมจากโรงงานผลิตภาชนะบรรจุ 2 แห่ง และทำการ
เก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมีนาคม ถึง พฤศจิกายน 2550 ผลการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมตามวิธี CML2 baseline
2000 (version 1.03) พบว่า กระป๋องโลหะมีค่าผลกระทบมากกว่ารีโอร์ตเพาซ์ในทุกกลุ่มผลกระทบ คือ การลดลง
ของทรัพยากรที่ไม่สามารถทดแทนได้ การก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน ความเป็นพิษต่อมนุษย์ การก่อให้เกิดความเป็น
กรด การเพิ่มขึ้นของธาตุอาหาร ในแหล่งน้ำ สำหรับกระป๋องโลหะ มีค่าผลกระทบ 27.3 kg Sb. eq. 3,940
kg CO₂ eq. 1,430 kg 1,4-DB eq. 14.1 kg SO₂ eq. และ 4.6 kg PO₄ eq. ตามลำดับ และรีโอร์ตเพาซ์มีค่าผลกระทบ
9.18 kg Sb. eq. 1,580 kg CO₂ eq. 479 kg 1,4-DB eq. 14.1 kg SO₂ eq. และ 2.11 kg PO₄ eq. ตามลำดับ ผลการ
ประเมินวัฏจักรชีวิตบ่งชี้ว่ากระป๋องโลหะก่อให้เกิดผลกระทบมากกว่ารีโอร์ตเพาซ์ ในทุกกลุ่มผลกระทบ
ผลกระทบในกลุ่มการลดลงของทรัพยากรที่ไม่สามารถทดแทนได้และการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน เป็นผลกระทบ
เนื่องจากการผลิตแผ่นเหล็กซึ่งมีการใช้ทรัพยากรพลังงานและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ผลกระทบ
ในกลุ่มการก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อมนุษย์ มีสาเหตุจากการผลิตแผ่นอะลูมิเนียม ในขณะที่ผลกระทบในกลุ่ม
ความเป็นกรดและการเพิ่มขึ้นของธาตุอาหาร ในน้ำ มีสาเหตุจากการขนส่งสินค้าไปต่างประเทศ สำหรับรีโอร์ต
เพาซ์ ขั้นตอนที่ทำให้เกิดผลกระทบหลัก คือ การบรรจุหุน่า เนื่อง จากการใช้กล่องกระดาษเพื่อการบรรจุ เมื่อ
ประเมินผลกระทบตามวิธี Eco-indicator 99 (the egalitarian weighting scheme) พบว่ากระป๋องโลหะและรีโอร์ต
เพาซ์มีค่าผลกระทบคะแนนเชิงเดียว 260 Pt และ 160 Pt ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาตามวิธี CML2
baseline 2000 (version 1.03) นอกจากนี้วิเคราะห์ผลกระทบด้านการใช้พลังงานตามวิธี Cumulative Energy
Demand 2000 (version 2.03) พบว่ากระป๋องโลหะมีค่าผลกระทบมากกว่ารีโอร์ตเพาซ์ โดยกระป๋องโลหะมีค่า
ผลกระทบ 55,300 MJ-eq. ขณะที่รีโอร์ตเพาซ์มีค่าผลกระทบ 20,200 MJ-eq. การรีไซเคิลกระป๋องช่วยลด
ผลกระทบในกลุ่มการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนร้อยละ 46 สำหรับรีโอร์ตเพาซ์ควรใช้กล่องกระดาษรีไซเคิลเพื่อ
บรรจุสินค้าไปต่างประเทศ

Kittiwan Kitpakornsanti 2008: Life Cycle Assessment for Environmental Performance Comparison of Steel Can and Retort Pouch in Canned Tuna Industry. Master of Science (Environmental Technology and Management), Major Field: Environmental Technology and Management, Department of Environmental Science. Thesis Advisor: Ms.Rattanawan Mungkung, Ph.D. 99 pages.

Environment aspect is necessary for supporting the decision of choosing an alternative packaging the canned tuna industry. To compare the environmental performances of steel can and retort pouch, the environmental aspects were identified and environmental impacts were assessed by using the Life Cycle Assessment (LCA) technique. The functional unit was set as packing 1.7 ton of tuna meat, which is equivalent to 20,000 units of 85-gram cans and 17,000 units of 100-gram retort pouches (polyester, aluminium foil, nylon and polypropylene). The inventory data were collected from two packaging factories based on the production in March to November 2007. The results of impact assessment using the CML2 baseline 2000 method indicated that steel cans potentially generated higher impacts than retort pouches in all impacts categories. The impact assessment of abiotic depletion, global warming, human toxicity, acidification and eutrophication for steel can shown as 27.3 kg Sb. eq. 3,940 kg CO₂ eq. 1,430 kg 1,4-DB eq. 14.1 kg SO₂ eq. 4.6 kg PO₄ eq., respectively and 9.18 kg Sb. eq. 1,580 kg CO₂ eq. 479 kg 1,4-DB eq. 14.1 kg SO₂ eq. 2.11 kg PO₄ eq. for retort pouch, respectively. The higher impact on abiotic depletion and global warming were the consequence of energy resources consumed and carbon dioxide emitted during steel sheet production. The higher impact on human toxicity was mainly due to aluminium production whereas that on acidification and eutrophication resulted from transport of tuna meat in cans to overseas. For the retort pouch, the life cycle stages responsible for the major impacts were corrugated box production on global warming and eutrophication, aluminium foil production on human toxicity. The results of impact assessment using the Eco-indicator 99 (using the egalitarian weighting scheme) also showed the same trend, 260 points for cans and 160 points for retort pouch. The calculation of energy demand using the Cumulative Energy Demand method showed that the energy used for the whole life cycle of can (55,300 MJ- equivalent) was also higher than retort pouch (20,200 MJ- equivalent). Recycling of steel cans could reduce the impacts on global warming by 46 percent. For the retort pouch, recycled corrugated box in packing was recommend.

Kittiwan Kitpakornsanti

Student's signature

Rattanawan M.

Thesis Advisor's signature

29 / May / 08

กิตติกรรมประกาศ

งานวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ เพราะได้นับความช่วยเหลือจากผู้มีพระคุณ ผู้วิจัยขอกราบ
ขอบพระคุณ อ.ดร.รัตนาวรรณ มั่งคั่ง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ. ดร.งามทิพย์ ภู่วโรดม และ
รศ. ดร.ธำรงรัตน์ มุ่งเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ให้คำปรึกษาและแนะนำข้อคิดอัน
เป็นประโยชน์และสละเวลาในการตรวจและแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอบพระคุณ
บริษัทผู้ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูล และผู้ประสานงานทุกท่านที่ให้ข้อมูลในการวิจัยงานให้
สำเร็จลุล่วง ขอขอบพระคุณอาจารย์และนิสิตปริญญาโท ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

กิตติวรรณ กิจปกรณัสนันติ

พฤษภาคม 2551

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	36
ผลและวิจารณ์	53
สรุปและข้อเสนอแนะ	80
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	83
ภาคผนวก ก.	88
ภาคผนวก ข.	95
ประวัติการศึกษา	99

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ปริมาณการส่งออกพืชน้ำกระป๋อง ปี 2546-2550 (หน่วย : ตัน)	6
2 การนำเข้าพืชน้ำกระป๋องประเทศสหรัฐอเมริกาปี 2001-2006 (หน่วย: พันตัน)	7
3 การนำเข้าพืชน้ำบรรจุรีทอร์ตเพาซ์ประเทศสหรัฐอเมริกาปี 2002 -2006 (หน่วย พันตัน)	8
4 ตัวอย่างการคำนวณดัชนีชี้วัดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกลุ่มผลกระทบการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน	26
5 ตัวอย่างการคำนวณดัชนีชี้วัดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกลุ่มผลกระทบการลดลงของ27ทรัพยากรประเภทที่ไม่สามารถทดแทนได้	27
6 ตัวอย่างการคำนวณดัชนีชี้วัดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกลุ่มผลกระทบการก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อมนุษย์	28
7 ตัวอย่างการคำนวณดัชนีชี้วัดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกลุ่มผลกระทบการก่อให้เกิด ภาวะความเป็นกรด	29
8 ตัวอย่างการคำนวณดัชนีชี้วัดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกลุ่มผลกระทบการเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารในแหล่งน้ำ	30
9 การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการ	40
10 แหล่งที่มาข้อมูลของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์	42
11 สารขาเข้าและสารขาออกจากกิจกรรมการผลิตกระป๋องโลหะที่โรงงานผลิต	51
12 แหล่งที่มาและชนิดการขนส่งของวัตถุดิบหลักในการผลิตกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์เพื่อใช้บรรจุพืชน้ำ 1,700 กิโลกรัม	53
13 ปริมาณการใช้ทรัพยากรพลังงานต่างๆและวัตถุดิบในการผลิตผลิตกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์เพื่อบรรจุพืชน้ำ 1,700 กิโลกรัม	54
14 บัญชีรายการสารขาเข้าขาออกในกระบวนการผลิตกระป๋องและรีทอร์ตเพาซ์เพื่อบรรจุพืชน้ำ 1,700 กิโลกรัม	57
15 บัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการบรรจุพืชน้ำในกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ 1,700 กิโลกรัม	59
16 ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมการจัดการกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์หลังการใช้งานในแต่ละประเทศ	61

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่

หน้า

17 ผลกระทบโดยภาพรวมของกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์

62

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กระป๋องชนิด 2 ชั้น แบบฝาไม่มีห่วงดึงเปิดได้ง่าย (Easy-open end)	10
2 ขั้นตอนการผลิตฝาไม่มีห่วงดึงเปิดได้ง่าย	11
3 โครงสร้างวัสดุรีทอร์ตเพาซ์	12
4 กระบวนการผลิตแผ่นเหล็ก	15
5 กระบวนการผลิตพลาสติก	18
6 ขอบเขตการพิจารณาผลกระทบสิ่งแวดล้อมตามหลักการประเมินวัฏจักรชีวิต	23
7 การจำแนกกลุ่มผลกระทบของบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม	25
8 ขอบเขตการประเมินวัฏจักรชีวิตในการศึกษา	38
9 สารขาเข้าและสารขาออกจากกิจกรรมการผลิตกระป๋องโลหะที่โรงงานผลิต	43
10 กระป๋องโลหะ 2 ชั้น ประเภทฝาเปิดอย่างง่าย	44
11 ตัวอย่างภาพรีทอร์ตเพาซ์ ขนาดบรรจุสุทธิ 100 กรัม	45
12 สารขาเข้าและสารขาออกจากกิจกรรมการผลิตรีทอร์ตเพาซ์ที่โรงงานผลิต	46
13 กิจกรรมการขนส่งท่อนำกระป๋องและรีทอร์ตเพาซ์ไปยังผู้บริโภคที่ต่างประเทศ	49
14 เปรียบเทียบการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ในแต่ละกลุ่มผลกระทบ	64
15 สัดส่วนการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่างๆในการผลิตวัตถุดิบเพื่อใช้ในผลิตกระป๋องโลหะเพื่อบรรจุเนื้อทูน่า 1,700 กิโลกรัม	66
16 สัดส่วนการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่างๆในการผลิตวัตถุดิบเพื่อใช้ในผลิตรีทอร์ตเพาซ์เพื่อบรรจุเนื้อทูน่า 1,700 กิโลกรัม	67
17 สัดส่วนผลกระทบกระบวนการผลิตกระป๋องโลหะ	68
18 สัดส่วนผลกระทบกระบวนการผลิตรีทอร์ตเพาซ์	69
19 สัดส่วนผลกระทบกระบวนการบรรจุท่อนำกระป๋อง	70
20 สัดส่วนผลกระทบกระบวนการบรรจุรีทอร์ตเพาซ์	71
21 สัดส่วนผลกระทบสิ่งแวดล้อมกระป๋องโลหะวิธี วิธี Eco-indicator 99	72
22 ผลกระทบสิ่งแวดล้อมรีทอร์ตเพาซ์วิธี วิธี Eco-indicator 99	74

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
23	เปรียบเทียบค่าคะแนนเชิงเดี่ยวผลกระทบกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ด้วยวิธี Eco- indicator 99	74
24	สัดส่วนผลกระทบการใช้พลังงานของกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ด้วยวิธี Cumulative Energy Demand	75
25	ผลกระทบกลุ่มการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนของกระป๋องโลหะในแต่ละขั้นตอนวัฏจักรชีวิต	77
26	ค่าผลกระทบกลุ่มการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนหลังจากการรีไซเคิลกระป๋องโลหะที่อัตราส่วนต่างๆ	78
27	ค่าผลกระทบกลุ่มการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนหลังจากการจัดการขยะกระป๋องโลหะ	79

การประเมินวัฏจักรชีวิตเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อม ของกระป๋องโลหะกับรีทอร์ตเพาซ์ ในอุตสาหกรรมทูน่ากระป๋อง

Life Cycle Assessment for Environmental Performance Comparison of Steel Can and Retort Pouch in Canned Tuna Industry

คำนำ

อุตสาหกรรมทูน่ากระป๋องเป็นอุตสาหกรรมยุทธศาสตร์หลักของประเทศไทยที่มีการผลิตเพื่อส่งออกเป็นหลักถึงร้อยละ 90 (ศูนย์วิจัยกิจการไทย, 2550) ปัจจุบันประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์ทูน่ากระป๋องอันดับ 1 ของโลกและครองส่วนแบ่งตลาดโลกประมาณร้อยละ 40 (บวร, 2545) ปริมาณการส่งออกผลิตภัณฑ์ทูน่ากระป๋องในปี 2550 ทั้งหมด 451,305 ตัน (กรมประมง, 2551) ประเทศคู่ค้าหลักอุตสาหกรรมทูน่ากระป๋องของประเทศไทย ได้แก่ ประเทศสหรัฐอเมริกา รองลงมา คือ ประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป เช่น อังกฤษ สเปน และฝรั่งเศส เป็นต้น โดยเฉพาะประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งเป็นประเทศที่มีการนำเข้าทูน่ากระป๋องจากประเทศไทยเป็นอันดับ 1 และประชากรในประเทศนิยมบริโภคทูน่ากระป๋องเป็นผลิตภัณฑ์อาหารทะเลสูงอันดับ 2 รองจากกุ้ง โดยคิดเป็นปริมาณการบริโภคในปี 2549 เท่ากับ 1.7 กิโลกรัมต่อคนต่อปี (National Marine Fisheries Service, 2006)

ปัจจุบันความนิยมบริโภคทูน่ากระป๋องของประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรปเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากความตระหนักถึงผลกระทบของการบริโภคเนื้อสัตว์ปีกที่มีต่อสุขภาพของมนุษย์จึงทำให้ประชากรส่วนใหญ่หันมาบริโภคผลิตภัณฑ์อาหารทะเลเพื่อเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนมากขึ้น และจากความนิยมบริโภคทูน่ากระป๋องในตลาดต่างประเทศ จึงนำไปสู่การเติบโตของอุตสาหกรรมทูน่ากระป๋องของประเทศไทยซึ่งเป็นฐานการผลิตที่สำคัญของโลก ส่งผลให้มีปริมาณการใช้ภาชนะบรรจุเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมทูน่ากระป๋องมากขึ้นเช่นกัน กระป๋องสามารถเก็บรักษาคุณภาพอาหารได้ระยะเวลานานและเนื่องจากความแข็งแรงของกระป๋องจึงสามารถป้องกันการกระแทกของอาหารที่อยู่ภายในได้ระหว่างการขนส่ง และประกอบกับรูปแบบกระป๋องแบบฝาห้วงจึงเปิดได้ง่ายช่วยเพิ่มความสะดวกต่อผู้บริโภคมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามความห่วงกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยต่อผู้บริโภคเกี่ยวกับทูน่ากระป๋องมากขึ้น เนื่องจากการตรวจพบโลหะหนักปนเปื้อนในทูน่ากระป๋อง และมีข้อสงสัยว่าที่อาจมาจากการกักร่อนของสารเคลือบที่ใช้ในการป้องกันการเกิด

ปฏิกริยาระหว่างอาหารกับโลหะ แม้การปนเปื้อนดังกล่าวไม่ได้มีสาเหตุจากกระป๋องโลหะก็ตาม (Khansari *et al.*, 2004) แต่ทำให้ประชากรส่วนใหญ่เกิดความตื่นตัวในการเลือกบริโภคทูน่ากระป๋องโดยมีการพิจารณาเลือกบริโภคจากชนิดภาชนะบรรจุสำหรับการบริโภคมากขึ้น

รีทอร์ตแพชเป็นภาชนะบรรจุทางเลือกในอุตสาหกรรมทูน่ากระป๋องในปัจจุบัน เนื่องจากความต้องการของผู้บริโภคในด้านความสะดวกของการใช้งานภาชนะบรรจุ เช่น รูปแบบถุงที่แบนบางทำให้เพิ่มปริมาณการขนส่งได้มากขึ้น สามารถอุ่นได้ง่ายโดยการจุ่มลงในหม้อน้ำเดือด ขนาดบรรจุพกพาสะดวกเหมาะสำหรับการรับประทานคนเดียว ทำให้สามารถตอบสนองความต้องการผู้บริโภคในสังคมเมืองปัจจุบันได้อย่างดี สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ต่อผู้บริโภคได้รวมถึงเพิ่มคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารแก่ผู้บริโภค ด้วยประเด็นเหล่านี้ทำให้รีทอร์ตแพชกลายเป็นภาชนะบรรจุทางเลือกในการพิจารณาตัดสินใจเลือกบริโภคผลิตภัณฑ์ทูน่ากระป๋องในปัจจุบัน นอกจากนี้ก็กระเียบในต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับภาชนะบรรจุของประเทศคู่ค้าของไทยที่สำคัญ เช่น กลุ่มสหภาพยุโรป มีการกำหนดกฎระเบียบ Directive 94/62/EC on Packaging and Packaging waste เพื่อเป็นแนวทางการลดปริมาณขยะมูลฝอยจากภาชนะบรรจุที่เกิดขึ้นภายในประเทศ ส่งผลให้กฎระเบียบนี้เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ผู้บริโภคหันมาสนใจในเลือกชนิดภาชนะบรรจุเพื่อการใช้บริโภคผลิตภัณฑ์มากขึ้น

ในทางกลับกันแม้ว่ารีทอร์ตแพช สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคและผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ในประเด็นดังกล่าวข้างต้นได้ดี แต่ก็ได้รับการเรียกร้องให้พิจารณาประเด็นอื่นๆ เช่นกัน เช่น ประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจากรีทอร์ตแพชผลิตจากวัสดุอ่อนตัวหลายชนิดประกบติดกัน และสามารถใช้ได้เพียงครั้งเดียว การผลิตแผ่นเพลอะลูมิเนียม 1 ตัน จากอะลูมิเนียมแท่ง มีการใช้พลังงานในการผลิตสูงถึง 189,030 เมกะจูล และปลดปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 51,800 กรัม (กรมควบคุมมลพิษ, 2544) ในขณะที่กระป๋องโลหะที่มีการใช้ผลิตจากแผ่นเหล็ก 1 ตัน จะมีการใช้พลังงานในการผลิต 35 กิกะจูล และมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงถึง 11,031 กิโลกรัม (กรมควบคุมมลพิษ, 2544)

การเลือกใช้ภาชนะบรรจุของผู้บริโภคจะขึ้นอยู่กับความพึงพอใจของผู้บริโภคในการเลือกรูปแบบผลิตภัณฑ์เป็นหลักรวมถึงความตระหนักถึงประเด็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่เพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน ดังนั้นการเลือกใช้ภาชนะบรรจุในอุตสาหกรรมทูน่ากระป๋องจึงควรมีการพิจารณาถึงประเด็นสิ่งแวดล้อมเช่นกัน อย่างไรก็ตามในอุตสาหกรรมทูน่ากระป๋องซึ่งมีการใช้กระป๋องเป็นภาชนะบรรจุหลักและมีการใช้รีทอร์ตแพชมากขึ้นในปัจจุบัน และยังไม่มีพิจารณาศึกษาถึง

ประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมของภาชนะบรรจุทั้ง 2 ชนิดอย่างเป็นระบบ และเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการประกอบการตัดสินใจการเลือกใช้ภาชนะบรรจุของผู้บริโภคและผู้ผลิตในอุตสาหกรรมหุน่ากระป๋องในปัจจุบัน จึงทำให้มีการพัฒนางานวิจัยนี้เพื่อศึกษาวิเคราะห์ประเด็นสิ่งแวดล้อมของทั้งกระป๋องโลหะและรีทอร์ตแพซอย่างเป็นระบบ โดยใช้เทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิต หรือ Life Cycle Assessment หรือ LCA และนำผลการศึกษาเชิงปริมาณที่ได้ไปเปรียบเทียบสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของภาชนะบรรจุทั้ง 2 ชนิด ผลการศึกษาตลอดวัฏจักรชีวิตของกระป๋องโลหะและรีทอร์ตแพซจะสะท้อนให้เห็นผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นได้จากทุกขั้นตอน ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิตภาชนะบรรจุ การบรรจุ การจัดการขยะภาชนะบรรจุหลังการใช้งาน ตลอดจนการขนส่งที่เกี่ยวข้องทุกขั้นตอน ซึ่งข้อมูลเชิงสิ่งแวดล้อมที่ได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์สำหรับเป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในเชิงสิ่งแวดล้อมและเป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกใช้ภาชนะบรรจุในอุตสาหกรรมหุน่ากระป๋องในอนาคตได้

วัตถุประสงค์

เป้าหมายหลักในการศึกษาโครงการวิทยานิพนธ์นี้ คือ เพื่อวิเคราะห์ประเด็นสิ่งแวดล้อม และประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของภาชนะบรรจุกระป๋องและรีทอร์ตเพาซ์อย่างเป็นระบบ อันนำไปสู่การเปรียบเทียบสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของภาชนะบรรจุทั้งสองชนิด โดยมี วัตถุประสงค์การศึกษา ดังนี้

1. เพื่อรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของภาชนะบรรจุกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ โดยใช้มุมมองวัฏจักรชีวิต
2. เพื่อจำแนกประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมและประเมินขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์โดยใช้เทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิต
3. เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของกระป๋องโลหะกับรีทอร์ตเพาซ์ ตลอดจนการจำแนกแนวทางในการปรับปรุงสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของภาชนะบรรจุทั้ง 2 ชนิด

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมเพื่อสนับสนุนการพัฒนาฐานข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย
2. ทราบประเด็นปัญหาและขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตลอดวัฏจักรชีวิตของภาชนะบรรจุกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ ตลอดจนแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพเชิงสิ่งแวดล้อม
3. ทราบข้อมูลสิ่งแวดล้อมที่สามารถใช้สนับสนุนการตัดสินใจเกี่ยวกับแนวทางในการเลือกใช้ภาชนะบรรจุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรมหีบห่อกระป๋อง

การตรวจเอกสาร

1. อุตสาหกรรมทุ่นำกระป๋องในประเทศไทย

อุตสาหกรรมทุ่นำกระป๋องนับเป็นอุตสาหกรรมยุทธศาสตร์ที่สำคัญของประเทศไทยและเป็นอุตสาหกรรมอาหารที่ผลิตเพื่อการส่งออกสูงถึงร้อยละ 90 ของปริมาณการผลิตทั้งหมดภายในประเทศ (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2550) ซึ่งประเทศไทยเป็นผู้ผลิตเพื่อส่งออกอันดับ 1 ของโลกและครองส่วนแบ่งตลาดประมาณร้อยละ 40 (บวร, 2545) สร้างรายได้ให้ประเทศได้กว่าปีละหลายหมื่นล้านบาท เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์อาหารทะเลกระป๋องชนิดอื่นพบว่าทุ่นำกระป๋องมีมูลค่าการส่งออกสูงสุด โดยมีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 80 ของมูลค่าการส่งออกสินค้าอาหารทะเลกระป๋องทั้งหมด สถิติการส่งออกทุ่นำกระป๋องปี 2550 ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่าทุ่นำกระป๋องมีปริมาณการส่งออกทั้งสิ้น 451,305.30 ตัน (กรมประมง, 2550) ประเทศคู่ค้าหลักที่สำคัญของประเทศไทย ได้แก่ ประเทศสหรัฐอเมริกา รองลงมา คือ ประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป

นอกจากความสำคัญในเชิงเศรษฐกิจแล้ว อุตสาหกรรมทุ่นำกระป๋องยังมีความสำคัญเป็นอย่างมากในเชิงสังคมทั้งต่ออุตสาหกรรมทุ่นำกระป๋องโดยตรงและอุตสาหกรรมต่อเนื่อง โดยพบว่าอุตสาหกรรมต่อเนื่องหลักในอุตสาหกรรมทุ่นำกระป๋องที่สำคัญ คือ อุตสาหกรรมการบรรจุ ซึ่งก่อให้เกิดการสร้างงานและการกระจายรายได้ไปยังท้องถิ่น ปัจจุบันผู้ผลิตทุ่นำกระป๋องในประเทศไทยมีประมาณ 65 ราย ในจำนวนนี้เป็นโรงงานที่เป็นผู้ผลิตอาหารทะเลกระป๋องควบคู่กับทุ่นำกระป๋องจำนวน 29 ราย และที่ผลิตเฉพาะทุ่นำกระป๋องเพียงอย่างเดียวจำนวน 24 ราย และก่อให้เกิดการจ้างงานทั้งสิ้นประมาณ 40,000 คน (ศูนย์วิจัยนครหลวงไทย, 2550) พื้นที่การผลิตหลักส่วนใหญ่จะตั้งในพื้นที่ใกล้ทะเลเพื่อความสะดวกในการขนส่งวัตถุดิบจากต่างประเทศเป็นสำคัญในจังหวัดในภาคใต้และจังหวัดที่มีเขตติดต่อกับอ่าวไทย เช่น สมุทรสาคร สมุทรปราการ สงขลา และสุราษฎร์ธานี เป็นต้น

ตารางที่ 1 ปริมาณการส่งออกทูน่ากระป๋อง ปี 2546-2550 (หน่วย : ตัน)

ประเทศ	2545	2546	2547	2548	2549	2550
อเมริกา	59757.78	83839.61	87348.57	83798.12	77425.62	86,322
ยุโรป	50,826.72	55,868	43,981	49,199	61,259	72,923
ตะวันออก	32,149.48	32,621	34,991	40,841	55,288	54,05
แอฟริกา	32,149.8	43,864	45,303	58236	79,087	77,156
ออสเตรเลีย	20,981	26,625	28,627	29,882	30,541	32,110
แคนาดา	23,910	23,659	25,449	26,264	27555	26,174
ญี่ปุ่น	16,113	15,743	22,347	22,554	21035	23,421
อาเซียน	3,064	3,719	4,076	3,712	4435	4,426
อื่นๆ	26,348	40,460	44,688	54,114	59573	74,664
รวม	268,234	326,402	339,814	368,604	416,202	451,305

ที่มา: กรมประมง (2550)

รูปแบบผลิตภัณฑ์ทูน่ากระป๋องแบ่งตามลักษณะของผลิตภัณฑ์ ออกเป็น 3 ประเภทหลัก
ศูนย์วิจัยกสิกร ไทย (2550) ดังนี้

Standard Product ได้แก่ ทูน่าในน้ำมันพืช ทูน่าในน้ำมันดอกทานตะวัน ทูน่าในน้ำแร่ และ
ทูน่าในน้ำเกลือ เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้จะได้รับความนิยมในหมู่ผู้บริโภคมากที่สุดจากกระแส
การรักษาสุขภาพและการควบคุมน้ำหนักของผู้บริโภค โดยเน้นการรับประทานอาหารประเภทปลา
ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมอยู่ในขณะนี้

Value Added ได้แก่ แกงเขียวหวานทูน่า แกงมัสมั่นทูน่า สเต็กทูน่า ทูน่าผัดซีเม่า เป็นต้น
ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้จะเป็นการนำทูน่ามาดัดแปลงให้อยู่ในรูปของเมนูอาหารประจำวัน ทำให้
ผู้บริโภคได้รับความสะดวกและมีรสชาติที่หลากหลายมากขึ้น

Daily Tuna ได้แก่ ทูน่ามายองเนสที่ใช้ทากับขนมปัง ทูน่าสเปรดพร้อมแคร็กเกอร์ และทู
น่าสแน็คคิทพร้อมโฮลวีทแคร็กเกอร์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำให้เกิดความถี่ในการบริโภค
มากกว่าการบริโภคเพียงมื้อใดมื้อหนึ่งในอาหารประจำวัน โดยสามารถรับประทานเป็นอาหารว่าง
ได้

จากลักษณะของผลิตภัณฑ์ทูน่ากระป๋องข้างต้นสามารถแบ่งรูปแบบของภาชนะบรรจุเนื้อทูน่าได้เป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ กระป๋องโลหะซึ่งเป็นรูปแบบเดิมที่มีการใช้มาตลอด แต่ด้วยการคิดค้นพัฒนาการผลิตภาชนะบรรจุที่มีอย่างต่อเนื่องเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบัน ทำให้รีทอร์ตแพจ์ จึงเป็นภาชนะบรรจุทางเลือกในการบรรจุเนื้อทูน่ามากขึ้น และหลายประเทศมีความนิยมบริโภคทูน่าลักษณะแบบมากขึ้นเช่นกัน เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นประเทศที่มีการนำเข้าทูน่ากระป๋องจากประเทศไทยเป็นอันดับ 1 และมีการนำเข้าทูน่าในรีทอร์ตแพจ์จากประเทศไทยเป็นอันดับ 1 เช่นกันและคาดว่าจะมีปริมาณนำเข้ามากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังตารางที่ 2 และ 3 และแสดงปริมาณการนำเข้าทูน่ากระป๋องในประเทศสหรัฐอเมริกาปี 2001-2006 และทูน่าในรีทอร์ตแพจ์ ปี 2002 -2006

ตารางที่ 2 การนำเข้าทูน่ากระป๋องประเทศสหรัฐอเมริกาปี 2001-2006 (หน่วย: พันตัน)

ประเทศ	2001	2002	2003	2004	2005	2006
ไทย	64.0	68.5	79.9	71.8	77.4	74.3
ฟิลิปปินส์	28.2	34.2	38.4	43.3	43.8	35.2
เอกวาดอร์	14.	23.6	23.4	24.7	15.5	4.4
อินโดนีเซีย	15.2	14.2	16.9	17.0	18.0	16.4
จีน	-	-	0.6	0.7	1.0	5.5
เม็กซิโก	-	-	1.2	1.7	2.5	2.5
เวียดนาม	-	-	2.9	6.5	8.4	12
อื่นๆ	-	-	3.2	3.1	2.4	2.2
ทั้งหมด	-	-	167.5	168.8	169	152.5

ที่มา: Josupeit (2007)

การนำเข้าทูน่ากระป๋องมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นในแต่ละปี แต่พบว่าในปี 2006 มีปริมาณการนำเข้าลดลงเนื่องจากปัญหาด้านวัตถุดิบมีปริมาณสูง ประเทศสหรัฐอเมริกามีการนำเข้าลดลงร้อยละ 6 เมื่อเปรียบเทียบกับจากปี 2005 (ศูนย์วิจัยนครหลวงไทย, 2550) โดยปริมาณการนำเข้าทูน่าในรีทอร์ตแพจ์ คิดเป็นปริมาณร้อยละ 20 ของการนำเข้าทูน่ากระป๋อง ปัจจุบันรูปแบบของผลิตภัณฑ์ทูน่าที่เป็นที่นิยมบริโภคในประเทศสหรัฐอเมริกา คือ ทูน่าก้อนและทูน่าชิ้นบรรจุถุง (Tuna Chunks And Flakes in Pouches) เนื่องจากความสะดวกในการบริโภคแม้ว่าราคาจะสูงกว่าผลิตภัณฑ์ทูน่าบรรจุกระป๋อง ตลาดส่งออกผลิตภัณฑ์ทูน่าบรรจุรีทอร์ตแพจ์ในสหรัฐอเมริกาที่สำคัญ คือ เอกวาดอร์และ

ไทย อย่างไรก็ตามไทยเริ่มจะมีปริมาณการนำเข้าทูน่าบรรจุรีทอร์ตแพชมากกว่าเอกวาดอร์ในปี 2004 (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2550) ดังข้อมูลในตารางที่ 3 และจนถึงปัจจุบันประเทศไทยยังคงมีการนำเข้าทูน่าบรรจุรีทอร์ตแพชเป็นอันดับหนึ่งของสหรัฐอเมริกา

ตารางที่ 3 การนำเข้าทูน่าบรรจุรีทอร์ตแพชประเทศสหรัฐอเมริกาปี 2002 -2006 (หน่วย พันตัน)

ประเทศ	2002	2003	2004	2005	2006
ไทย	3.9	16.1	19.2	19.7	18.6
เอกวาดอร์	12.5	21.3	10.9	13.6	15.6
อื่นๆ	2.3	3.3	2.2	2.7	5.8

ที่มา: Josupeit (2007)

2. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับภาชนะบรรจุประเภทกระป๋องโลหะและรีทอร์ตแพช

อุตสาหกรรมต่อเนื่องหลักประเภทหนึ่งในอุตสาหกรรมทูน่า คือ อุตสาหกรรมการผลิตภาชนะบรรจุ ดังนั้นปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์ทูน่าในตลาดโลกนำไปสู่การเจริญเติบโต อุตสาหกรรมทูน่ากระป๋องจะส่งผลให้อุตสาหกรรมผลิตภาชนะบรรจุมีการเจริญเติบโตเช่นกัน

2.1 กระป๋องโลหะ

กระป๋องโลหะที่ใช้ในการบรรจุอาหาร ต้องผลิตจากเหล็กกล้า (Steel) ที่มีสิ่งเจือปนต่ำ เพื่อไม่ให้เกิดการปนเปื้อนในอาหาร เช่น มีคาร์บอนประมาณร้อยละ 0.13 แมงกานีสประมาณร้อยละ 0.6 ซิลิคอนประมาณร้อยละ 0.02 เป็นต้น (งามทิพย์, 2550) แผ่นเหล็กกล้าที่ใช้ผลิตกระป๋องจะเคลือบด้วยสารบางประเภท เช่น สารดีบุก และสารโครเมียมในรูปโครเมียมออกไซด์ เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างเหล็กและอาหาร

โลหะที่ใช้นำมาผลิตกระป๋องสามารถแบ่งประเภทตามสารที่ใช้เคลือบ ดังนี้

1. แผ่นเหล็กเคลือบดีบุก (Tin plate) เป็นแผ่นเหล็กดำที่นำมาเคลือบผิวหน้าด้วยดีบุกที่มีความบริสุทธิ์ถึงร้อยละ 99.75 (ดำรงศักดิ์ และ ก่อเกียรติ, 2542) เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและทนทานต่อการกัดกร่อนไม่เป็นพิษต่อการใช้บรรจุอาหาร

2. แผ่นเหล็กชุบโครเมียมแบบอิเล็กโทรไลต์ เรียกว่า Electrolytic Chromium-coated Steel (ECCS) แต่นิยมเรียกว่า Tin Free Steel หรือ TFS หรือแผ่นเหล็กไร้ดีบุก เป็นแผ่นเหล็กที่นำมาชุบผิวด้วยโครเมียมและออกไซด์โครเมียมเพื่อเพิ่มความทนทานต่อการกัดกร่อนและการเกาะติดของแล็กเกอร์ และลดต้นทุนการผลิต เหล็กชนิดนี้มีคุณภาพการเคลือบของโครเมียมออกไซด์บนแผ่นเหล็กดีมากจึงมีความหนาของการเคลือบเพียง 0.02 ไมครอน (งามทิพย์, 2547)

อะลูมิเนียมที่พบในธรรมชาติจะปะปนกับธาตุอื่นๆ เช่น ไครโอไลต์ คอรัันดัม แต่จะพบมากในสินแร่บอกไซต์ (Bauxite) กระบวนการอะลูมิเนียมออกจากสินแร่บอกไซต์มี 2 ขั้นตอน คือ การใช้สารเคมีแยกเพื่อแยกอะลูมิเนียมออกไซด์ออกมา และแยกอะลูมิเนียมออกจากออกซิเจนโดยใช้ไฟฟ้า จากนั้นนำไปหล่อเป็นแท่งและเจือโลหะผสมกับสารอื่น (Alloying element) เพื่อให้มีสมบัติด้านความแข็งแรง ทนทานการกัดกร่อนสูง ข้อดีของอะลูมิเนียม คือ น้ำหนักเบา แว่ววและทนทานต่อการกัดกร่อน

ประเภทของกระป๋องโลหะที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ได้แก่

1. กระป๋องชนิด 3 ชิ้น (Three-piece can) ประกอบด้วยตัวกระป๋อง ฝาบน และฝาล่าง ตัวกระป๋องนิยมผลิตจากแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก หรือ TFS และฝากระป๋องอาจผลิตจากแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก หรือ TFS แต่ปัจจุบันนิยมใช้ TFS มากกว่าเนื่องจากความแข็งแรงและความทนทานที่สูงกว่าเนื่องจากใช้แผ่นเหล็กน้อยกว่าน้ำหนักจึงเบาและราคาถูกกว่า ช่วยลดปัญหาการซึมและแตกตามรอยตะเข็บกระป๋อง และบางครั้งอาจผลิตฝาจากอะลูมิเนียมสำหรับฝาประเภทนี้ห้วงดึงเปิดได้ง่าย (Easy-open end) ซึ่งฝานี้ได้รับความนิยมในปัจจุบันเนื่องจากมีความสะดวกต่อผู้บริโภค วิธีการขึ้นรูปตัวกระป๋อง สามารถทำได้ 3 วิธี เช่น การบัดกรี ซึ่งใช้สำหรับการขึ้นรูปตัวกระป๋องจากแผ่นเหล็กดีบุกเท่านั้น วิธีการเชื่อม ซึ่งใช้ได้ทั้งแผ่นเหล็กชุบดีบุกและ TFS และการเชื่อมด้วยวัตถุประสาน ซึ่งใช้กับแผ่นเหล็กชุบดีบุก อะลูมิเนียม TFS และวัสดุประกอบ โดยมีตัวประสานที่นิยมใช้ คือ ไนลอน (งามทิพย์, 2550)

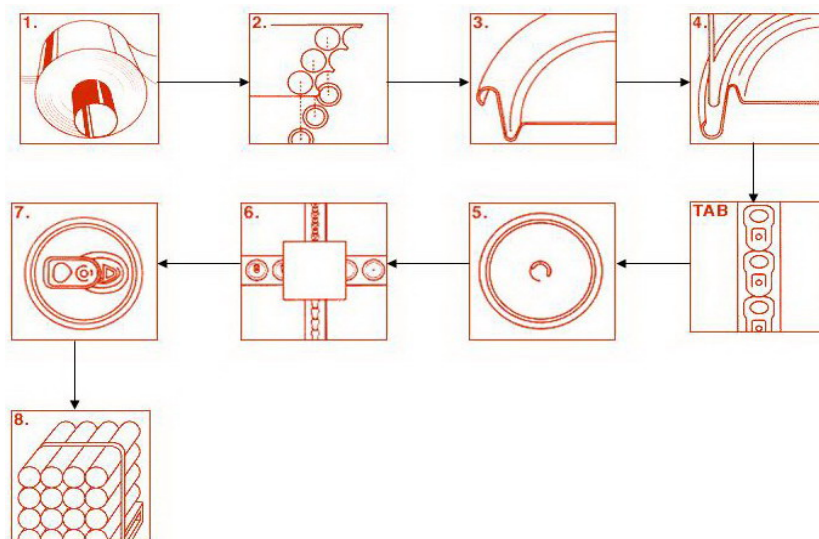
2. กระป๋องชนิด 2 ชิ้น (Two-piece can) ประกอบด้วยตัวกระป๋องกับฝา 1 ชิ้น ซึ่งตัวกระป๋องจะไม่มีตะเข็บด้านข้าง และก้นกระป๋องจะเป็นชิ้นเดียวกับกระป๋อง ผลิตจากอะลูมิเนียมเป็นหลัก แต่หากเป็นกระป๋องทรงตันจะสามารถผลิตจากแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก หรือ TFS ส่วนฝาอาจใช้วัสดุชนิดเดียวกันหรือต่างกับตัวกระป๋องก็ได้ หรือบางครั้งอาจใช้ฝาจากอะลูมิเนียมสำหรับฝามีห่วงดึงเปิดได้ง่าย ตัวกระป๋องมีการขึ้นรูปหลายวิธี เช่น วิธีการดึงรีดแบบตื้น (Shallow draw) ซึ่งนิยมผลิตสำหรับกระป๋องที่มีความสูงน้อยกว่าเส้นผ่านศูนย์กลาง กระป๋องชนิดนี้นิยมใช้บรรจุผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น ปลาทูน่า กระป๋องชนิดนี้จะไม่มีปัญหาการแตกร้าวหรือซึมตามรอยตะเข็บ และป้องกันการเสื่อมสภาพของอาหารที่บรรจุอันเกิดจากรอยตะเข็บได้ดี



ภาพที่ 1 กระป๋องชนิด 2 ชิ้น แบบฝามีห่วงดึงเปิดได้ง่าย (Easy -open end)

การผลิตกระป๋องชนิด 2 ชิ้น และ 3 ชิ้น เริ่มจากการนำม้วนแผ่นเหล็กม้วนมาตัดให้มีขนาดต่างๆ ตามความต้องการ แล้วนำแผ่นเหล็กที่ได้มาเคลือบด้วยแลคเกอร์ที่อุณหภูมิประมาณ 105-202 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดแลคเกอร์และความหนาที่เคลือบ การเคลือบจะเคลือบทั้งผิวด้านในและผิวด้านนอกของกระป๋อง จากนั้นพิมพ์สีตามแบบที่ลูกค้าต้องการและนำแผ่นเหล็กไปปั๊มขึ้นรูปตัวกระป๋องและฝากระป๋อง ในกรณีที่จะผลิตกระป๋องชนิด 2 ส่วนจะนำแผ่นเหล็กที่ได้ไปผ่านการปั๊มขึ้นรูปออกมาเป็นตัวกระป๋อง ตัดขอบที่เป็นส่วนเกินออกแล้วนำส่งพร้อมฝากระป๋อง ซึ่งแล้วแต่ชนิดของฝา ซึ่งขั้นตอนการผลิตฝากระป๋องชนิดฝามีห่วงดึงเปิดได้ง่าย แสดงดังภาพที่ 2 โดยมีขั้นตอนเช่นเดียวกับการผลิตตัวกระป๋องโดยเริ่มจากการนำเหล็กม้วนมาตัดเป็นแผ่นเหล็ก ปั๊มฝากระป๋องตามขนาดที่ต้องการ พร้อมทั้งปั๊มห่วงดึง จากนั้นติดห่วงดึงกับฝา ก็จะได้ฝากระป๋องพร้อมหูดึง แล้วส่งลูกค้าพร้อมทั้ง 2 ชิ้นส่วน

กระป๋องโลหะที่นำมาใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารจะมีการเคลือบแลกเกอร์เสมอ การเคลือบแบ่งได้เป็น การเคลือบด้านในและด้านนอก การเคลือบแลกเกอร์ด้านในเพื่อป้องกันการเกิด ปฏิกิริยาเคมีระหว่างอาหารกับโลหะ ป้องกันกลิ่นโลหะปนเปื้อนอาหาร ช่วยให้อาหารออกจากกระป๋องได้ง่ายขึ้น แลกเกอร์ที่ใช้จะต้องเป็นชนิดที่สัมผัสอาหารได้ ปลอดภัยต่อผู้บริโภคและเหมาะสมกับคุณสมบัติอาหารนั้นๆ เช่น อาหารที่มีค่ากรดสูง อาหารทะเล จะต้องใช้แลกเกอร์ที่ทนต่อค่ากรด ถ้าอาหารที่มีฤทธิ์ความเป็นกรด เช่น ผลไม้ต้อง ต้องใช้แลกเกอร์ชนิดที่ทนกรด ส่วนการเคลือบแลกเกอร์ภายนอกกระป๋องจะช่วยป้องกันสนิมและช่วยให้การพิมพ์ภาพบนกระป๋องมีความสะดวกและภาพที่ได้มีความสวยงามมากขึ้น



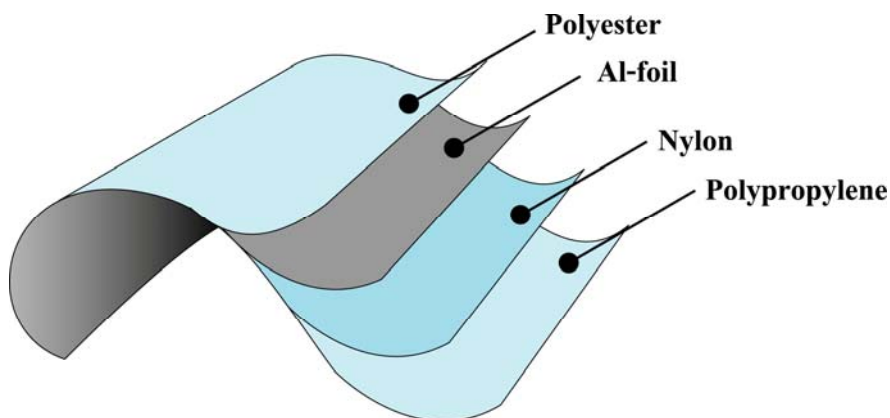
ภาพที่ 2 ขั้นตอนการผลิตฟามีห้วงดิงเปิดได้ง่าย

2.2 รีทอร์ตแพช

รีทอร์ตแพช เป็นวัสดุภาชนะบรรจุชนิดอ่อนตัว (Flexible package) ประเภทหลายชั้น (Multilayer) โครงสร้างของวัสดุหลายชั้นนี้แตกต่างกันออกไปตามชนิดของผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งอาจประกอบด้วยฟิล์มพอลิเอสเตอร์ ฟิล์มไนลอน แผ่นเปลาอะลูมิเนียม และฟิล์มพอลิพรอพิลีน ผลิตภัณฑ์อาหารที่บรรจุในรีทอร์ตแพชมีอายุการเก็บตั้งแต่ 3 เดือน ถึง 2 ปี

รีทอร์ตแพชเป็นภาชนะบรรจุที่ประกอบด้วยวัสดุ 4 ชั้นอัดติดกัน ชั้นนอกสุดมักเป็นพลาสติกชนิดพอลิเอสเตอร์มีความหนาประมาณ 12 ไมครอน มีสมบัติแข็งแรง ทนทาน ด้านทาน

แรงกระแทกได้ดี ทนต่ออุณหภูมิสูงมีความเหนียว ไม่ฉีกขาดง่าย และสามารถพิมพ์ข้อความและภาพได้โดยไม่หลุด ชั้นที่ 2 เป็นชั้นแผ่นเปลวอะลูมิเนียม มีความหนาประมาณ 7-9 ไมครอน ชั้นนี้มีสมบัติป้องกันแสง อากาศหรือจุลินทรีย์และกลิ่นได้ดี และเป็นตัวนำความร้อนที่ดีเพราะมีพื้นที่ผิวมากกว่ากระป๋อง ทำให้ใช้ความร้อนในขณะแปรรูปน้อยกว่าชั้นที่ 3 เป็นพลาสติกชนิดไนลอน มีความหนาประมาณ 15-25 ไมครอน มีสมบัติป้องกันการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดี แต่ป้องกันไอน้ำได้ปานกลาง ชั้นที่ 4 เป็นพลาสติกชนิดชนิดพอลิพรอพิลีน เป็นชั้นที่อยู่ใตสุด มีความหนา 70-100 ไมครอน มีสมบัติป้องกันการรั่วซึม มีความแข็งแรงและยืดหยุ่นสูง สามารถปิดผนึกได้ดี โครงสร้างของวัสดุรีทอร์ตแพช ดังแสดงในภาพที่ 3 และเนื่องจากต้องสัมผัสอาหารจึงไม่ควรทำปฏิกิริยากับอาหาร บางครั้งจะเห็นรีทอร์ตแพชมีลักษณะใส (Foil-free pouch) เนื่องจากการใช้พลาสติกชนิดอื่นแทนแผ่นเปลวอะลูมิเนียมซึ่งมีสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนได้ดี และระหว่างชั้นจะมีกาวทำหน้าที่เป็นตัวยึดให้วัสดุแต่ละชั้นติดกัน (กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2546)



ภาพที่ 3 โครงสร้างวัสดุรีทอร์ตแพช

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาข้อดีจากการใช้ถุงรีทอร์ตแพช ด้านการใช้งาน พบว่าช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการเนื่องจากการใช้เวลาในการฆ่าเชื้อน้อย ช่วยเพิ่มคุณภาพทางประสาทสัมผัส สามารถพิมพ์ภาพและข้อความบนถุง และดึงดูดใจผู้บริโภค ใช้งานง่าย และไม่มีอันตรายจากการเปิดเพื่อบริโภค

ด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจากรีทอร์ตแพชใช้ปริมาณวัตถุดิบในการผลิตน้อยจึงช่วยเป็นการประหยัดทรัพยากรธรรมชาติ (งามทิพย์, 2547) ความหนาน้อยกว่ากระป๋องโลหะที่มีความจุเท่ากัน ดังนั้นจึงช่วยลดเวลาในการฆ่าเชื้อได้ จึงเป็นการช่วยประหยัดพลังงาน ปลอดภัยจากโลหะหนักและ

ปัญหาการกัดกร่อนสารเคลือบบนกระป๋องโลหะ และเนื่องจากรีทอร์ตเพาซมีน้ำหนักเบา ดังนั้นจึงใช้เนื้อที่ในการเก็บน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับกระป๋องโลหะเปล่า เช่น พื้นที่รampung ขนาด 45 ฟุต จะบรรจุกระป๋องขนาด 8 ออนซ์ ได้ 200,000 กระป๋อง แต่บรรจุรีทอร์ตเพาซได้ 2.3 ล้านใบ (กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2546) จึงสามารถขนส่งได้มากขึ้นในแต่ละครั้ง

แต่อย่างไรข้อเสียของรีทอร์ตเพาซเมื่อเปรียบเทียบกับกระป๋องโลหะพบว่า มีกำลังในการผลิตโดยรวมต่ำ โดยเฉพาะเครื่องปิดผนึกที่ทำงานได้ 50-60 ถุงต่อนาที ในขณะที่เครื่องบรรจุและปิดกระป๋องโลหะสามารถทำงานได้ถึง 600-800 กระป๋องต่อนาที (งามทิพย์, 2547) ในขั้นตอนนี้อาจทำให้มีการใช้พลังงานสูง การเรียงถุงใส่ตะแกรงเพื่อนำไปฆ่าเชื้ออาจทำให้เกิดความสูญเสียได้ง่ายกว่า เนื่องจากรีทอร์ตเพาซแตกง่ายกว่า การใช้เทคโนโลยีในการฆ่าเชื้อพบว่ายากกว่าในการที่จะสามารถควบคุมสภาวะในการฆ่าเชื้อได้ตามต้องการจึงมีต้นทุนสูงกว่าด้วย รวมถึงการขนส่งต้องหาวีสดุอื่นมาห่อหุ้มตัวรีทอร์ตเพาซอีกครั้งเพราะรีทอร์ตเพาซมีความบางจึงอาจทำให้เกิดการฉีกขาดและทะลุได้ง่าย

3. ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมจากภาชนะบรรจุโลหะ และพลาสติก

จากการทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมจากภาชนะบรรจุพบว่า มีประเด็นสำคัญ เช่น ใช้พลังงานที่ใช้ในการผลิตวัสดุภาชนะบรรจุ การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และการก่อให้เกิดขยะมูลฝอยหลังการใช้งาน การจัดการของเสียให้เหมาะสม ตลอดจนกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับภาชนะบรรจุ โดยรายละเอียดในประเด็นสิ่งแวดล้อมต่างๆ แสดงดังนี้

3.1 เหล็กและอะลูมิเนียม

เหล็กเป็นชนิดโลหะที่มีการนำมาใช้ในการบรรจุอาหารเป็นหลักและทั่วโลกมีการใช้ภาชนะบรรจุเหล็ก 24 ล้านตัน และพบว่ามีปริมาณการใช้เพิ่มมากขึ้น ในปัจจุบันโดยเหล็กประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ยังคงผลิตจากสินแร่บริสุทธิ์ (Lopoez-Delgado, et al, 2003) เพื่อนำมาใช้ผลิตภาชนะบรรจุโลหะที่ต้องมีการสัมผัสอาหารดังนั้นจึงต้องการวัสดุที่มีความบริสุทธิ์สูงเพื่อป้องกันการปนเปื้อนโลหะ

การผลิตเหล็กนั้นสกัดได้จากสินแร่เหล็กที่สามารถพบได้โดยทั่วไป แต่ส่วนใหญ่สินแร่เหล็กจะอยู่ร่วมกับออกซิเจน คาร์บอนหรือซิลิเฟอรัส กระบวนการผลิตเหล็กสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ การใช้ก๊าซเผาถ่านหินและการใช้เตาไฟฟ้า ซึ่งในวิธีแรกมีการใช้ถ่านหินและสินแร่เหล็ก ส่วนวิธีหลังเป็นการใช้เศษเหล็กและพลังงานไฟฟ้าในการผลิต ขั้นตอนการผลิตหลักแสดงดังภาพที่ 4 ได้ดังนี้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2544)

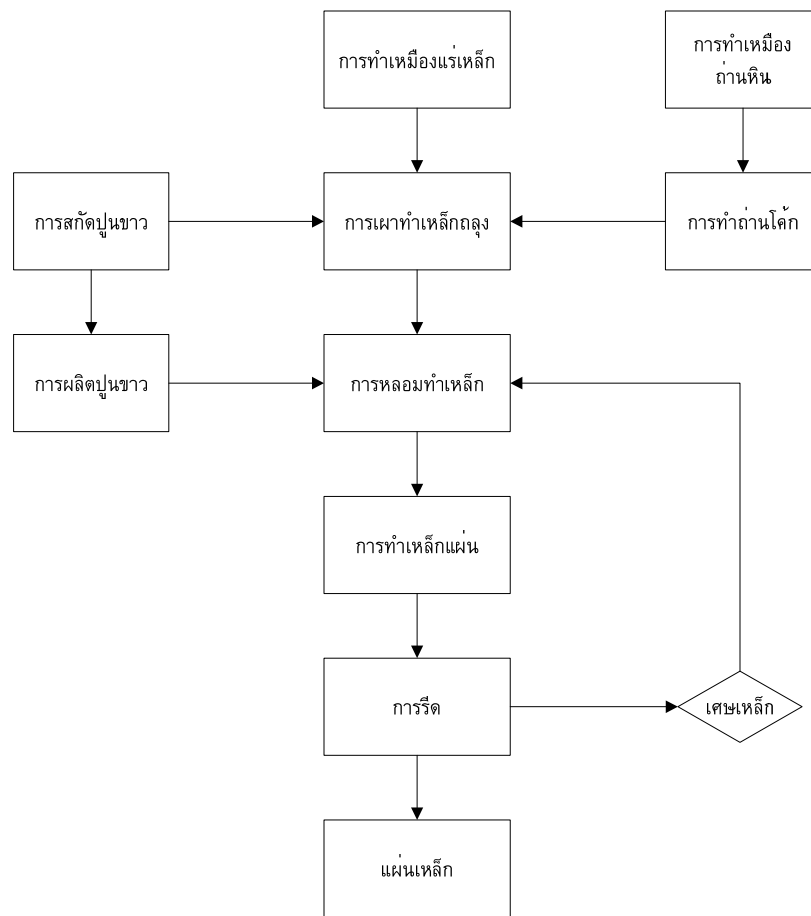
กระบวนการผลิตเริ่มจากการทำเหมืองแร่เหล็กซึ่งได้สินแร่เหล็กออกมา จากนั้นบด ร่อน และแยกส่วนที่ไม่มีแร่เหล็กออก แล้วนำไปผสมกับปูนขาวเพื่อหลอมรวมให้เป็นเม็ดขนาดใหญ่ขึ้น

การเหล็กถลุงโดยเผาเม็ดแร่เหล็กรวมกับถ่านโค้กในเตาถลุงโดยให้สารคาร์บอนในถ่านทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในเหล็ก โดยเหล็กถลุงจะเป็นวัตถุดิบในขั้นพื้นฐานในการผลิตผลิตภัณฑ์เหล็กแผ่นทุกชนิดและสามารถใช้แทนกันได้

การหลอมทำเหล็ก โดยนำเหล็กถลุงไปหลอมละลายเป็นน้ำเหล็กด้วยสารอัลลอยด์ น้ำเหล็กที่ปรุงเสร็จสามารถผลิตเป็นเหล็กแท่งแบนเพื่อทำการรีดผลิตเป็นเหล็กแผ่นได้ตามต้องการ

ประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล การใช้พลังงานและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอุตสาหกรรมการผลิตเหล็กในประเทศญี่ปุ่นพบว่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 160 เมกะตัน หรือประมาณร้อยละ 14 ของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด และร้อยละ 90 นั้นมาจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล จึงทำให้อุตสาหกรรมเหล็กเป็นอุตสาหกรรมสำคัญชนิดหนึ่งที่ก่อให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนได ออกไซด์ การทำเหมืองแร่เหล็กจนถึงการทำเหล็กแผ่นโดยตรงในประเทศจีน พบว่าในช่วงการนำผงเหล็กมาเผาทำเหล็กถลุงจะใช้พลังงานมากที่สุดประมาณร้อยละ 58.9 ส่วนกระบวนการที่ปล่อยมลสารทางอากาศมากที่สุดคือการรีดร้อยละ 32.64 (Jincheng *et al.*,1998)



ภาพที่ 4 กระบวนการผลิตแผ่นเหล็ก

นอกจากนี้มีการสนับสนุนให้มีการใช้เชื้อเพลิงทางเลือกที่จะช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยลง เช่น การใช้ก๊าซธรรมชาติ หรือ การใช้ถ่านไม้แทนที่ใช้ถ่านโค้กในการผลิตเหล็ก (Iosif, 2008) หรือลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยการรีไซเคิลเหล็กกลับมาใช้ใหม่ซึ่งช่วยลดการผลิตเหล็กขั้นต้น โดยเฉพาะในขั้นตอนการทำเหล็กถลุง ช่วยลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติสินแร่เหล็ก ทรัพยากรพลังงานและลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้

การนำกลับมาใช้ใหม่ของภาชนะบรรจุโลหะจากมูลฝอยนับว่ามีบทบาทสำคัญในการรีไซเคิลเศษเหล็ก ปริมาณการรีไซเคิลเศษเหล็กในปี 2003 ของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปมีมากกว่า 2.1 ล้านตัน หรือคิดเป็นสัดส่วนการรีไซเคิลเหล็กถึงร้อยละ 61 ของการผลิตเหล็กที่ใช้ผลิตภาชนะบรรจุ (Tayibi *et al.*, 2006) ซึ่งนับว่ากลุ่มสหภาพยุโรปมีอัตราการรีไซเคิลสูงกว่าที่กำหนดไว้ในกฎระเบียบ the European Directive on packaging and packaging waste สำหรับปี 2008

เหล็กที่ใช้สำหรับผลิตภาชนะบรรจุเป็นเหล็กที่มีคุณภาพสูงเนื่องจากเป็นเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนต่ำ ดังนั้นจึงถือได้ว่าของเสียจากภายหลังการใช้งานภาชนะบรรจุโลหะจึงเป็นเศษเหล็กที่มีคุณภาพเช่นเดียวกัน (Tayibi *et al.*, 2006) การรีไซเคิลเหล็กเป็นการลดการใช้วัตถุดิบและพลังงานเมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตเหล็กจากสินแร่ การรีไซเคิลเหล็ก 1 กิโลกรัม ช่วยลดการใช้สินแร่เหล็ก 1.5 ตัน ลดการใช้ถ่านหิน 0.5 ตัน ลดปริมาณการใช้น้ำร้อยละ 40 ลดการใช้พลังงานถึงร้อยละ 75 และลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถึงร้อยละ 80 จากการผลิตเหล็กจากสินแร่บริสุทธิ์ (Defra, 2006) ดังนั้นเศษเหล็กจึงนับเป็นวัตถุดิบที่มีมูลค่าเนื่องจากการใช้พลังงานในการผลิตเหล็กจากสินแร่ นอกจากนี้ภาชนะบรรจุเหล็กสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้เนื่องจากคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กทำให้สะดวกต่อการแยกจากของเสียรวมอื่น

อะลูมิเนียมเป็นธาตุที่มีมากที่สุดในโลกชนิดหนึ่ง มักอยู่ร่วมกับธาตุอื่นๆ และไม่อยู่ในรูปโลหะ ดังนั้นจึงต้องมีการนำอะลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) ที่อยู่ในสินแร่บอกไซต์ (Bauxite) มาขจัดออกไซด์ด้วยการนำไฟฟ้าก่อน เนื่องจากสินแร่บอกไซต์มีปริมาณอะลูมิเนียมถึงร้อยละ 60 (พัชตรา, 2547) การผลิตอะลูมิเนียมแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอนหลัก คือ

การทำเหมืองแร่บอกไซต์ เนื่องจากแร่บอกไซต์ส่วนใหญ่อยู่ใกล้ผิวโลก ดังนั้นการทำเหมืองจึงทำในพื้นที่เปิดจึงทำให้เกิดฝุ่นขึ้น จากนั้นนำสินแร่เหล็กไปบด ล้าง และร่อนเพื่อขจัดแร่ดินเหนียวและสิ่งสกปรกอื่นๆ ออกไป แล้วนำไปอบให้แห้ง

การผลิตอะลูมินา กระบวนการสกัดอะลูมินา จากสินแร่บอกไซต์ ทำได้โดยขจัดสิ่งปนเปื้อนด้วยปูนขาวและโซเดียมไฮดรอกไซด์ เพื่อให้อะลูมินาละลาย แล้วนำไปกรอง ตกผลึกแยกอะลูมิเนียมไนเตรต และ

การผลิตอะลูมิเนียม โดยใช้การนำไฟฟ้าเปลี่ยนอะลูมินาเป็นอะลูมิเนียมและออกซิเจน สำหรับประเทศไทยยังไม่มีการทำเหมืองแร่บอกไซต์ ผู้ผลิตภาชนะบรรจุจะนำเข้าแผ่นอะลูมิเนียมจากต่างประเทศ หรือ ใช้ก้อนอะลูมิเนียมมาเป็นวัสดุเริ่มต้นการผลิต

การผลิตแผ่นอะลูมิเนียม เริ่มจากการหลอมก้อนเหล็กอะลูมิเนียมบริสุทธิ์ผสมกับเหล็กอัลลอยด์ และเศษอะลูมิเนียมที่อุณหภูมิประมาณ 700 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปหล่อเป็นแท่ง เเจียวให้เรียบ อบให้เนื้อของอะลูมิเนียมแตกตัวอย่างสม่ำเสมอ แล้วทำให้อะลูมิเนียมร้อนขึ้นเพื่อให้ขึ้นรูปได้ง่าย ที่อุณหภูมิประมาณ 400 – 500 องศาเซลเซียส แล้วนำไปอัดรีดแบบร้อนหรือเย็น และ

นำไปอบอีกครั้งเพื่อลดความเครียดในเนื้ออะลูมิเนียม และตัดตามที่ถูกคำต้องการ จากนั้นนำไปแปรรูปเป็นกระป๋องตามรูปแบบที่ต้องการ

การผลิตแผ่นเปลวอะลูมิเนียม เป็นการนำมวลอะลูมิเนียมที่ผ่านการอัดรีดแบบร้อนได้ความหนาประมาณ 6 มม มารีดเย็นเพื่อลดความหนาลงเรื่อยๆ จนได้ความหนาของแผ่นอะลูมิเนียมประมาณ 0.5 - 0.6 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปอบให้นิ่ม ที่อุณหภูมิประมาณ 350 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-4 ชั่วโมง แล้วนำไปรีดต่อจนมีความหนาประมาณ 10 ไมครอน นำแผ่นอะลูมิเนียม 2 ม้วนที่มีความหนาดังกล่าว มาประกบกัน เข้าเครื่องรีดเพื่อรีดให้มีความหนาน้อยลง จากนั้นนำไปรีดชั้นออกจากกัน และตัดขอบตามที่ถูกคำต้องการ อบอีกครั้งที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส ประมาณ 20 ชั่วโมง จึงได้แผ่นเปลวอะลูมิเนียมที่ต้องการ

ประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม

การผลิตแผ่นเปลวอะลูมิเนียม 1 ตัน จากแท่งอะลูมิเนียม พบว่าใช้พลังงานในการผลิตถึง 189,030 เมกะจูล แต่เมื่อผลิตจากเศษอะลูมิเนียม มีการใช้พลังงานเพียง 8,240 เมกะจูล มีการปลดปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 51,800 กรัม (กรมควบคุมมลพิษ, 2544) และพลังงานการนำกระป๋องอะลูมิเนียมที่ใช้แล้วไปหลอมและผลิตเป็นกระป๋องนั้นจะประหยัดพลังงานได้ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ กล่าวคือพลังงานที่ใช้สำหรับผลิตอะลูมิเนียมเพื่อใช้ทำกระป๋อง 1 ใบ จะ เท่ากับพลังงานที่ใช้แปรรูปกระป๋องใช้แล้วได้ถึง 20 ใบ การที่นำกระป๋องใช้แล้ว มาหลอมผลิตเป็นกระป๋องใหม่ 1 ตัน จะประหยัดแร่บอกไซต์ได้ถึง 5 ตันและพลังงานไฟฟ้า 14,000 กิโลวัตต์ชั่วโมง (Defra, 2006)

3.2 พลาสติก

พลาสติกเป็นสารสังเคราะห์พวกไฮโดรคาร์บอนชนิดหนึ่ง ที่ใช้ผลิตภัณฑ์จากกระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติ ได้แก่ อีเทน โพรเพน และการกลั่นน้ำมัน ได้แก่ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว แนฟทา และน้ำมันดีเซล มาเป็นวัตถุดิบหลัก โดยนำผลิตภัณฑ์เหล่านี้ไปผ่านกระบวนการให้เป็นสารเคมีอินทรีย์ ได้แก่ เอทิลีน พรอพิลีน เบนซีน แต่สารบางตัวต้องนำไปผ่านกระบวนการเคมีอื่นๆ เพิ่มเติมก่อนที่จะใช้เป็นสารตั้งต้น และนำไปผลิตเม็ดพลาสติก ขั้นตอนการผลิตหลักแสดงดังภาพที่ 5

ภายหลังการผลิตสารตั้งต้นแล้ว กระบวนการผลิตพลาสติกสามารถแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอนหลัก คือ การผลิตเม็ดพลาสติก และการผลิตเป็นแผ่นฟิล์ม



ภาพที่ 5 กระบวนการผลิตพลาสติก

การผลิตเม็ดพลาสติก

การผลิตเม็ดพลาสติก เริ่มจากการนำสารตั้งต้นผ่านกระบวนการควบแน่น เพื่อให้ได้พอลิเมอร์ หรือเรซิน จากนั้นเติมสารเติมแต่งต่างๆ รวมทั้งสีที่ต้องมีการใช้ ตามกรรมวิธีผลิตของพลาสติกแต่ละชนิด เพื่อให้เป็นเม็ดพลาสติกแต่ละชนิด และพร้อมที่จะนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ต่อไป เนื่องจากวัสดุที่ใช้ผลิตภาชนะบรรจุพลาสติกมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีสารตั้งต้นแตกต่างกัน เช่น พอลิพรอพิลีน ไนลอน

พลาสติก พอลิพรอพิลีน เป็นพลาสติกที่ไอน้ำผ่านได้น้อย ทนต่อสารไขมันและความร้อนสูง ใช้ทำแผ่นพลาสติก ถุงพลาสติกบรรจุอาหารที่ทนร้อน การผลิตเม็ดพอลิพรอพิลีนต้องผลิตพรอพิลีนก่อน จากนั้นควบแน่นให้โพรพิลีน กลายเป็นพอลิเมอร์

ไนลอน เป็นวัสดุสังเคราะห์มาจากสารประกอบพอลิเอไมด์ ตัวที่สำคัญ ได้แก่ ไนลอน 6 ที่ผลิตจากคาโพลกแทม และไนลอน 6,6 ที่ผลิตจากกรดอะไดปิกและเฮกซะเมทิลีนไดอะมิน การผลิตไนลอน 6 เริ่มจากการนำคาโพลกแทมละลายน้ำปริมาณน้อย แล้วหลอมให้เกิดการควบแน่นกลายเป็นพอลิเมอร์ แล้วตัดเป็นชิ้นเล็กๆแล้วอบให้แห้ง นำเม็ดไนลอนที่แห้งแล้วไปทำเป็นไนลอนฟิล์ม

ประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม

ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมของภาชนะบรรจุพลาสติกที่เกิดขึ้นนั้นพบว่า อยู่ในช่วงภายหลังการใช้งานเป็น เช่น การย่อยสลายของพลาสติก เนื่องจากพลาสติกเป็นวัสดุที่สลายตัวได้ยากไม่ว่าจะเป็นทางกระบวนการทางเคมี กายภาพ หรือชีวภาพ หากไม่มีการจัดการเก็บขยะที่เหมาะสม จะก่อให้เกิดผลกระทบในแง่ของระบบนิเวศวิทยา และเนื่องจากพลาสติกมีน้ำหนักเบา วัสดุฟอยจากพลาสติกจึงมีปริมาณมากและกินเนื้อที่มากเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุฟอยอื่นในน้ำหนักเท่ากัน และจากการที่วัสดุฟอยพลาสติกย่อยสลายได้ยากดังกล่าว ทำให้ประชาชนมีความรู้สึกในแง่ลบว่าภาชนะบรรจุมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าภาชนะอื่นๆ ปัญหาต่อระบบการจัดการขยะพลาสติก โดยทั่วไปการจัดการขยะวัสดุฟอยพลาสติกจะทำโดยวิธีการฝังกลบหรือการเผา สำหรับวิธีการฝังกลบการที่พลาสติกย่อยสลายได้ช้าไม่ได้เป็นปัจจัยสำคัญที่จะไปลดความจุของหลุมฝังกลบลง เพราะว่า กระดาษ ไม้ เศษอาหาร ก็ย่อยสลายได้ช้าเช่นกัน แต่อย่างไรก็ตามสารเติมแต่งที่อยู่ในพลาสติก เช่น สี สารคงสภาพ อาจมีสารประกอบที่เป็นพิษอยู่ เช่น ตะกั่ว แคดเมียม สามารถละลายออกมาได้เมื่อพลาสติกย่อยสลาย สำหรับการจัดการแบบเตาเผาแน่นอนต้องมีการออกแบบเตาเผาแบบพิเศษให้ควบคุมก๊าซพิษที่เกิดจากการเผาอย่างดี ไม่ให้เกิดปัญหาเถ้าที่เกิดจากการเผา วิธีการลดปริมาณวัสดุฟอยพลาสติกที่ใช้ในปัจจุบัน คือ การนำกลับมารีไซเคิลทั้งพลาสติกชนิดเดียวและพลาสติกผสม แต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้มักมีคุณภาพต่ำ กว่าพลาสติกชนิดเดียว ดังนั้นการหมุนเวียนพลาสติกกลับมาใช้ใหม่จึงขึ้นอยู่กับพัฒนาเทคโนโลยีในการแยกพลาสติกให้เป็นชนิดเดียว แต่ปัญหาของพลาสติกที่ทำจากวัสดุหลายชนิดประกบกันซึ่งพบว่าแยกได้ยาก

จากปัญหาของภาชนะบรรจุพลาสติก คือ การกลายเป็นขยะมูลฝอยและต้องนำไปกำจัดและมีปัญหาในการหาแนวทางที่เหมาะสม Molgaard (1995) ศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยการจัดการพลาสติกจากขยะมูลฝอย เปรียบเทียบกระบวนการที่แตกต่างกัน แนวทางที่เลือกใช้ในการศึกษา ดังนี้ การรีไซเคิลโดยแยกโดยตาและการวิเคราะห์ทางเคมี การรีไซเคิลโดยแยกใช้สารจำเพาะ การรีไซเคิลโดยมีการแยก การเผาแบบไพโรไลซิส การเผาแบบได้พลังงานความร้อนกลับคืน จากการศึกษาพบว่า การรีไซเคิลได้พลาสติกโดยแยกใช้สายตามีการใช้พลังงาน 8.9 เมกะจูล และพลังงานในการใช้แยกชนิด 0.15 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ดังนั้นมีการใช้พลังงานทั้งสิ้น 10.4 เมกะจูล มีการใช้น้ำ 0.005 ลูกบาศก์เมตร การรีไซเคิลพลาสติก 1 กิโลกรัมแยกด้วยวิธีสารละลายเคมี มีการใช้น้ำ 7.11 ลูกบาศก์เมตร ก๊าซธรรมชาติ 0.270 ลูกบาศก์เมตร พลังงานไฟฟ้า 0.693 กิโลวัตต์-ชั่วโมง การรีไซเคิลโดยไม่คัดแยกชนิดพลาสติก สมมติฐานการใช้พลังงานและน้ำในการรีไซเคิลเท่ากับ การรีไซเคิลฟิล์มพอลิพรอพิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ มีการใช้น้ำ และพลังงาน 0.005 ลูกบาศก์เมตร และ 8.9 เมกะจูล การเผาแบบไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 787 องศาเซลเซียส มีการใช้พลังงานการเผาพลาสติก 1 กิโลกรัม เท่ากับ 14.5 เมกะจูล การเผาพลาสติกแบบได้ความร้อนกลับคืนพบว่า การเผา 1 กิโลกรัม ผลิต 23.5 เมกะจูล แต่มีการใช้น้ำมันดิบ 0.08 กิโลกรัม ก๊าซธรรมชาติ 0.67 กิโลกรัม และถ่านหิน 0.25 กิโลกรัม และใช้พลังงานไฟฟ้า 0.05 กิโลวัตต์-ชั่วโมง การใช้ก๊าซธรรมชาติมีผลกระทบในกลุ่มการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนต่ำกว่าการเผาไหม้ที่ใช้ถ่านหินและการเผาไหม้ก่อให้เกิดขยะจำนวนมากเนื่องจากการทำเหมืองแร่ถ่านหินก่อให้เกิดเศษขยะแต่สามารถกำจัดโดยการเผา ถ้าหากมีการคัดแยกตามชนิดของพลาสติกก่อนการรีไซเคิลจะเป็นวิธีเดียวที่เป็นส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรซึ่งพบว่าสามารถนำไปผลิตใหม่ได้ แต่หากไม่มีการแยกตามชนิดพลาสติกจะพบว่าการเผาขยะพลาสติกและได้พลังงานกลับคืนเป็นวิธีที่ดีต่อสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร

นอกจากนี้ Beigl and Salhofer (2003) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลกระทบสิ่งแวดล้อมและค่าใช้จ่ายในระบบการจัดการขยะของเสียในวัสดุภาชนะบรรจุต่างๆ โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบการจัดการขยะรีไซเคิลใน 3 แนวทาง ได้แก่ การรีไซเคิลแบบ kerbside (R-KC) bring system (R-BS) และไม่มีการรีไซเคิล (NR) จากการประเมินผลกระทบพบว่า การรีไซเคิลส่งผลดีต่อกลุ่มผลกระทบในการก่อให้เกิดภาวะความเป็นกรดและการใช้พลังงานสุทธิ และเมื่อพิจารณาเฉพาะระบบการรีไซเคิลพบว่าแบบ (R-KC) จะส่งผลกระทบดีกว่าแบบ (R-BS) นอกจากนี้การรีไซเคิลพลาสติกลดผลกระทบในกลุ่มการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน แต่จะช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซที่ก่อให้เกิดภาวะความเป็นกรด ถึงแม้การรีไซเคิลพลาสติกจะส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อมแต่มีค่าใช้จ่ายสูงในการรวบรวมขยะ ส่วนการรีไซเคิลภาชนะบรรจุโลหะส่งผลดีอย่างเด่นชัดใน

กลุ่มผลกระทบการก่อให้เกิดภาวะความเป็นกรดและการใช้พลังงานสุทธิ แต่ในกลุ่มการก่อให้เกิดผลกระทบการก่อให้เกิดโลกร้อนไม่ชัดเจน ส่วนค่าดำเนินการแบบ R-BC น้อยกว่าแบบ R-KC แต่ทุกกลุ่ม K-RC น้อยกว่า การรีไซเคิลภาชนะบรรจุพลาสติกในแนวทาง R-BS R-KC มีค่าการก่อให้เกิดผลกระทบในกลุ่มการก่อให้เกิดโลกร้อนเท่ากับ 2.46 2.48 และ 4.12 kg CO₂ eq. แต่ขณะที่ภาชนะบรรจุ โลหะมีค่าศักยภาพการก่อให้เกิดผลกระทบ -0.12 -0.12 kg CO₂ eq.

4. กฎระเบียบเกี่ยวกับการจัดการเกี่ยวกับภาชนะบรรจุในต่างประเทศ

สหภาพยุโรปมีปริมาณขยะภาชนะบรรจุประมาณร้อยละ 17 ของปริมาณขยะมูลฝอยโดยน้ำหนักและมีสัดส่วนสูงเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุบางชนิด เช่น วัสดุประเภทแก้วมีขยะภาชนะบรรจุร้อยละ 70 วัสดุพลาสติกร้อยละ 60 และสำหรับกระดาษร้อยละ 40 (European Commission, 2001 ; Huang and Ma, 2004) จากปัญหาขยะภาชนะบรรจุที่มากขึ้น กลุ่มประเทศสหภาพยุโรปจึงมีกฎระเบียบที่จัดการปัญหาขยะภาชนะที่เกิดขึ้น เช่น ปี 1994 สหภาพยุโรปได้กำหนด European Directive 94/62/EC on Packaging and Packaging Waste ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อลดผลกระทบจากภาชนะบรรจุและขยะภาชนะบรรจุต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อใช้เป็นแนวทางในลดปริมาณขยะภาชนะภาชนะไปใช้ใหม่ (Recycling) และการฟื้นฟูสภาพกลับไปใช้ใหม่ (Recovery) รวมถึงลดปริมาณ (Reduce) การทิ้งของขยะภาชนะบรรจุให้น้อยที่สุด (European Commission, 2001) กฎระเบียบนี้ครอบคลุมถึงภาชนะบรรจุทุกชนิดที่มีการขายในตลาดยุโรป รวมทั้งของเสียภาชนะบรรจุทุกชนิดที่ใช้และปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรม ร้านค้าจำหน่าย หรือสำนักงาน บ้านเรือน ผู้ที่ต้องมีส่วนรับผิดชอบ คือ ผู้ที่ทำให้เกิดภาชนะบรรจุของสินค้าที่ซื้อขายในตลาด ได้แก่ ผู้ผลิตสินค้า ผู้ค้าปลีก ร้านค้า ผู้ผลิตภาชนะบรรจุ และผู้ผลิตวัสดุสำหรับผลิตภาชนะบรรจุ ประเทศสมาชิกมีแนวทางปฏิบัติ คือ ต้องกำหนดระบบการเรียกคืน หรือ การเก็บรวบรวมภาชนะบรรจุใช้แล้ว ให้เป็นตามเป้าหมาย

นอกจากนี้จากปัญหาที่ขยะมีปริมาณมากจนทำให้สหภาพยุโรปประสบปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ในการฝังกลบขยะลดลง จึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดกฎระเบียบ Landfill Directive 99/31/EC ที่มีแนวทางเพื่อการหลีกเลี่ยงและลดปริมาณผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอันเป็นผลจากการฝังกลบขยะมูลฝอย ซึ่งเป็นผลจากการฝังกลบขยะ ซึ่งมีผลบังคับใช้ทันทีที่ถูกพิมพ์ลงในวารสารและระบุให้ประเทศสมาชิกจะต้องกำหนดแผนแม่บทแห่งชาติ และนำกฎหมายระเบียบและบทบัญญัติเกี่ยวกับการบริหารที่มีความจำเป็นต่อการปฏิบัติตามแนวทางนี้ โดยแบ่งประเภทของหลุมฝังกลบขยะไว้ 3 ประเภท คือ หลุมฝังกลบขยะเป็นพิษ หลุมฝังกลบขยะไม่เป็นพิษ และหลุมฝังกลบขยะ

เฉื่อย และให้ดำเนินการลดปริมาณของเสียที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่จะเข้าสู่หลุมฝังกลบ โดยอาศัยวิธีการต่างๆ เช่น การนำกลับมาใช้ใหม่ การหมัก การผลิตก๊าซชีวภาพ หรือการนำวัสดุหรือพลังงานกลับมาใช้ใหม่ เช่นเดียวกับประเทศไต้หวันที่ประสบปัญหาเกี่ยวกับขยะภาชนะบรรจุภาครัฐจึงได้จัดตั้งกฎหมายเกี่ยวกับภาชนะบรรจุเช่นกัน The Resource Recycling and Reuse Act on 3 July 2002 on packaging materials เพื่อลดการเพิ่มปริมาณของเสียวัสดุภาชนะบรรจุในสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม วัสดุภาชนะบรรจุที่ถูกกำจัดจะเป็นการเพิ่มการใช้ทรัพยากรมากขึ้นและส่งผลผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเช่นกัน

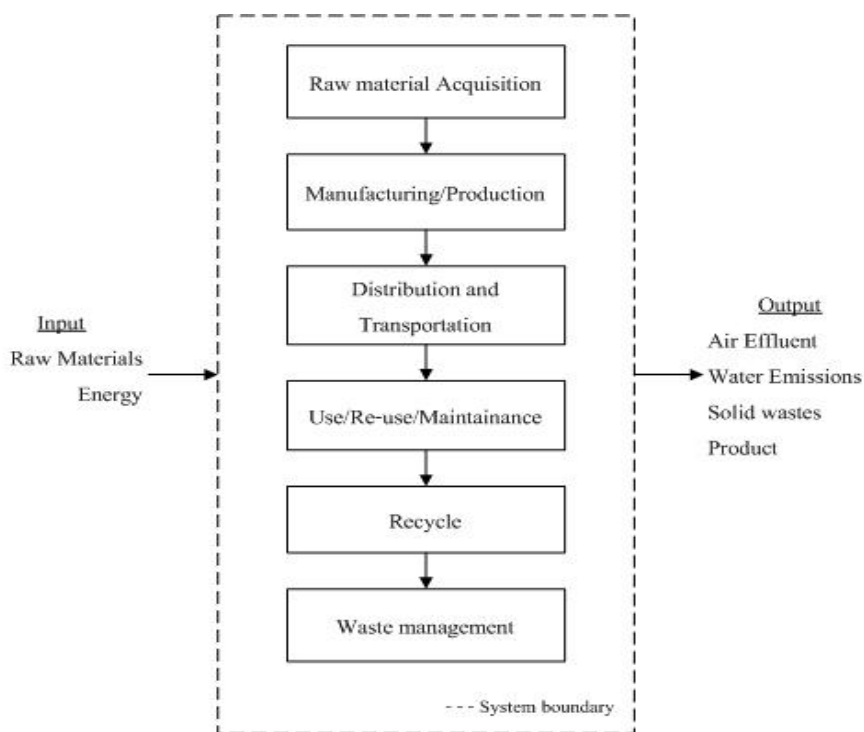
5. การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment)

การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment, LCA) ซึ่งเป็นเครื่องมือในการจัดการสิ่งแวดล้อมที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล โดยมีกรอบอธิบายวิธีการมาตรฐานไว้ในมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม ISO 14040 และ 14044 เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์สิ่งแวดล้อมที่ใช้ในการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นโดยตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การสกัดหรือการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ การขนส่งและการแจกจ่ายผลิตภัณฑ์ การใช้งาน ผลิตภัณฑ์ การใช้ซ้ำ การนำกลับมาใช้ใหม่ และการจัดการซากผลิตภัณฑ์หลังการใช้งาน ตลอดจนการขนส่งในทุกขั้นตอน ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ทำการประเมินได้มาจากการคำนวณผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเนื่องมาจากปริมาณสารขาเข้าและสารขาออก ที่เกี่ยวข้องกับทุกกิจกรรมการผลิตโดยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ในรูปของกลุ่มผลกระทบในระดับท้องถิ่นและระดับโลก ซึ่งค่าผลกระทบเชิงปริมาณที่ได้สามารถบ่งชี้ขนาดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งนำไปใช้ในการจำแนกช่วงวัฏจักรชีวิตขั้นตอนที่ก่อให้เกิดผลกระทบมากที่สุด รวมถึงประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ กลุ่มผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่พิจารณาในการประเมินวัฏจักรชีวิตสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มหลัก คือ การลดลงของทรัพยากร ผลกระทบต่อสุขอนามัยมนุษย์ และผลกระทบต่อระบบนิเวศน์

รายละเอียดโดยย่อของวิธีการประเมินวัฏจักรชีวิต ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม ISO 14040 และ 14044 (ISO 14040, 2006; ISO 14041, 2002) มีดังนี้

5.1 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา

การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา เป็นขั้นตอนสำคัญของการประเมินวัฏจักรชีวิต การกำหนดเป้าหมายเป็นการพิจารณาเหตุผลของการศึกษา การนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้ และคำนึงถึงข้อจำกัดการใช้ผลการศึกษานั้นด้วย และในส่วนของการกำหนดขอบเขตการศึกษา โดยการกำหนดหน่วยหน้าที่ของผลิตภัณฑ์ (Product function) หน่วยหน้าที่การใช้งาน (Functional unit) ซึ่งกำหนดขึ้นเพื่อเป็นพื้นฐานในการวัดหรือเก็บข้อมูลสารขาเข้าขาออกจากระบบ ขอบเขตของระบบ (System boundary) การกำหนดเป้าหมายการศึกษาของระบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการย่อยต่างๆ และแสดงสารขาเข้าสารขาออกที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ตัวอย่างแสดงวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่ การสกัดหรือการได้ซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ การขนส่งและการแจกจ่าย ผลิตภัณฑ์ การใช้งาน การใช้ซ้ำ การรีไซเคิล และการจัดการของเสีย ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 6 ขอบเขตการพิจารณาผลกระทบสิ่งแวดล้อมตามหลักการประเมินวัฏจักรชีวิต

ที่มา: Fava *et al.* (1991)

5.2 การวิเคราะห์บัญชีรายการสิ่งแวดล้อม (Inventory Analysis)

หลังจากการกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษาแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ การจัดทำบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมตามขอบเขตระบบที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนแรก ได้แก่ ปริมาณสารขาเข้า (หมายถึง ทรัพยากร และพลังงานที่ใช้) และสารขาออกจากระบบผลิตภัณฑ์ (หมายถึง ปริมาณผลิตภัณฑ์หลัก ปริมาณผลิตภัณฑ์ร่วม(ถ้ามี) และปริมาณการปลดปล่อยของเสียของมลภาวะต่างๆสู่สิ่งแวดล้อม ทางน้ำ อากาศ และดิน) รวมถึงข้อมูลจากการขนส่ง จากนั้นนำไปวิเคราะห์ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม โดยการคำนวณปริมาณสัมพัทธ์ของสารขาเข้าและสารขาออกจากระบบผลิตภัณฑ์ตามหน่วยหน้าที่การทำงานที่กำหนดข้างต้น การรวบรวมข้อมูลควรบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมกำหนดและระบุหน่วยที่ใช้ในการวัด ชนิดของข้อมูล และการบันทึกข้อมูลควรมีการบันทึกไว้อย่างชัดเจนทั้งในในกรณีที่เป็นข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจริงหรือใช้ระบบฐานข้อมูล ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะใช้ในการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ต่อไป

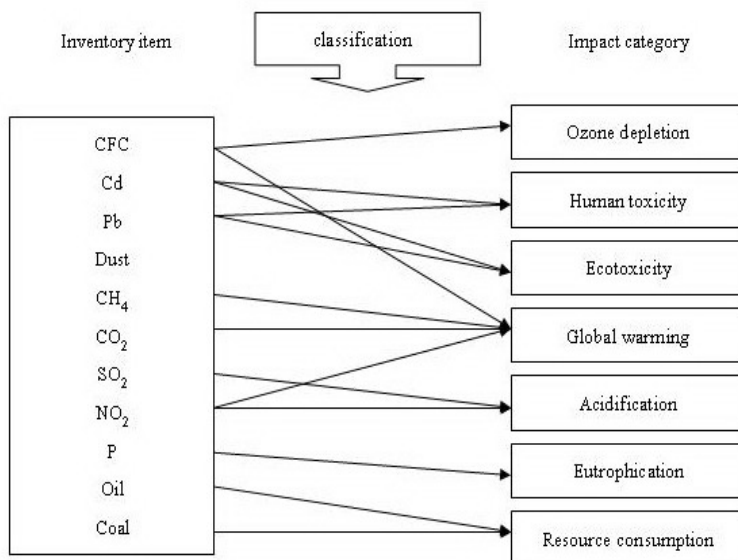
5.2 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment)

หลังจากการวิเคราะห์บัญชีรายการสิ่งแวดล้อมแล้ว นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณให้อยู่ในค่าความสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมีขั้นตอนพื้นฐานที่ต้องดำเนินการ คือ การจำแนกข้อมูลต่างๆให้อยู่ในกลุ่มผลกระทบต่างๆ (Classification) การแปลงข้อมูลดังกล่าวให้อยู่ในค่าความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Characterization) โดยการเทียบค่าความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบนั้นๆ กับสารพื้นฐาน ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้ทั้งหมดเป็นส่วนที่ต้องทำการศึกษา นอกจากนี้มีขั้นตอนทางเลือก (Optional) ได้แก่ การเทียบหน่วย (Normalization) การให้น้ำหนักความสำคัญ (weighting) ที่ผู้ศึกษาจะเลือกทำการศึกษาหรือไม่ก็ได้

รายละเอียดขั้นตอนหลักการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม มีดังนี้

5.2.1 การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม (Classification)

จำแนกข้อมูลสารขาเข้าสารขาออกในบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ให้เข้าอยู่ในกลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อมโดยพิจารณาถึงสารที่เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลกระทบนั้นๆ ดังภาพที่ 4 โดยพิจารณาจากสารขาเข้าและสารขาออกที่เป็นสาเหตุของกลุ่มผลกระทบนั้นๆ



ภาพที่ 7 การจำแนกกลุ่มผลกระทบของบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม

5.2.2 แปลงข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมให้เป็นค่าความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Characterization)

แปลงข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในรูปค่าความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในรูปดัชนีชี้วัดที่ได้จาก การเทียบค่าความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของสารดังกล่าวกับสารอ้างอิงพื้นฐานที่เรียก Characterization factors ที่ได้จากคำนวณจากโมเดลที่อธิบายกลไกทางฟิสิกส์-เคมีและวิถีทางของสารมลพิษในสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัดทางสิ่งแวดล้อมที่เลือกพิจารณาในงานวิจัยนี้ ได้แก่

ศักยภาพการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential : GWP) ซึ่งวัดจากปริมาณก๊าซที่ดูดซับรังสีอินฟราเรดในชั้นบรรยากาศที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน คลอโรฟลูออโรคาร์บอน ไนตรัสออกไซด์ โดยคิดค่าผลกระทบอ้างอิงเทียบกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1 กิโลกรัม (1 kg CO₂ equivalent)

การคำนวณหาขนาดของผลกระทบ นั้นสามารถทำได้โดยการนำข้อมูลปริมาณสารต่างๆที่ได้จากการทำบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมมาคิดเปรียบเทียบกับสารพื้นฐาน (Characterization factor) แล้วจึงสามารถคำนวณขนาดผลกระทบได้

สมการที่ใช้ในการคำนวณศักยภาพการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน

$$GWP = \sum_j GWP_j A_i$$

GWP_j คือ ศักยภาพในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซนั้นๆ เทียบกับ CO₂
(Characterization Factor)

A_i คือ ปริมาณสารที่ได้จากการวิเคราะห์บัญชีรายการสิ่งแวดล้อม

GWP คือ ศักยภาพที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน

ตารางที่ 4 ตัวอย่างการคำนวณดัชนีชี้วัดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกลุ่มผลกระทบการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน

ปริมาณที่ได้จากการวิเคราะห์ บัญชีรายการ	ค่า Characterization Factor (kg Sbeq. /kg)	Global Warming Potential (kg CO ₂ – eq.)
คาร์บอนไดออกไซด์ 21.1 kg	1.00	21.00
มีเทน 0.84 kg	21.00	17.60
ไนตรัสออกไซด์ 0.09 kg	310.00	27.90
ขนาดของผลกระทบทั้งหมด		56.50

ศักยภาพการลดลงของทรัพยากรประเภทที่ไม่สามารถทดแทนได้ (Abiotic Depletion Potential : ADP) คือ การได้มาซึ่งวัตถุดิบประเภทที่ไม่สามารถทดแทนได้ เช่น แร่อะลูมิเนียม เหล็ก ก๊าซธรรมชาติ น้ำมันดิบ โดยการอ้างอิงเทียบกับปริมาณแอนติโมนี 1 กิโลกรัม (1 kg Sb equivalent)

$$ADP = \sum_j ADP_j A_i$$

ADP_j คือ ศักยภาพการลดลงของทรัพยากรนั้นๆ เทียบกับ Sb
(Characterization factor)

A_i คือ ปริมาณสารที่ได้จากการวิเคราะห์บัญชีรายการสิ่งแวดล้อม

ADP คือ ศักยภาพที่ก่อให้เกิดการลดลงของทรัพยากรที่ไม่สามารถทดแทนได้

ตารางที่ 5 ตัวอย่างการคำนวณดัชนีชี้วัดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกลุ่มผลกระทบการลดลงของทรัพยากรประเภทที่ไม่สามารถทดแทนได้

ปริมาณที่ได้จากการวิเคราะห์ บัญชีรายการ	ค่า Characterization Factor (kg Sb eq. /kg)	Abiotic Depletion Potential (kg Sb eq.)
อะลูมิเนียม 32.00 kg	1.00×10^{-8}	3.20×10^{-7}
เหล็ก 150.00 kg	8.43×10^{-8}	1.26×10^{-5}
น้ำมันดิบ 0.15 kg	0.0201	3.02×10^{-3}
ขนาดของผลกระทบทั้งหมด		3.03×10^{-3}

ศักยภาพการก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อมนุษย์ (Human Toxicity Potential : HTP) คือ การสัมผัสกับสารมลพิษทางน้ำ อากาศ และดิน ที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ เช่น สารคลอโรโทลูอิน เบนซีน โดยการอ้างอิงคิดเทียบกับปริมาณสารไดคลอโรเบนซีน 1 กิโลกรัม (1 kg-1,4 – dichlorobenzene equivalent)

$$HTP = \sum_j HTP_j A_i$$

- HTP_j คือ ศักยภาพในการก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อมนุษย์ของสารนั้นๆ เทียบกับ
1,4 – DB (Characterization Factor)
 A_i คือ ปริมาณสารที่ได้จากการวิเคราะห์บัญชีรายการสิ่งแวดล้อม
 HTP คือ ศักยภาพที่ก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อมนุษย์

ตารางที่ 6 ตัวอย่างการคำนวณดัชนีชี้วัดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกลุ่มผลกระทบการก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อมนุษย์

ปริมาณที่ได้จากการวิเคราะห์ บัญชีรายการ		Characterization Factor (kg - 1,4 – DB eq. / kg)	Human Toxicity Potential (kg - 1,4 – DB eq.)
ดีดีที	44.00 kg	110.00	4,840.00
โทลูอีน	545.00 kg	0.33	179.85
เบนซีน	0.78 kg	1,900.00	1,482.00
ขนาดของผลกระทบทั้งหมด			6,501.85

ศักยภาพการก่อให้เกิดภาวะความเป็นกรด (Acidification Potential : ADP) คือ การวัดความเป็นกรดในธรรมชาติ ซึ่งวัดปริมาณสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรไดออกไซด์ แอมโมเนียไฮโดรคลอริก โดยคิดค่าผลกระทบอ้างอิงเทียบกับสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 1 กรัม (1 g SO₂ equivalent)

$$AP = \sum_j AP_j A_i$$

- AP_j คือ ศักยภาพการก่อให้เกิดภาวะความเป็นกรดของสารนั้นๆ เทียบกับ SO₂
(Characterization factor)
 A_i คือ ปริมาณสารที่ได้จากการวิเคราะห์บัญชีรายการสิ่งแวดล้อม
 AP คือ ศักยภาพที่ก่อให้เกิดความเป็นกรด

ตารางที่ 7 ตัวอย่างการคำนวณดัชนีชี้วัดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกลุ่มผลกระทบการก่อให้เกิดภาวะความเป็นกรด

ปริมาณที่ได้จากการวิเคราะห์ บัญชีรายการ	ค่า Characterization Factor (g-SO ₂ eq. / kg)	Acidification Potential (g-SO ₂ eq.)
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 82.00 g	1.00	82.00
แอมโมเนีย 54.00 g	1.88	101.52
ไฮโดรคลอริก 10.60 g	0.88	661.20
ขนาดของผลกระทบทั้งหมด		43,550.20

ศักยภาพการก่อให้เกิดการเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารในแหล่งน้ำ (Eutrophication Potential : EP) คือ ภาวะการเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารในแหล่งน้ำ เช่น สารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำเกิดขึ้น และระดับออกซิเจนในแหล่งน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว โดยคิดค่าผลกระทบอ้างอิงเทียบกับสารฟอสเฟต 1 กรัม (1 g PO₄ equivalent)

$$EP = \sum_j EP_j A_i$$

- EP_j คือ ศักยภาพในการก่อให้เกิดการเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารในแหล่งน้ำของสารนั้นๆ เทียบกับ PO₄⁻³ (Characterization Factor)
- A_i คือ ปริมาณสารที่ได้จากการวิเคราะห์บัญชีรายการสิ่งแวดล้อม
- EP คือ ศักยภาพการก่อให้เกิดการเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารในแหล่งน้ำ

ตารางที่ 8 ตัวอย่างการคำนวณดัชนีชี้วัดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกลุ่มผลกระทบการเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารในแหล่งน้ำ

ปริมาณที่ได้จากการวิเคราะห์ บัญชีรายการ	ค่า Characterization Factor ($\text{g-PO}_4^{-3} / \text{kg}$)	Eutrophication Potential ($\text{g-PO}_4^{-3} \text{ eq.}$)
ฟอสฟอรัส 9 g	1	9
ไนโตรเจน 35 g	0.42	14.7
บีโอดี 55 g	0.00185	0.1
ขนาดของผลกระทบทั้งหมด		23.8

5.2.4 วิธีการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

วิธี CML2 Baseline 2000

เป็นวิธีการประเมินผลกระทบในภาพรวมโดยมีหลักสำคัญ คือ การคำนึงถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการปลดปล่อยสารมลพิษสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นการประเมินผลกระทบในชั้นกลางที่มีการคำนวณจากสารต่างๆ แล้วนำมารวมเป็นโอกาสที่ก่อให้เกิดผลกระทบนั้นๆ ตลอดจนวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ ผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่นำมาพิจารณาแบ่ง ได้แก่ การลดลงของทรัพยากรที่ไม่สามารถทดแทนได้ (Abiotic depletion) การก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global warming) การลดลงของชั้นโอโซน (Ozone depletion) การก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อมนุษย์ต่อแหล่งน้ำทะเล หรือ ทางบก (Human / Marine Terrestrial toxicity) การออกซิเดชันที่เกิดจากปฏิกิริยาแสงเคมี (Photochemical oxidation) การก่อให้เกิดภาวะความเป็นกรด (Acidification) และการเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารในแหล่งน้ำ (Eutrophication)

วิธี Eco-indicator 99

เป็นวิธีการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่ถูกใช้อย่างแพร่หลาย โดยนำข้อมูลสิ่งแวดล้อมแปลงให้เป็นค่าความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเทียบกับสารอ้างอิงพื้นฐาน โดยเทียบกับค่าข้อมูลเฉลี่ยของยุโรป ขั้นตอนการให้น้ำหนักหรือความสำคัญโดยการพิจารณาความสำคัญของสิ่งแวดล้อมนั้นต่อระบบนิเวศ สุขภาพมนุษย์ และการลดลงของทรัพยากร และสามารถให้น้ำหนักความสำคัญอีกครั้ง เพื่อประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมรวมในรูปแบบ

คะแนนเชิงเดี่ยว ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ในการสนับสนุนของข้อมูลทางสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์และเพื่อนำไปใช้พัฒนาผลิตภัณฑ์นั้นๆ ได้ต่อไป ผลกระทบสิ่งแวดล้อมสามารถแบ่งออกได้เป็น 11 ประเภท และผลกระทบทั้งหมดจัดกลุ่มออกได้เป็น 3 ประเภทหลัก ตามลักษณะของกลุ่มเป้าหมาย การให้น้ำหนักหรือความสำคัญและรวมคะแนนเป็นคะแนนเดี่ยว

กลุ่มเป้าหมายและประเภทของผลกระทบ 3 กลุ่ม มีดังนี้

ผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ (Human health) ประกอบด้วย สารก่อมะเร็ง (Carcinogen) ผลกระทบจากการหายใจจากสารอินทรีย์ (Respiration of organic substance) ผลกระทบจากการหายใจจากสารอนินทรีย์ (Respiration of inorganic substance) สารแผ่รังสี (Radiation) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) การลดลงของชั้นโอโซน (Ozone depletion)

ระบบนิเวศวิทยา (Ecosystem quality) ประกอบด้วย ภาวะความเป็นกรด / ภาวะยูโทรฟิเคชัน (Acidification / Eutrophication) ความเป็นพิษ (Ecotoxicity) การใช้พื้นที่ (Land use)

การลดลงของทรัพยากร (Resource depletion) ประกอบด้วย การใช้เชื้อเพลิง (Fossil fuel) การใช้สินแร่ (Mineral)

วิธี Cumulative Energy Demand

วิธีการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้วยวิธี Cumulative Energy Demand เป็นการประเมินผลกระทบจากการใช้พลังงานตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ ซึ่งรวมถึงการใช้พลังงานทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น การใช้พลังงานในการผลิตวัตถุดิบหรือพลังงานในการก่อสร้าง กลุ่มผลกระทบของวิธีนี้สามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 กลุ่มหลักใหญ่ ได้แก่ การใช้ทรัพยากรที่ทดแทนไม่ได้ (non-renewable resource) เช่น พลังงานฟอสซิล พลังงานนิวเคลียร์ และ ทรัพยากรที่เกิดขึ้นใหม่ได้ (renewable resource) เช่น พลังงานชีวมวล พลังงานลม แสงอาทิตย์ และพลังงานน้ำ

พลังงานฟอสซิล เช่น ถ่านหิน ฝิต น้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติ

พลังงานนิวเคลียร์ เช่น ยูเรเนียม

พลังงานชีวมวล เช่น ไม้ ผลิตภัณฑ์อาหาร ชีวมวลจากภาคเกษตรกรรม (ฟางข้าว)

พลังงานลม แสงอาทิตย์ ได้พิภพ เช่น พลังงานลม พลังงานอาทิตย์(ความร้อน และ ไฟฟ้า)

พลังงานน้ำ เช่น การไหลของน้ำ

5.2.5 การแปลผลวัฏจักรชีวิต (Interpretation)

การแปลผลการประเมินวัฏจักรชีวิตเป็นผลจากการวิเคราะห์บัญชีรายการและผลของประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อนำมารายงานผลการแปลผลวัฏจักรชีวิต ซึ่งในขั้นตอนนี้จะทำให้ทราบถึงขั้นตอนที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด ขนาดและประเภทของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงสามารถระบุแหล่งที่มาของประเด็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมนั้นได้ เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงด้านสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ

6. การทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อุตสาหกรรมหมู่นำกระป๋องเป็นอุตสาหกรรมอาหารที่สำคัญของโลก ความตระหนักถึงประเด็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันส่งผลให้มีการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับประเด็นนี้ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาประเมินสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตหมู่นำกระป๋องโลหะสเปนซึ่งเป็นประเทศผู้ส่งออกหมู่นำเป็นอันดับ 2 ของโลก (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2004) มีการศึกษาหลายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของอุตสาหกรรมหมู่นำกระป๋องโดยประยุกต์เทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิตเริ่มจากในปี 2005 Hospido and Tyedmers (2005) ได้ศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางตรงจากการทำประมงหมู่นำในประเทศสเปนโดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ในการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเชิงปริมาณและระดับความสำคัญการปลดปล่อยมลพิษจากทุกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องในการทำประมง ทั้งนี้ครอบคลุมถึงการการเดินเรือในมหาสมุทรแอตแลนติกอินเดีย และแปซิฟิก เพื่อขนส่งปลาหมู่นำมายังท่าเรือในประเทศสเปน ผลการศึกษายบ่งชี้ว่าในขั้นตอนการผลิตและการใช้เชื้อเพลิงมีส่วนการก่อให้เกิดผลกระทบมากกว่าครึ่งใน 6 กลุ่มผลกระทบ เนื่องจากการเดินเรือออกไปน่านน้ำและเดินทางกลับ นอกจากนี้การใช้สารเคมีในการป้องกันเกาะของตัวเพรียงเป็นสาเหตุสำคัญในการก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อความเป็นพิษต่อแหล่งน้ำทะเล เมื่อเปรียบเทียบแหล่งการเดินเรือในทั้ง 3 แหล่ง บ่งชี้ว่า จากแหล่งในน่านน้ำแปซิฟิกก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับจากมหาสมุทรแอตแลนติกและอินเดีย

เนื่องจากการใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งหลังจากการทำประมงมากกว่า และได้แนะนำแนวทางเลือกในการสร้างสต็อกปลาหน้ำเพื่อลดการเดินทางเรือในการทำประมงจึงช่วยให้ลดผลกระทบที่เกิดขึ้นได้ดี แต่การศึกษาไม่ได้ครอบคลุมตลอดวัฏจักรการผลิตในขั้นตอนกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมหน้ำกระป๋อง

ต่อมาปี 2006 Hospido *et al.* (2006) ศึกษาเพิ่มเติมจากขอบเขตการศึกษาในปี 2005 ทำการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตอุตสาหกรรมหน้ำกระป๋องในประเทศสเปน โดยใช้มุมมองตลอดวัฏจักรชีวิต และเพิ่มขอบเขตการศึกษารอบคลุมตั้งแต่ขั้นตอนการขนถ่ายปลาที่ทำเรือ การขนส่งมายังโรงงานผลิต กระบวนการผลิตภายในโรงงาน การแจกจ่ายผลิตภัณฑ์ไปยังตลาด และการบริโภคในบ้านเรือน ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตมีส่วนการก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดในทุกกลุ่มผลกระทบ ยกเว้น ผลกระทบในกลุ่มการก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อมนุษย์ เมื่อพิจารณาในขั้นตอนภายในโรงงานผลิตพบว่าการผลิตและการขนส่งแผ่นเหล็กเคลือบดินบุกเป็นขั้นตอนที่มีส่วนการก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุด ดังนั้นมีแนวทางในการแนะนำปรับปรุงคุณภาพสิ่งแวดล้อม เช่น การสนับสนุนให้มีการใช้แผ่นเหล็กรีไซเคิลมากขึ้นและทดแทนการใช้วัสดุภาชนะบรรจุอื่นแทนการใช้แผ่นเหล็ก แต่อย่างไรการสนับสนุนให้มีการเปลี่ยนแปลงนี้ควรที่จะมีการศึกษาถึงการยอมรับจากผู้บริโภคด้วยเช่นกัน การศึกษาแนวทางเลือกในการเลือกใช้ภาชนะบรรจุพลาสติกแทนการใช้กระป๋องเหล็กเคลือบดินบุกในประเทศสเปนเป็นเพียงการศึกษาใช้ฐานข้อมูล

นอกจากนี้การศึกษาประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมของอุตสาหกรรมหน้ำกระป๋องในประเทศไทยเป็นการศึกษาเฉพาะในกระบวนการการผลิตภายในโรงงาน ดังตัวอย่างการศึกษาของ Uttamangkabovorn *et al.* (2005) ศึกษาการอนุรักษ์น้ำในโรงงานผลิตหน้ำกระป๋องชนิดอาหารสัตว์ โรงงานผลิตหน้ำกระป๋องมีปริมาณการใช้น้ำรวมถึงปริมาณสารอินทรีย์มากในน้ำเสีย การศึกษาพบว่า ปริมาณน้ำเสียทั้งสิ้น 13 ลูกบาศก์เมตรต่อปลาหน้ำ 1 ตัน และขั้นตอนที่มีการใช้น้ำสูงสุดคือขั้นตอนการฉีกละอองไอน้ำและขั้นตอนการล้างอุปกรณ์เครื่องมือบนพื้นซึ่งมีปริมาณการใช้น้ำ 4.7 และ 4.5 ลูกบาศก์เมตรต่อปลาหน้ำ 1 ตัน ส่วนขั้นตอนที่ก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดจาก ขั้นตอนการ precooking ซึ่งมีค่า COD ไหม้น ของแข็งทั้งหมด และของแข็งแขวนลอย เท่ากับ 66,222 1,727 57, 192 และ 7,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ หลังจากการปรับปรุงระบบการผลิตโดยเทคโนโลยีสะอาด เช่น การติดตั้งมาตรวัดปริมาตรน้ำ การใช้น้ำอุณหภูมิสูง (60 องศาเซลเซียส) แทนการใช้น้ำอุณหภูมิต่ำ และลดอุณหภูมิลงเหลือ 45 องศาเซลเซียส สำหรับล้างกระป๋องภายหลังการผัด

และการให้คำแนะนำเกี่ยวกับการอนุรักษ์น้ำในการล้างอุปกรณ์เครื่องมือและการล้างพื้นภายในโรงงาน หลังจากการปฏิบัติสามารถลดการใช้น้ำใน 3 ขั้นตอนข้างต้นได้ 66 55 และ 14 เปอร์เซ็นต์

ถึงแม้มีการศึกษาประเด็นสิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรมทUNA กระป๋องมีการศึกษาทั้งในและต่างประเทศและเป็นการศึกษาในขั้นตอนกระบวนการผลิตเป็นหลักแต่ยังไม่มีการศึกษาครอบคลุมถึงเกี่ยวกับภาชนะบรรจุ แต่อย่างไรก็ตามสำหรับประเทศไทยซึ่งเป็นฐานการผลิตทUNA กระป๋องส่งออกที่สำคัญของโลกนั้นก็ยังไม่มีการศึกษาประเด็นนี้เช่นกัน อีกทั้งปัจจุบันภาชนะบรรจุได้มีประเด็นปัญหาที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมหลายประเด็น เช่น ปัญหาการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในการผลิต การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปัญหาขยะภาชนะบรรจุที่มากขึ้นในปัจจุบัน ประกอบกับประเด็นด้านกฎระเบียบต่างๆที่เกี่ยวข้องกับภาชนะบรรจุส่งผลให้ภาคอุตสาหกรรมและผู้บริโภคมีความตระหนักถึงประเด็นสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับการเลือกใช้ภาชนะบรรจุในอุตสาหกรรมมากต่างมากขึ้น

แต่อย่างไรก็ตามมีหลายงานวิจัยที่ได้ประยุกต์เทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิตในการการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากภาชนะบรรจุโดยเฉพาะอย่างยิ่งในวัสดุชนิดพลาสติก Molgaard (1995) ศึกษาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมการจัดการพลาสติกจากขยะมูลฝอยซึ่งมีชนิดพลาสติก ได้แก่ พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ พอลิพรอพิลีน พอลิสไตรีน พอลิเอสเตอร์ และพอลิไวนิลคลอไรด์ โดยเปรียบเทียบการจัดการขยะพลาสติก 5 วิธี คือ การรีไซเคิล โดยแยกด้วยสารละลาย ด้วยตาและไม้แยกชนิด การใช้เตาเผาโดยได้ความร้อนกลับคืน การเผาด้วยระบบไพโรไลซิส และการฝังกลบ และศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมในกลุ่มหลัก คือ การก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน พบว่า การรีไซเคิลพลาสติกโดยการแยกชนิดพลาสติกก่อนเป็นวิธีการจัดการขยะพลาสติกที่ดีต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด

ต่อมา Ross and Evan (2002) ได้ประยุกต์การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์เพื่อศึกษาและลดผลกระทบจากการนำบรรจุภัณฑ์พลาสติกมาใช้ใหม่และการนำกลับมาผลิตใหม่ ซึ่งเป็นการช่วยลดปริมาณขยะมูลฝอยที่จะนำไปกำจัดในขั้นตอนสุดท้าย ทำการศึกษาผลกระทบต่อการใช้ทรัพยากรธรรมชาติการใช้ทรัพยากรเชื้อเพลิง ปรากฏการณ์เรือนกระจก การออกซิเดชันที่เกิดจากปฏิกิริยาโฟโตเคมีคอล จากการศึกษาพบว่าในกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกมีการใช้เชื้อเพลิงปริมาณมากจึงก่อให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดจากปฏิกิริยาโฟโตเคมีคอล ส่วนในขั้นตอนการนำกลับมาผลิตใหม่และการนำมาใช้ใหม่ของบรรจุภัณฑ์จะช่วยลดปริมาณการใช้วัตถุดิบและเชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตซึ่งเป็นการช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ดี

Huang and Ma (2004) ศึกษาการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของวัสดุภาชนะบรรจุในอุตสาหกรรม โดยใช้ LCA ผลการศึกษาพบว่าพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง พอลิพรอพิลีน และกระดาษ เป็นชนิดภาชนะบรรจุที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย แต่ขณะที่กระป๋องอะลูมิเนียม และแก้วมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดตลอดวัฏจักรชีวิต และกระป๋องเหล็กครองลงมาตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากกระป๋องอะลูมิเนียมมีการปลดปล่อยสารก่อให้เกิดมะเร็ง และแก้วปล่อยโลหะหนักในขั้นตอนการผลิต แต่อย่างไรหากพิจารณาเฉพาะในขั้นตอนการกำจัดพบว่าแก้วและPP มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย ทั้งนี้ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นตลอดวัฏจักรชีวิตมีผลกระทบหลักในช่วงขั้นการผลิต 90 เปอร์เซ็นต์ ต่อมา Monte *et al.* (2005) ได้นำหลักการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ประยุกต์ใช้ในการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์กาแฟที่เหมาะสมในเชิงสิ่งแวดล้อม โดยทำการเปรียบเทียบภาชนะบรรจุกาแฟ 4 ประเภท ดังนี้ กระป๋องขนาดความจุ 3 กิโลกรัม 250 กรัม 125 กรัม กระป๋องบรรจุขนาดเล็ก 36 ถู รวม 250 กรัม และถุงพลาสติกบรรจุขนาดเล็กจำนวน 40 ถู รวม 280 กรัม จากผลการศึกษาพบว่ากระป๋องโลหะขนาด 3 กิโลกรัมก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดจากการใช้โลหะทองแดงในการเชื่อมแผ่นโลหะดีบุก

จะเห็นว่าการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิตจะเป็นจะเป็นการประยุกต์ในวัสดุภาชนะบรรจุชนิดพลาสติกในอุตสาหกรรมต่างๆแต่ยังไม่มีการศึกษาโดยตรงในอุตสาหกรรมพูน้กระป๋อง ยกเว้นในการศึกษาของ Hospido *et al.* (2006) ในประเทศสเปนที่ทำการวิจัยศึกษาแนวทางเลือกในการเลือกใช้ภาชนะบรรจุในอุตสาหกรรมพูน้กระป๋องครอบคลุมการผลิตวัสดุ การขนส่งมายังโรงงานและการจัดการของเสียหลังการใช้งาน การพบว่าการผลิตแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกและการขนส่งก่อให้เกิดผลกระทบหลักแต่อย่างไรแต่ยังไม่ครอบคลุมไปถึงขั้นตอนการผลิตภาชนะบรรจุและการบรรจุ

จากการทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ายังไม่มีการศึกษาที่เกี่ยวกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของภาชนะบรรจุที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุการนำมาสู่งานวิทยานิพนธ์เรื่องการประเมินวัฏจักรชีวิตเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ในอุตสาหกรรมพูน้กระป๋อง

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

การเก็บข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมผลิตภัณฑ์กระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ มีเครื่องมือและอุปกรณ์ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ ชุดเก็บข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ชนิดละ 6 ชุด เครื่องชั่งน้ำหนัก เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า เครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง โปรแกรมช่วยคำนวณผลกระทบสิ่งแวดล้อม (SimaPro version 7.0.1)

วิธีการ

วิธีการดำเนินวิจัยอาศัยเทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเชิงปริมาณอย่างเป็นระบบตลอดวัฏจักรชีวิต ดังได้กล่าวในบทที่ 2 ถึงมาตรฐานการประเมินวัฏจักรชีวิตใน ISO 14040 และ 14044 วิธีการดำเนินการเชิงปฏิบัติที่ใช้ในการวิจัยแต่ละขั้นตอน มีดังนี้

1. การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการประเมินวัฏจักรชีวิต

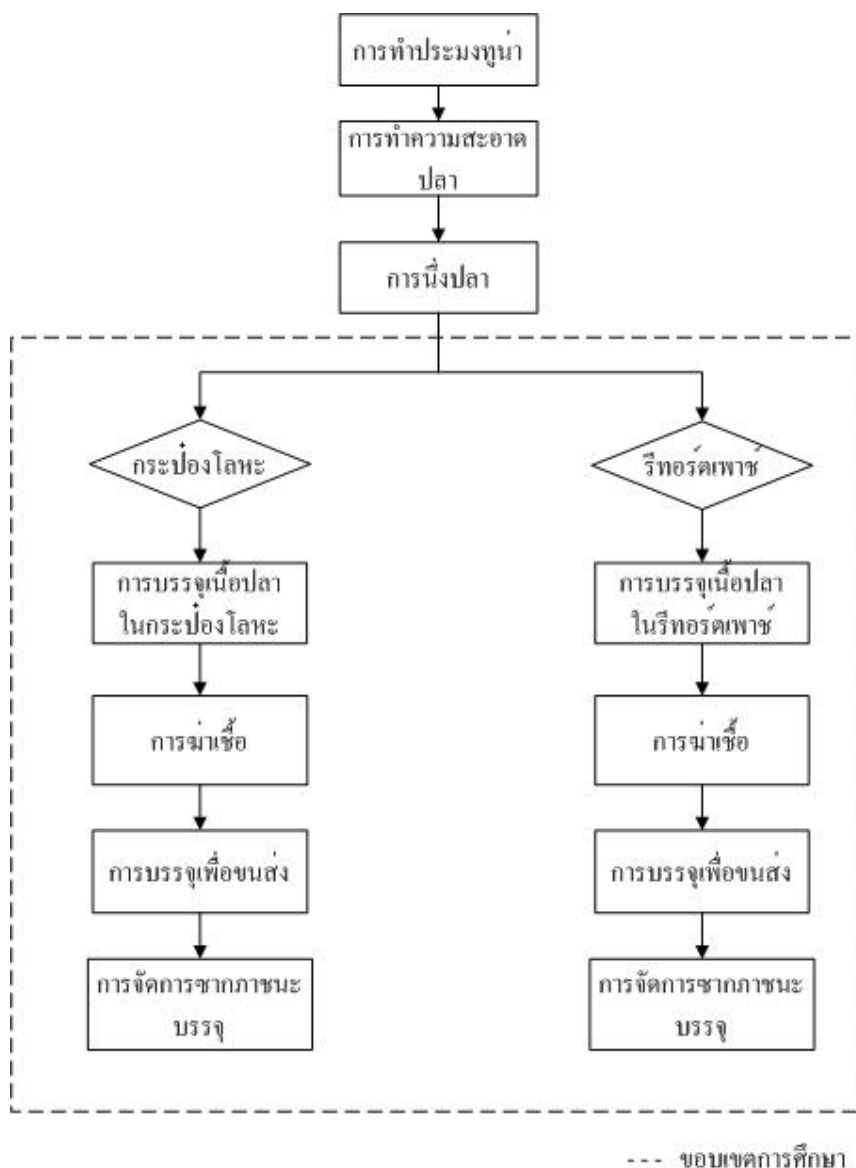
การประเมินวัฏจักรชีวิตสำหรับงานวิจัยนี้ได้กำหนดเป้าหมายเพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเชิงปริมาณอย่างเป็นระบบของกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลเป็นแนวทางในการเลือกใช้ภาชนะบรรจุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรมพูน้ากระป๋อง

ผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษา คือ กระป๋องโลหะ ผลิตจากแผ่นเหล็กชนิด TFS ประเภทกระป๋อง 2 ชั้น โดยฝาเป็นประเภท easy open ขนาดบรรจุสุทธิ 85 กรัม กระป๋องโลหะขนาด 211x109 โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 68 มิลลิเมตร สูง 45 มิลลิเมตร น้ำหนักเฉลี่ยใบละ 24.5 กรัม และรีทอร์ตเพาซ์ ขนาดน้ำหนักบรรจุสุทธิ 100 กรัม ขนาดสูงกว้าง 110 มิลลิเมตร สูง 130 มิลลิเมตร น้ำหนักเฉลี่ยถุงละ 3 กรัม ประกอบด้วยวัสดุ 4 ชั้น คือ ฟิล์มพอลิเอสเตอร์ แผ่นเปลวอะลูมิเนียม ฟิล์มไนลอนและฟิล์มพอลิพรอพิลีน ซึ่งในอุตสาหกรรมบรรจุจะใช้สัญลักษณ์ PET/ Al foil/ Nylon/ CPP ขนาดของภาชนะบรรจุทั้ง 2 ชนิดเป็นขนาดบรรจุขนาดเล็กสำหรับการบริโภคครั้งเดียวที่ได้รับความนิยม

กำหนดหน่วยหน้าการทำงาน คือ จำนวนภาชนะบรรจุกระป๋องโลหะและ รีทอร์ตเพาซ์ที่สามารถใช้บรรจุเนื้อหมูจำนวน 1,700 กิโลกรัม ซึ่งคิดเป็นภาชนะบรรจุกระป๋องโลหะขนาดบรรจุกระป๋องละ 85 กรัม จำนวน 20,000 ใบ และภาชนะบรรจุรีทอร์ตเพาซ์ ขนาดบรรจุสุทธิ 100 กรัม จำนวน 17,000 ใบ

จากการพิจารณากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์หมู่นำกระป๋อง ดังภาพที่ 8 จะเริ่มต้นจากการขึ้นตอนทำประมงและการตรวจสอบคุณภาพปลา การทำความสะอาดปลา การปรุงเนื้อปลา การบรรจุเนื้อปลาลงในภาชนะบรรจุ (กระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์) การฆ่าเชื้อ และการบรรจุกล่อง ซึ่งจะเห็นว่าในกระบวนการผลิตจะมีความแตกต่างกันเฉพาะในขั้นตอนการบรรจุใช้กระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์สำหรับบรรจุเนื้อหมู ดังนั้นในเปรียบเทียบภาชนะบรรจุทั้ง 2 ชนิดที่ใช้ในการบรรจุในอุตสาหกรรมหมู่นำกระป๋องจึงไม่นำข้อมูลในขั้นตอนที่เหมือนกันมาพิจารณา ดังนั้นขอบเขตการศึกษาในงานวิจัยนี้ จึงครอบคลุมตั้งแต่ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบและการขนส่งกระบวนการผลิตกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ การบรรจุเนื้อหมู่นำลงในภาชนะบรรจุกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ที่โรงงานผลิตหมู่นำกระป๋อง การขนส่งกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ไปต่างประเทศ การจัดการซากกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์หลังการใช้งาน

จากขอบเขตการศึกษาที่กำหนดสามารถจำแนกข้อมูลที่ต้องการใช้ในการประเมินสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ ตามขั้นตอนในวัฏจักรชีวิตได้ดังนี้ คือ ปริมาณการใช้วัตถุดิบและพลังงาน ปริมาณการเกิดมลพิษทางอากาศ น้ำ จากการผลิตวัตถุดิบและการขนส่งวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ ปริมาณการใช้วัตถุดิบต่างๆและพลังงาน รวมทั้งปริมาณการเกิดมลพิษ และของเสีย จากกระบวนการผลิตกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ ณ โรงงานผลิตภาชนะบรรจุทั้ง 2 ชนิด ปริมาณการใช้วัตถุดิบ และพลังงาน รวมทั้งปริมาณการเกิดของเสีย จากโรงงานบรรจุเนื้อหมู่นำ ปริมาณการใช้วัตถุดิบ พลังงานและมลพิษต่างๆ ในการจัดการของเสียภาชนะบรรจุทั้ง 2 ชนิด



ภาพที่ 8 ขอบเขตการประเมินวัฏจักรชีวิตในการศึกษานี้

แหล่งที่มาของข้อมูล ที่ใช้ในการศึกษานี้ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลปฐมภูมิ และ ข้อมูลทุติยภูมิ ข้อมูลปฐมภูมินั้นจะ ได้จากการสอบถามเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในระดับปฏิบัติการที่โรงงานผลิตกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ ได้แก่ ข้อมูลปริมาณการใช้วัตถุดิบและพลังงาน ปริมาณการเกิดของเสียจากกระบวนการผลิตกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ และข้อมูลการบรรจุเนื้อปลาที่โรงงานผลิตทUNAกระป๋อง ส่วนข้อมูลทุติยภูมินั้น ได้จากการรวบรวมข้อมูลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ เช่น ข้อมูลการผลิตไฟฟ้าในประเทศไทย ข้อมูล

การผลิตกล่องกระดาษ และฐานข้อมูลในโปรแกรมสำเร็จรูป (SimaPro version 7.0.1) ได้แก่ ข้อมูลการผลิตวัตถุดิบต่างๆ ข้อมูลการจัดการของเสีย

วิเคราะห์และประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยวิธี CML2 Baseline 2000 ซึ่งเป็นวิธีการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมชั้นกลาง ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ทำการศึกษา ได้แก่ การลดลงของทรัพยากรประเภทที่ไม่สามารถทดแทนได้ การก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน การก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อมนุษย์ การก่อให้เกิดภาวะความเป็นกรด และการเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารในแหล่งน้ำ นอกจากนี้ทำการวิเคราะห์ผลกระทบโดยวิธี Eco-indicator 99 เพื่อประเมินความสอดคล้องของผลการศึกษาที่ได้กับวิธี CML2 Baseline 2000 ประเมินผลกระทบด้านการใช้พลังงานโดยวิธี Cumulative Energy Demand เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบด้านการใช้ทรัพยากรพลังงานปฐมภูมิ รวมถึงทำการวิเคราะห์แนวทางในการจัดการซากภาชนะบรรจุในในประเทศสหรัฐอเมริกา สหภาพยุโรป ญี่ปุ่น ซึ่งจะมีสัดส่วนการจัดการในรูปแบบการเผา การฝังกลบ และการรีไซเคิลในสัดส่วนแตกต่างกันไป

2. การรวบรวมและวิเคราะห์บัญชีรายการสิ่งแวดล้อม

จากขอบเขตการศึกษาที่กำหนดดังกล่าวไว้ในภาพที่ 5 ได้กำหนดหน่วยงานการผลิตที่เกี่ยวข้อง ในเก็บข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตภาชนะบรรจุทั้ง 2 ชนิด กระป๋องโลหะทำการเก็บข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม ณ โรงงานผลิตกระป๋องโลหะ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร รีทอร์ตเพาซ์ทำการเก็บข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม ณ โรงงานผลิตรีทอร์ตเพาซ์ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ และข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของการบรรจุหีบห่อในกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ ณ โรงงานผลิตหีบห่อกระป๋อง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิทยานิพนธ์นี้นั้นได้จากการตรวจวัดโดยตรง การสัมภาษณ์ผู้ผลิต หรือได้จากการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการทั้งในและต่างประเทศ รวมทั้งฐานข้อมูลในโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อช่วยในการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต เป็นต้น โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงงานผลิตกระป๋องโลหะ ทั้งหมด 3 ครั้ง ในช่วงระยะเวลา 6 เดือน ระหว่างเดือนมีนาคม ถึงเดือนสิงหาคม 2550 ส่วนรีทอร์ตเพาซ์ทำการเก็บข้อมูล 3 ครั้งในช่วงระยะเวลา 9 เดือน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงมีนาคม 2551

ขั้นตอนการดำเนินการและการเก็บรวบรวมข้อมูล เริ่มจากการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นและสำรวจสถานการณ์เบื้องต้นเกี่ยวกับอุตสาหกรรมการผลิตภาชนะบรรจุหีบห่อกระป๋อง และทบทวน

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นติดต่อผู้ผลิตในห่วงโซ่การผลิต เพื่อขอความร่วมมือในการดำเนินวิจัย โดยขอเข้าเยี่ยมชมเพื่อศึกษากระบวนการผลิตกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ ในการจัดทำบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมจำแนกและรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ปริมาณสารขาเข้าและสารขาออกตามขอบเขตการศึกษาที่ได้วางแผนไว้โดยรวบรวมจากกระบวนการผลิตในระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนสิงหาคม 2550

การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการและแหล่งที่มาของข้อมูล

การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับทุกกิจกรรมของภาชนะบรรจุกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ โดยการจำแนกการใช้วัตถุดิบ สารเคมี และพลังงาน รวมทั้งการปล่อยของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตสู่สิ่งแวดล้อม ทั้งทางน้ำ อากาศ และดิน ซึ่งจากการกำหนดหน่วยหน้าที่ใช้ในการรวบรวมบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม คือ กระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์เพื่อใช้บรรจุน้ำหนัก 1,700 กิโลกรัม ซึ่งต้องใช้กระป๋องโลหะจำนวน 20,000 ใบและถุงรีทอร์ตเพาซ์จำนวน 17,000 ใบ

ตารางที่ 9 การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการ

กิจกรรมการผลิต	ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการ
การได้มาซึ่งวัตถุดิบและการขนส่งวัตถุดิบ	กระป๋องโลหะ – แผ่นเหล็ก แผ่นอะลูมิเนียม และสารเคมีต่างๆ รีทอร์ตเพาซ์ - फिल्मполиэสเตอร์ फिल्मไนлон फिल्मполипропилен แผ่นเปลวอะลูมิเนียม สารเคมีต่างๆ
การผลิตภาชนะบรรจุ	- การผลิตกระป๋องโลหะ (การตัดแผ่นเหล็ก การเคลือบแลกเกอร์ การพิมพ์สี ขึ้นรูปกระป๋อง การผลิตฝากระป๋องและหูดึงฝา การบรรจุ) - การผลิตถุงรีทอร์ตเพาซ์ (การพิมพ์สี การลามิเนต การขึ้นรูปถุง การบรรจุ)
การใช้งาน	พลังงานไฟฟ้า กล้องกระดาด หมึกพิมพ์
การขนส่งสินค้าไปต่างประเทศ	ชนิดยานพาหนะ ปริมาณใช้เชื้อเพลิงในการขนส่ง ระยะทางในการขนส่ง
การจัดการขยะหลังการใช้งาน	การเผาด้วยเตา การฝังกลบแบบสุขาภิบาล และการรีไซเคิล

วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์

1. ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ

การได้มาซึ่งวัตถุดิบจากแหล่งธรรมชาติจนกระทั่งกลายเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตภาชนะบรรจุเพื่อนำมาใช้ในการผลิตกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ เช่น การได้มาซึ่งการผลิตแผ่นเหล็ก การผลิตเม็ดพลาสติก เป็นต้น วัตถุดิบหลักส่วนใหญ่ที่ใช้ผลิตนั้นจะมีการนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น วัสดุในการผลิตกระป๋องโลหะ ได้แก่ เหล็กและอะลูมิเนียมซึ่งต้องจากประเทศประเทศญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา และวัสดุหลักที่ใช้ในการผลิตรีทอร์ตเพาซ์ ได้แก่ พลาสติกโพลีเอสเตอร์ แผ่นพลาสติกอะลูมิเนียม พลาสติกไนลอน และพลาสติกพอลิพรอพิลีน ซึ่งนำเข้าจากประเทศในกลุ่มอาเซียน แต่เนื่องจากผู้ผลิตไม่สามารถเปิดเผยรายชื่อประเทศผู้ผลิตได้ ดังนั้นการศึกษานี้จึงได้ตั้งสมมติฐานการนำเข้าวัสดุหลักทั้ง 4 ชนิดจากประเทศอินโดนีเซีย เนื่องจากประเทศไทยไม่มีแหล่งวัตถุดิบที่มีปริมาณและคุณภาพดีเพียงพอในการนำมาผลิตวัสดุในผลิตภาชนะบรรจุอาหารจึงต้องมีการนำเข้าวัตถุดิบจากต่างประเทศเพื่อใช้ในกระบวนการผลิต ดังนั้นการเลือกใช้ฐานข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ใช้ในการผลิตภาชนะบรรจุทั้ง 2 ชนิดจึงเลือกใช้ฐานข้อมูลจากต่างประเทศเป็นหลัก ดังแสดงในตารางที่ 9 แต่ยกเว้นฐานข้อมูลบางประเภท เช่น การผลิตกระแสไฟฟ้า การผลิตกล่องกระดาษ มีใช้ฐานข้อมูลจากภายในประเทศ นอกจากนี้ในส่วนข้อมูลบัญชีรายการด้านการขนส่งวัตถุดิบเพื่อขนส่งจากต่างประเทศมายังประเทศไทย เช่น ข้อมูลชนิดยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง ระยะทางการขนส่ง ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ เลือกใช้จากโปรแกรมสำเร็จรูป (SimaPro version 7.0.1) และเช่นเดียวกันกับคำนวณระยะทางการขนส่งจากเว็บไซต์ (www.distances.com) ส่วนระยะทางการขนส่งในภายในประเทศไทยนั้นคำนวณโดยอาศัยข้อมูลจากกรมทางหลวง (<http://map-server.doh.go.th>)

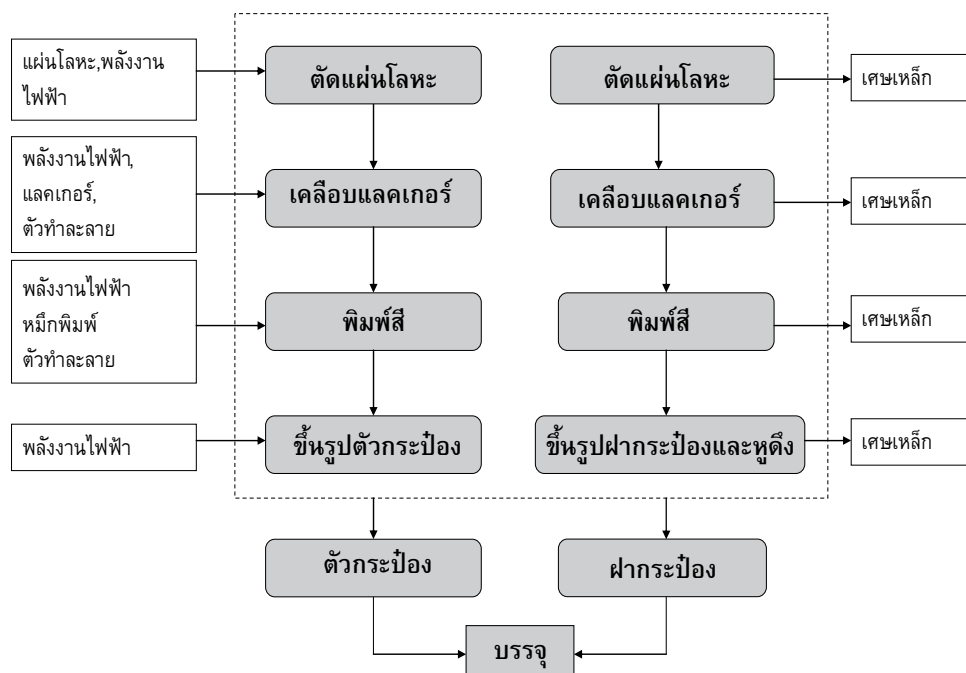
ตารางที่ 10 แหล่งที่มาข้อมูลของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์

กระป๋องโลหะ		รีทอร์ตเพาซ์	
วัตถุดิบ	แหล่งที่มาของข้อมูล	วัตถุดิบ	แหล่งที่มาของข้อมูล
แผ่นเหล็ก	Buwal250	ฟิล์มพอลิเอสเตอร์	Industry data
แผ่นอะลูมิเนียม	Ecoinvent	ฟิล์มไนลอน	Ecoinvent
ก๊าซหุงต้ม	IDEMAT 2001	ฟิล์มพอลิพรอพิลีน	Buwal250
พลังงานไฟฟ้า	Liamsanguan and Gheelawa (2006)	แผ่นเปลวอะลูมิเนียม	Buwal250
ตัวทำละลาย	Ecoinvent	พลังงานไฟฟ้า	Liamsanguan and Gheelawa (2006)
หมึกพิมพ์	Ecoinvent	หมึกพิมพ์	Ecoinvent
ไม้พาเลต	Ecoinvent	ตัวทำละลาย	Ecoinvent
ฟิล์มพอลิพรอพิลีน	IDEMAT2001	กาว	Ecoinvent
กระดาษ	Industry data	กล่องกระดาษ	Ongmongkul (2004)
ฟิล์มพอลิไวนิลคลอไรด์	Industry data		

2. ขั้นตอนการผลิตกระป๋องโลหะ

กิจกรรมการผลิตกระป๋องโลหะของโรงงานผลิตกระป๋องโลหะที่เลือกเป็นสถานที่ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยเป็นโรงงานผลิตกระป๋องโลหะที่มีการผลิตเพื่อใช้บรรจุผลิตภัณฑ์ภายในประเทศเป็นหลัก กระป๋องโลหะที่เลือกใช้ในการศึกษานี้คือกระป๋องโลหะชนิด 2 ชั้น แบบฝาเปิดอย่างง่าย เนื่องจากปัจจุบันผู้บริโภคมีความนิยมเลือกใช่มากเนื่องจากมีความสะดวกในการใช้งานมากกว่ากระป๋องโลหะชนิดอื่น กระป๋องจะเป็นชั้นเดียวกับตัวกระป๋อง ดังนั้นจึงมีส่วนประกอบ 2 ชั้นหลัก ได้แก่ ตัวกระป๋องและฝากระป๋อง ตัวกระป๋องจะผลิตจากเหล็ก แต่ฝากระป๋องจะประกอบด้วยหูดึงซึ่งผลิตจากอะลูมิเนียม ข้อมูลที่เก็บรวบรวมนั้นได้จากแผ่นเก็บข้อมูลที่ได้จากการสอบถามเจ้าหน้าที่ในหน่วยการผลิต ได้แก่ ปริมาณการใช้วัตถุดิบ ปริมาณการใช้พลังงาน และปริมาณการใช้ก๊าซบรรจุ รวมทั้งปริมาณการเกิดของเสียต่างๆ กระบวนการผลิตกระป๋องโลหะจะผลิตแยกตามชิ้นส่วนประกอบหลักของกระป๋อง คือ ตัวกระป๋องและฝากระป๋อง และพบว่าทั้งสองชิ้นส่วนนั้นมีขั้นตอนการผลิตที่เหมือนกัน และหลังจากผลิตแล้วผู้ผลิตจะบรรจุตัวกระป๋องและฝากระป๋องแยกชิ้นส่วนเพื่อรอการขนส่งและจำหน่ายให้โรงงานผลิตทูนกระป๋องต่อไป

รายละเอียดในกระบวนการผลิตนั้นเริ่มจากขั้นตอนการตัดแผ่นเหล็กให้มีขนาด $0.16 \times 927.1 \times 917.1$ มิลลิเมตร สำหรับผลิตตัวกระป๋อง จากนั้นนำแผ่นเหล็กม้วนที่ตัดเป็นแผ่นแล้วไปเคลือบด้วยแลคเกอร์ชนิด Butoxy ethanol เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างอาหารกับโลหะ พร้อมทั้งใช้แก๊สหุงต้มเพื่ออบให้ความร้อนแก่แลคเกอร์แห้งและกำจัดกลิ่นแลคเกอร์ที่หลงเหลือ จากนั้นนำแผ่นเหล็กที่เคลือบแลคเกอร์แล้วไปพิมพ์สีบนแผ่นเหล็กตามรูปแบบและสีตามต้องการ และนำแผ่นเหล็กไปขึ้นเป็นตัวกระป๋องโลหะ ส่วนฝากระป๋องมีกระบวนการผลิตเช่นเดียวกัน แต่พบว่า แผ่นเหล็กที่ใช้ในการผลิตฝานั้นมีขนาดบางกว่าโดยแผ่นเหล็กมีขนาด $0.215 \times 909 \times 851.7$ มิลลิเมตร แล้วทำการเคลือบแผ่นเหล็กที่ตัดขนาดแล้วด้วยแลคเกอร์ชนิด Butoxy ethanol และพิมพ์สีข้อมูลบนฝากระป๋อง จากนั้นนำไปขึ้นรูปฝากระป๋องพร้อมกับหูดึงซึ่งในขั้นตอนนี้เครื่องจักรจะทำการติดหูดึงกับฝากระป๋องไปในขั้นตอนเดียวกัน หลังจากที่ได้ขึ้นส่วนตัวกระป๋องและฝากระป๋องแล้วผู้ผลิตจะแยกบรรจุเพื่อรอการขนส่งและจำหน่ายต่อไป



ภาพที่ 9 สารขาเข้าและสารขาออกจากกิจกรรมการผลิตกระป๋องโลหะที่โรงงานผลิต

วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม

ข้อมูลกระบวนการผลิตกระป๋องโลหะ ได้แก่ ปริมาณการใช้วัตถุดิบต่างๆ เช่น แผ่นโลหะ แผ่นอะลูมิเนียมในกระบวนการผลิต ปริมาณการใช้แลคเกอร์ ตัวทำละลายและพลังงานไฟฟ้าใน

ขั้นตอนการเคลือบ ปริมาณการใช้หมึกพิมพ์ ตัวทำลาย พลังงานไฟฟ้าในขั้นตอนการพิมพ์ ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้ในการขึ้นรูปถุงและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า พลาสติก ไม้ พาเลต กระดาษเพื่อใช้ในการบรรจุกระป๋องโลหะ รวมทั้งปริมาณการเกิดขยะและการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตทั้งหมด โดยสอบถามข้อมูลพนักงานระดับปฏิบัติการโดยตรง

ข้อมูลการผลิตพลังงานไฟฟ้า ได้แก่ ปริมาณพลังงานที่ใช้ในการสกัดวัตถุดิบพลังงาน รวมทั้งน้ำมัน และปริมาณการปลดปล่อยมลพิษต่างๆในระหว่างการสกัดวัตถุดิบ และการผลิตพลังงานไฟฟ้า ได้จากข้อมูลทุติยภูมิที่รายงานไว้โดย Liamsanguan and Gheelawa (2006) ซึ่งได้จากการคำนวณทางทฤษฎีในปริมาณการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า ณ โรงไฟฟ้า ในปี 2546



ภาพที่ 10 กระป๋องโลหะ 2 ชั้น ประเภทฝาเปิดอย่างง่าย

3. ขั้นตอนการผลิตถุงรีโอร์ตเพาซ์

กิจกรรมกระบวนการผลิตถุงรีโอร์ตเพาซ์นั้นได้ทำการเก็บข้อมูลจากโรงงานผลิตภาชนะบรรจุแห่งหนึ่ง ในจังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งจัดเป็นโรงงานขนาดใหญ่ซึ่งรีโอร์ตเพาซ์ที่ผลิตส่วนใหญ่จะจำหน่ายให้กับกลุ่มผู้ผลิตภายในประเทศเป็นหลัก ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่เก็บรวบรวมนั้นได้จากการสอบถามจากเจ้าหน้าที่ในโรงงานผลิต ได้แก่ ปริมาณการใช้วัตถุดิบ ปริมาณการใช้พลังงาน และปริมาณการใช้ภาชนะบรรจุ รวมทั้งปริมาณการเกิดของเสียต่างๆ และการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตทั้งหมด แต่อย่างไรพบว่าทางโรงงาน ผลิตไม่สามารถเปิดเผยรายชื่อแหล่งที่มาของวัตถุดิบได้ทุกตัวแต่จะเปิดเผยเฉพาะข้อมูลโดยทั่วไป ฟิลล์

ทุกชนิดที่ใช้ในการผลิตรีทอร์ตเพาซ์จะผลิตในประเทศกลุ่มอาฟตา ดังนั้นงานวิจัยจึงตั้งสมมติฐานการนำเข้าฟิล์มจากประเทศในกลุ่มนี้ นั่นคือ ประเทศอินโดนีเซีย เนื่องจากข้อมูลพบว่าเป็นประเทศที่มีอุตสาหกรรมการผลิตฟิล์มและมีหลายกลุ่มผู้ผลิตที่ตั้งอยู่ในประเทศอินโดนีเซีย ขั้นตอนการผลิตรีทอร์ตเพาซ์ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก เริ่มต้นด้วยการพิมพ์สีบนฟิล์มพอลิเอสเตอร์ด้วยเครื่องจักรระบบการพิมพ์กราเวียร์ (Gravure) และหมึกพิมพ์ชนิดพีวีซีเบส (Polyvinyl base ink) และใช้ตัวทำละลายชนิดเมทิลเอทิลคีโตน (Methyl ethyl acetone) และวัสดุทั้ง 3 ชนิด คือ ฟิล์มพอลิเอสเตอร์ แผ่นเปลวอะลูมิเนียม ฟิล์มไนลอน และกลูตามิเนตเป็นวัสดุชั้นเดียวกันด้วยกาวชนิดกลุ่มโพลียูรีเทน (Polyurethane base ink) และใช้ตัวทำละลาย ชนิดกลุ่มเอทิลอะซิเตต (Ethyl acetate)

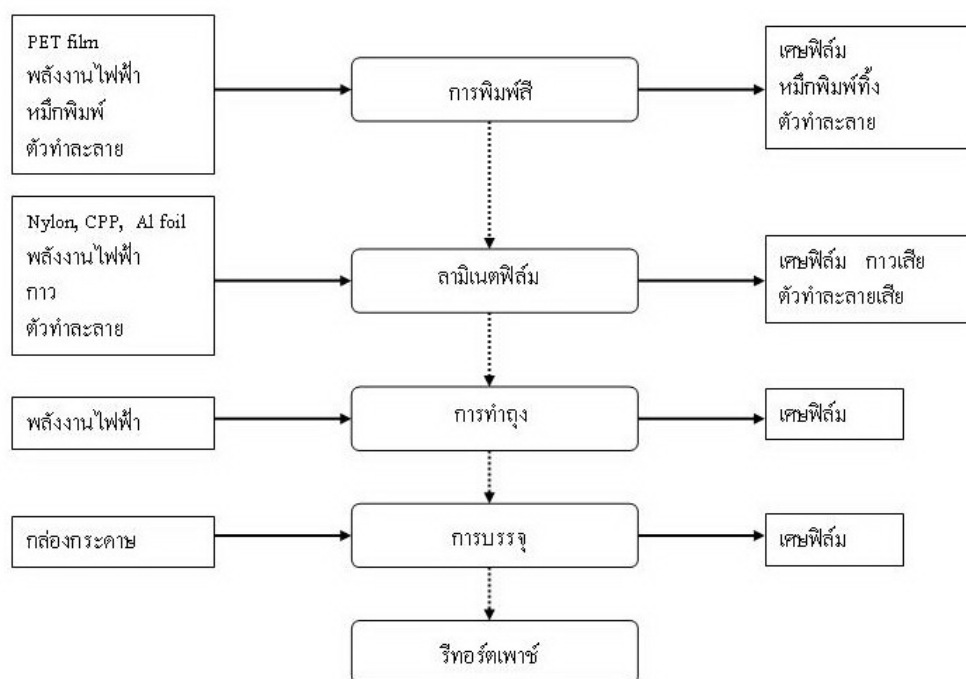
จากนั้นนำฟิล์มพอลิเอสเตอร์ที่พิมพ์สีแล้วลามิเนตกับแผ่นเปลวอะลูมิเนียมและลามิเนตฟิล์มไนลอนกับฟิล์มพอลิพรอพิลีนเพื่อประกอบเป็นฟิล์มชั้นใน และจากนั้นนำฟิล์มทั้ง 2 ชั้นมาลามิเนตอีกครั้งซึ่งทำให้ได้วัสดุ 4 ชั้นเพื่อที่จะใช้ขึ้นรูปถุงรีทอร์ตเพาซ์ตามรูปแบบที่ต้องการ คือ ขนาดของกว้าง 110 มิลลิเมตร และสูง 130 มิลลิเมตร และนำรีทอร์ตเพาซ์ที่ขึ้นรูปแล้วบรรจุกล่องกระดาษเพื่อขนส่งจำหน่ายต่อไป เมื่อพิจารณาขั้นตอนการผลิตรีทอร์ตเพาซ์ในโรงงานผลิตพบว่าไม่มีขั้นตอนการตัดขอบฟิล์มเนื่องจากโรงงานผู้ผลิตมีการออกแบบเลือกใช้ระบบการพิมพ์ที่ขนาดพอดีกับฟิล์มที่ต้องการดังนั้นจึงเป็นการช่วยลดเศษฟิล์มเสียในขั้นตอนนี้ได้ ขั้นตอนการผลิตและข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดลอมที่ต้องการ ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 11 ตัวอย่างภาพรีทอร์ตเพาซ์ ขนาดบรรจุสุทธิ 100 กรัม

วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม

ข้อมูลกระบวนการผลิตกระป๋องโลหะ ได้แก่ ปริมาณการใช้วัตถุดิบต่างๆ เช่น แผ่นโลหะ แผ่นอลูมิเนียม การเคลือบ (ปริมาณการใช้แลคเกอร์ ตัวทำละลาย พลังงานไฟฟ้า) การพิมพ์สี (ปริมาณการใช้หมึกพิมพ์ ตัวทำละลาย พลังงานไฟฟ้า) การบรรจุ (การใช้พลังงานไฟฟ้า กล่องกระดาษ) การขึ้นรูปถุง (ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า) การบรรจุ (ปริมาณกล่องกระดาษ) รวมทั้ง ปริมาณการเกิดขยะและการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตทั้งหมด โดยการรวบรวม แผ่นเก็บข้อมูลบัญชีรายการจากพนักงานระดับปฏิบัติการในหน่วยการผลิตโดยตรง



ภาพที่ 12 สารขาเข้าและสารขาออกจากกิจกรรมการผลิตถุงรีทอร์ตเพาซ์ที่โรงงานผลิต

ข้อมูลการผลิตพลังงานไฟฟ้า ได้แก่ ปริมาณพลังงานที่ใช้ในการสกัดวัตถุดิบพลังงาน รวมทั้งน้ำมัน และปริมาณการปลดปล่อยมลพิษต่างๆ ในระหว่างการสกัดวัตถุดิบ และการผลิตพลังงานไฟฟ้า ได้จากข้อมูลทุติยภูมิที่รายงานไว้โดย Liamsanguan and Gheelawa (2006) ซึ่งได้จากการคำนวณทางทฤษฎีในปริมาณการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า ณ โรงไฟฟ้า ในปี 2546

4. ขั้นตอนการบรรจุเนื้อหาในกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์

กิจกรรมการบรรจุเนื้อหาในกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์หรือขั้นตอนการใช้งาน ภาชนะบรรจุทั้งสองชนิดจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมทั้งหมดภายใน โรงงานเดียวกัน แต่การรวบรวมข้อมูลนั้นไม่ได้ครอบคลุมถึงข้อมูลในการขนส่งภาชนะบรรจุจาก โรงงานผลิตทั้งสองแหล่งมายังโรงงานบรรจุเนื้อหาเนื่องจากตั้งสมมติฐานให้โรงงานผลิตภาชนะ บรรจุทั้งสองชนิดและโรงงานผลิตทุ่นำกระป๋องตั้งในบริเวณใกล้เคียงกัน นอกจากนี้พบว่าข้อมูล บัญชีรายการสิ่งแวดล้อมจากโรงงานบรรจุเนื้อหาแห่งนี้เป็นข้อมูลจำเพาะในแต่ละโรงงานการ ผลิตเนื่องจากความแตกต่างของเทคโนโลยีที่ได้มีการการออกแบบและประยุกต์ใช้ในโรงงานผลิต นั้นๆ

จากกิจกรรมการผลิตในโรงงานที่ทำการศึกษานี้พบว่ากระบวนการบรรจุเนื้อหาใน กระป๋องโลหะจะแตกต่างจากการบรรจุในรีทอร์ตเพาซ์ การบรรจุโดยใช้กระป๋องโลหะมีขั้นตอน มากกว่าการใช้รีทอร์ตเพาซ์ และพบว่ากระบวนการผลิตมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นหลักในเกือบทุก ขั้นตอน

กระบวนการบรรจุเนื้อหาในกระป๋องโลหะที่ใช้ในการศึกษารั้งนี้ เริ่มจากการใช้เครื่องจักร เพื่อปล่อยกระป๋องโลหะลงมาจากที่เก็บและบรรจุเนื้อหาในกระป๋อง จากนั้นทำการผนึกฝากระป๋อง และล้างภายนอกกระป๋องโลหะเพื่อเข้าสู่ฆ่าเชื้อ ทำให้กระป๋องเย็นโดยน้ำหล่อให้เย็นและเก็บใน อุณหภูมิห้องเพื่อรอการปิดฉลากกระป๋องต่อไป

ส่วนการใช้รีทอร์ตเพาซ์เป็นภาชนะบรรจุเนื้อหามีกระบวนการผลิตโดยเริ่ม จากการนำรี ทอร์ตเพาซ์บรรจุเนื้อหาโดยใช้แรงงานคนมือ และนำถุงที่บรรจุเนื้อหาแล้วผนึกปากถุงโดยเครื่องจักร และนำไปรีดถุงให้แบนเพื่อนำไปเข้าสู่ฆ่าเชื้อ และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิเหมาะสม จากนั้นจึงบรรจุ กล่องเพื่อรอการจำหน่ายต่อไป

รูปแบบการบรรจุเนื้อหากระป๋องและรีทอร์ตเพาซ์เพื่อจำหน่ายนั้นจะมีหลายรูปแบบและ ขึ้นกับความต้องการของลูกค้าเป็นหลัก ดังนั้นเพื่อทำการเปรียบเทียบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมใน ขั้นตอนการบรรจุ ทุ่นำกระป๋องมีการบรรจุแบบกระป๋องเดี่ยวในกล่องกระดาษ ขนาด 27 x21x16 ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งเป็นรูปแบบการบรรจุที่ความนิยมในการบรรจุเพื่อขนส่ง ขณะที่การบรรจุ รีทอร์ตเพาซ์จะบรรจุลงในกล่องกระดาษ เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการใช้กล่องกระดาษหากมีการใช้

รูปแบบการกล่อบแบบเดียวกัน การจำแนกข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการและแหล่งที่มาของข้อมูลในการเพื่อระบุเนื้อหาที่น่าในกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์

วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม

ข้อมูลขั้นตอนการบรรจุเนื้อหาในกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ ได้แก่ ปริมาณการใช้วัตถุดิบต่างๆ พลังงานไฟฟ้า ในขั้นตอนต่างๆ ขั้นตอน การบรรจุเนื้อหาในกระป๋องโลหะ เริ่มจากการปล่อยกระป๋อง การเติมเนื้อหาในกระป๋อง การฉีกฝากระป๋อง ถังกระป๋อง การฆ่าเชื้อ และการบรรจุกล่อง ข้อมูลที่ใช้ ได้แก่ ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า หมักพิมพ์ กระดาษ กล่องกระดาษ กาว ส่วนขั้นตอนการบรรจุรีทอร์ตเพาซ์เริ่มจากการพิมพ์ถุง การปิดปากถุง การรีดถุง การฆ่าเชื้อ การให้ความเย็นถุงการบรรจุ ข้อมูลที่ใช้ ได้แก่ ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า หมักพิมพ์ ปริมาณกล่องกระดาษ โดยข้อมูลเหล่านี้ได้จากการรวบรวมจากแผ่นเก็บข้อมูลบัญชีรายการจากพนักงานระดับปฏิบัติการในหน่วยผลิตโดยตรง

ข้อมูลการผลิตพลังงานไฟฟ้า ได้แก่ ปริมาณพลังงานที่ใช้ในการสกัดวัตถุดิบพลังงานรวมทั้งน้ำมัน และปริมาณการปลดปล่อยมลพิษต่างๆในระหว่างการสกัดวัตถุดิบ และการผลิตพลังงานไฟฟ้า ได้จากข้อมูลทุติยภูมิที่รายงานไว้โดย Liamsanguan and Gheelawa (2006) ซึ่งได้จากการคำนวณทางทฤษฎีในปริมาณการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า ณ โรงไฟฟ้า ในปี 2546

5. การขนส่งภาชนะป้องกันและภาชนะในรีทอร์ตเพาซ์ไปยังผู้บริโภคที่ต่างประเทศ

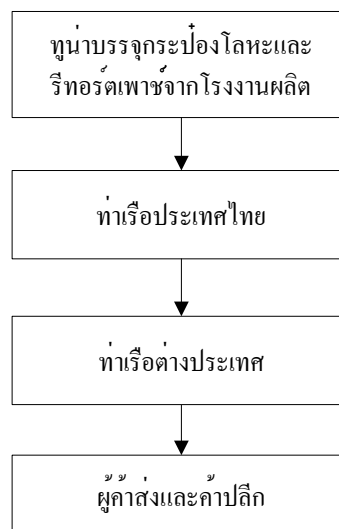
เนื่องจากข้อแตกต่างด้านรูปร่างภาชนะบรรจุกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์นั้นทำให้ปริมาณการขนส่งของภาชนะบรรจุทั้ง 2 ชนิดมีความแตกต่างกันในด้านปริมาณการขนส่งได้ การใช้น้ำมันเชื้อเพลิง การขนส่งผลิตภัณฑ์ภาชนะป้องกันและภาชนะบรรจุรีทอร์ตเพาซ์ไปยังผู้บริโภคในต่างประเทศนั้น เริ่มกิจกรรมการค้าและการ ตั้งแต่ การขนส่งจากโรงงานบรรจุภาชนะในจังหวัดสมุทรสาคร ไปยังท่าเรือภายในประเทศ และจากนั้นขนส่งต่อไปยังประเทศคู่ค้าหลัก ได้แก่ ประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศอังกฤษ และประเทศญี่ปุ่น

วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม

ข้อมูลการขนส่งท่อนำกระป๋องและรีทอร์ตเพาซ์ จากโรงงานไปท่าเรือคลองเตย ได้ตั้งสมมุติฐานว่าใช้รถบรรทุกขนส่งสินค้าที่ได้รวบรวมไว้ในโปรแกรมสำเร็จรูป (SimaPro version 7.0.1) เพื่อช่วยคำนวณในการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต ส่วนระยะทางการขนส่ง ปริมาณที่ขนส่งต่อรอบ ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ ได้จากการสอบถามข้อมูลจากทางโรงงานผลิตท่อนำ

ข้อมูลการขนส่งท่อนำกระป๋องและรีทอร์ตเพาซ์ จากท่าเรือประเทศไทยไปยังท่าเรือต่างประเทศ ได้ตั้งสมมุติฐานว่าปลายทาง คือ ท่าเรือที่เมืองซีแอตเทิล ประเทศสหรัฐอเมริกา ท่าเรือเมืองเซาแทมตัน ประเทศอังกฤษ และท่าเรือเมืองโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น โดยระยะทางการขนส่งอาศัยข้อมูลจาก <http://www.distances.com> ส่วนปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ปริมาณการปลดปล่อยอากาศเสียจากการขนส่ง ได้จากฐานข้อมูลการขนส่งที่รวบรวมไว้ในโปรแกรมสำเร็จรูป (SimaPro version 7.0.1) และมีสัดส่วนการบรรจุภาชนะบรรจุทั้ง 2 ชนิดในตู้คอนเทนเนอร์เพื่อขนส่งทางเรือร้อยละ 100

ข้อมูลการขนส่งท่อนำกระป๋องและท่อนำในรีทอร์ตเพาซ์จากท่าเรือต่างประเทศไปยังร้านค้าส่งและการค้าปลีกนั้น ได้จากการตั้งสมมุติฐานของระยะทางการขนส่งไปยังตัวแทนจำหน่ายผู้ค้าส่งคิดเป็น 120 กิโลเมตร และระยะทางการขนส่งจากผู้ค้าส่งไปยังผู้ค้าปลีก คิดเป็น 120 กิโลเมตรเช่นกัน นอกจากนี้การบรรจุภาชนะบรรจุในการขนส่งทางรถร้อยละ 75



ภาพที่ 13 กิจกรรมการขนส่งท่อนำกระป๋องและรีทอร์ตเพาซ์ไปยังผู้บริโภครีที่ต่างประเทศ

6. ขั้นตอนการจัดการซากภาชนะบรรจุหลังการใช้งาน

การจัดการของเสียของเสียที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิตและภายหลังการใช้งานจะมีการนำไปจัดการซากขยะ วิธีการที่ใช้นั้นขึ้นกับเทคโนโลยีและนโยบายการจัดการขยะในแต่ละพื้นที่ ในส่วนของกระบวนการผลิตและหลังการใช้กระป๋องโลหะพบว่าเศษเหล็กและกระป๋องโลหะจะนิยมนำไปรีไซเคิลใหม่เนื่องจากการช่วยลดการใช้ทรัพยากร แต่ของเสียที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิตและภายหลังการใช้งานรีทอร์ตเพาซ์เมื่อพิจารณาองค์ประกอบวัตถุดิบที่ใช้พบว่าเป็นพลาสติกและแผ่นเปลวอะลูมิเนียม แต่ในทางปฏิบัตินั้นขยะจากภาชนะบรรจุรีทอร์ตเพาซ์จัดเป็นขยะพลาสติกเนื่องด้วยจากลักษณะภายนอกของรีทอร์ตเพาซ์ที่มีองค์ประกอบเป็นพลาสติก และปัจจุบันในประเทศไทยจะนิยมนำขยะพลาสติกไปจัดการหลังการใช้งานด้วยวิธีการฝังกลบ ซึ่งอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ แต่อย่างไรเพื่อก่อให้เกิดการจัดการอย่างเหมาะสมของกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ในการศึกษานี้จึงได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบแนวทางเลือกในการจัดการขยะภาชนะบรรจุทั้ง 2 ชนิดในประเทศคู่ค้าหลักในส่งออกผู้นำกระป๋องของประเทศไทย เพื่อหาแนวทางในการจัดการขยะให้มีการส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดและเหมาะสมกับนโยบายการจัดการขยะภาชนะบรรจุในแต่ละประเทศ เช่น ประเทศสหภาพยุโรปที่ได้กำหนดนโยบาย EU Directive 94/62/EC เพื่อให้เป็นแนวทางในการจัดการขยะภาชนะบรรจุที่เกิดขึ้นภายในประเทศ

การวิเคราะห์แนวทางเลือกในการจัดการขยะภาชนะบรรจุที่มีการตั้งสมมติฐานการจัดการของเสียในประเทศคู่ค้าของอุตสาหกรรมผู้นำกระป๋องของประเทศไทยที่ส่งผลิตภัณฑ์ผู้นำกระป๋องไปขายเพื่อประเมินผลกระทบจากการจัดการของเสียภาชนะบรรจุทั้งสองชนิดในประเทศนั้นๆ ซึ่งประเทศคู่ค้าที่เลือกในการประเมินผลกระทบได้แก่ ประเทศสหรัฐอเมริกา (Beigl and Salhofer, 2004) ประเทศอังกฤษ (Husaini *et al.*, 2007) และประเทศญี่ปุ่น (Fumio *et al.*, 2005) และในแต่ละประเทศจะมีแนวทางการจัดการของเสียแตกต่างกันกัน ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 สัดส่วนการจัดการขยะภาชนะบรรจุโลหะและพลาสติกในประเทศต่างๆ

ประเทศ	การฝังกลบ	การเผา	การรีไซเคิล
สหรัฐอเมริกา			
- กระป๋องโลหะ	2.50	37.50	60.00
- รีทอร์ตเพาซ์	70.00	20.00	10.00
อังกฤษ			
- กระป๋องโลหะ	20.00	14.00	66.00
- รีทอร์ตเพาซ์	80.00	8.00	7.00
ญี่ปุ่น			
- กระป๋องโลหะ	2.50	10.00	87.50
- รีทอร์ตเพาซ์	40.00	50.00	10.00

3. การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Life Cycle Impact Assessment)

การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเป็นการนำเอาข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์บัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนที่ 2 มาประมวลและคำนวณหาขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยในการศึกษานี้กำหนดวิธีการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมชั้นกลางโดยอาศัยวิธี CML2 Baseline 2000 เป็นวิธีหลักตามรายละเอียดเชิงหลักการที่ได้อธิบายแล้วในบทที่ 2 และสามารถจำแนกกลุ่มผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่พิจารณาในการศึกษา ดังนี้ การลดลงของทรัพยากรที่ไม่สามารถทดแทนได้ง่าย การก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน การก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อมนุษย์ การก่อให้เกิดภาวะความเป็นกรด และการเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารในแหล่งน้ำ

จากนั้นวิเคราะห์ตามวิธี Eco-indicator 99 เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของผลการศึกษากับวิธีหลักที่ใช้ ซึ่งวิธีนี้เป็นการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมชั้นปลายและให้น้ำหนักความสำคัญกลุ่มผลกระทบเพื่อให้ได้ค่าคะแนนเชิงเดี่ยวและสามารถเปรียบเทียบผลกระทบได้ทั้งหมด ซึ่งการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์จะแสดงในรูปความสามารถของการก่อให้เกิดผลกระทบแต่ละขั้นตอนวัฏจักรชีวิตและแสดงในรูปคะแนนเชิงเดี่ยวโดยรวมของภาชนะบรรจุทั้ง 2 ชนิด

กลุ่มผลกระทบต่างๆ ที่ใช้ในการพิจารณา คือ ผลกระทบด้านสุขภาพมนุษย์ ได้แก่ การก่อให้เกิดมะเร็ง การหายใจจากสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงสภาวะภูมิอากาศ ด้านระบบนิเวศวิทยา ได้แก่ ภาวะความเป็นกรด/ การเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารในแหล่งน้ำ ความเป็นพิษต่อระบบนิเวศ การใช้พื้นที่ ผลกระทบด้านการลดลงของทรัพยากร ได้แก่ การใช้สินแร่ และการใช้เชื้อเพลิง

และสุดท้ายประเมินผลกระทบด้านการใช้พลังงานด้วยวิธี Cumulative Energy Demand ซึ่งเป็นการประเมินผลกระทบด้านพลังงานตลอดวัฏจักรชีวิตในการใช้พลังงานในรูปแบบต่างๆ เช่น ฟอสซิล นิวเคลียร์ ชีวมวล น้ำ และลม โดยแสดงค่าผลกระทบในรูปคะแนนเชิงเดี่ยวโดยรวม และวิเคราะห์หาแนวทางในการปรับปรุงสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์

4. การตีความและแปลผลการวิเคราะห์ (Life Cycle Interpretation)

การแปลผลการวิเคราะห์ผลการศึกษาที่ได้ จะวิเคราะห์ถึงประเด็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ และขั้นตอนที่ก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุด รวมถึงแหล่งที่มาของผลกระทบนั้นต่อสิ่งแวดล้อมของกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ และนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ในการเปรียบเทียบสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของภาชนะบรรจุทั้ง 2 ชนิดนี้ เพื่อหาแนวทางในการจัดการซากขยะภาชนะบรรจุที่เหมาะสม ทั้งนี้การแปลผลการวิเคราะห์จะตั้งอยู่บนพื้นฐานของ เป้าหมายและขอบเขตการศึกษา และวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์

ผลและวิจารณ์

1. ผลการวิเคราะห์บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อมของกระป๋องโลหะเปรียบเทียบกับรีทอร์ตเพาซ์

1.1 การได้มาซึ่งวัตถุดิบ

จากผลการศึกษาพบว่า การผลิตกระป๋องโลหะมีวัตถุดิบหลักที่ใช้ 2 ชนิด คือ เหล็ก และอะลูมิเนียมซึ่งมีปริมาณการใช้เพื่อผลิตกระป๋องโลหะจำนวน 20,000 ใบ เท่ากับ 445.62 และ 44.4 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนปริมาณการใช้วัตถุดิบทั้ง 2 ชนิดหลักประมาณ ร้อยละ 91 และ 9 ตามลำดับ และเนื่องจากประเทศไทยไม่มีแหล่งสินแร่เหล็กและบอกไซต์ที่มีคุณภาพเพียงพอจึงต้องมีการนำเข้าวัตถุดิบเหล่านี้จากต่างประเทศ เพื่อใช้ในการผลิตกระป๋องโลหะ ในขณะที่การผลิตรีทอร์ตเพาซ์มีวัตถุดิบหลักที่ใช้ 4 ชนิด คือ พลาสติกโพลีเอสเตอร์ แผ่นเปลวอะลูมิเนียม ฟิล์มไนลอน และฟิล์มพอลิพรอพิลีน โดยมีปริมาณการใช้เพื่อผลิตรีทอร์ตเพาซ์ จำนวน 17,000 ใบ เท่ากับ 8.92 12.75 9.08 และ 333.47 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนปริมาณการใช้พลาสติกและอะลูมิเนียมเท่ากับร้อยละ 70.3 และ 19.7 ตามลำดับ เช่นเดียวกับการผลิตกระป๋องโลหะที่มีการนำเข้าวัตถุดิบหลักจากต่างประเทศทั้งหมด ซึ่งแหล่งที่มาและชนิดการขนส่งของวัตถุดิบหลักแสดงตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แหล่งที่มาและชนิดการขนส่งของวัตถุดิบหลักในการผลิตกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์เพื่อใช้บรรจุหน้ 1,700 กิโลกรัม

ชนิดวัตถุดิบ	แหล่งที่มา	ชนิดการขนส่ง	ระยะทาง
กระป๋องโลหะ			
เหล็ก	ญี่ปุ่น	เรือ	5,539
อะลูมิเนียม	สหรัฐอเมริกา	เรือ	16,469
รีทอร์ตเพาซ์			
พอลิเอสเตอร์	อินโดนีเซีย	เรือ	2390
แผ่นเปลวอะลูมิเนียม	อินโดนีเซีย	เรือ	2390
ไนลอน	อินโดนีเซีย	เรือ	2390
พอลิพรอพิลีน	อินโดนีเซีย	เรือ	2390

เหล็กมีการนำเข้ามาจากประเทศญี่ปุ่นแผ่นอะลูมิเนียมนำเข้าจากประเทศสหรัฐอเมริกา ฟิล์มพอลิเอสเตอร์ แผ่นเปลวอะลูมิเนียม ฟิล์มไนลอน ฟิล์มพอลิพรอพิลีน ตั้งสมมติฐานการนำเข้าจากประเทศอินโดนีเซีย และขนส่งมายังท่าเรือที่จังหวัดกรุงเทพ หลังจากนั้นจะขนส่งวัตถุดิบต่อไปยังโรงงานผู้ผลิต ส่วนการขนส่งเหล็กและอะลูมิเนียมเพื่อใช้ผลิตกระป๋องโลหะมีการขนส่งมายังท่าเรือจังหวัดชลบุรีโดยบริษัทผู้นำเข้าเหล็กและขนส่งต่อไปยังบริษัทผู้ผลิตผลิตกระป๋องโลหะในจังหวัดสมุทรสาคร

ตารางที่ 13 ปริมาณการใช้ทรัพยากรพลังงานต่างๆและวัตถุดิบในการผลิตผลิตกระป๋องโลหะและรีทอร์ตแพชเพื่อบรรจุน้ำหนัก 1,700 กิโลกรัม

พลังงานปฐมภูมิและทรัพยากรที่ใช้ในการผลิตวัตถุดิบหลัก	หน่วย	ปริมาณการใช้	
		กระป๋องโลหะ จำนวน 20,000 ใบ	รีทอร์ตแพช จำนวน 17,000 ใบ
ถ่านหินชนิดค่าความร้อน (18 เมกะจูล ต่อ กิโลกรัม)	กิโลกรัม	951.98	18.06
ถ่านหินชนิดค่าความร้อน 8 เมกะจูล ต่อ กิโลกรัม)	กิโลกรัม	86.9	3.74
ก๊าซธรรมชาติชนิดค่าความร้อน (36.6เมกะจูลต่อลูกบาศก์เมตร)	ลูกบาศก์เมตร	78.88	12.9
ก๊าซธรรมชาติชนิดค่าความร้อน (35 เมกะจูลต่อลูกบาศก์เมตร)	ลูกบาศก์เมตร	20.4	6.69
น้ำมันดิบชนิดค่าความร้อน (42.6เมกะจูล ต่อ กิโลกรัม)	กิโลกรัม	109.99	23.11
สินแร่เหล็ก	กิโลกรัม	1456.86	22.25
สินแร่บอกไซต์	กิโลกรัม	163.37	37.86

ผลการวิเคราะห์บัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิตเหล็กแผ่นเพื่อใช้ในการผลิตกระป๋องโลหะจำนวน 20,000 ใบ พบว่าต้องสกัดจากสินแร่เหล็กบริสุทธิ์ 1,456.86 กิโลกรัม ส่วนแผ่นอะลูมิเนียมใช้สินแร่บอกไซต์ 163.37 กิโลกรัม และนอกจากนี้การผลิตกระป๋องโลหะต้องอาศัยทรัพยากรพลังงานปฐมภูมิหลัก ได้แก่ ถ่านหินชนิดค่าความร้อนต่างๆ โดยเฉพาะจากชนิดค่าความร้อน 18 MJ/kg เป็นแหล่งพลังงานหลักปริมาณสูงถึง 951.98 กิโลกรัม ซึ่งคิดเป็นค่าพลังงาน

ความร้อนที่ใช้รวม 17,135.64 เมกะจูล ส่วนการผลิตรีทอร์ตเพาซ์ จำนวน 17,000 ใบ มีปริมาณการใช้ทรัพยากรพลังงานจากถ่านหินชนิดค่าความร้อน 18 เมกะจูลต่อลูกบาศก์เมตร เป็นหลัก ปริมาณ 18.06 กิโลกรัม รวมถึงการใช้น้ำมันชนิดค่าความร้อน 42.6 เมกะจูลต่อลูกบาศก์เมตร ปริมาณ 23.11 กิโลกรัม นอกจากนี้มีการใช้สินแร่บอไซด์สำหรับการผลิตแผ่นเปลวอะลูมิเนียมปริมาณ 26.2 กิโลกรัม ส่วนปริมาณการใช้ทรัพยากรชนิดอื่นๆ แสดงดังตารางที่ 13

1.2 การผลิตกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมได้แก่ ปริมาณสารขาเข้าและสารขาออกของกระบวนการผลิตกระป๋องโลหะชนิด 2 ชั้นแบบฝาเปิดอย่างง่าย ณ โรงงานผลิตกระป๋องจังหวัดสมุทรสาคร ตามขอบเขตการศึกษาดังอธิบายรายละเอียดในบทที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมปริมาณสารขาเข้าขาออกของกระบวนการผลิตกระป๋องโลหะ พบว่า มีปริมาณการใช้วัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตกระป๋องโลหะเพื่อบรรจุเนื้อทูน่า 1,700 กิโลกรัม นั้นได้แก่ ปริมาณการใช้แผ่นเหล็กเพื่อผลิตตัวกระป๋องและฝากระป๋อง 445.62 กิโลกรัม ปริมาณการใช้แผ่นอะลูมิเนียมเพื่อผลิตหูหิ้วฝากระป๋อง 44.4 กิโลกรัม การใช้พลังงานไฟฟ้าเนื่องจากการใช้เครื่องจักรในขั้นตอนการผลิต 64.65 กิโลวัตต์-ชั่วโมง นอกจากนี้การใช้แลคเกอร์ 94.90 กิโลกรัม แก๊สหุงต้มเพื่อให้ความร้อนในขั้นตอนการเคลือบแลคเกอร์และการพิมพ์สี 61.3 กิโลกรัม รวมถึงการใช้หมึกพิมพ์ 12.41 กิโลกรัม

นอกจากนี้จากการพิจารณาบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมกระป๋องโลหะพบว่าของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตกระป๋องโลหะนั้น พบว่าเป็นเศษเหล็ก 161.28 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 26.54 ของปริมาณแผ่นเหล็กที่ใช้เป็นสารขาเข้า โดยเป็นเศษเหล็กจากขั้นตอนกระบวนการขึ้นรูปกระป๋องเป็นหลัก 141.3 กิโลกรัม ซึ่งในส่วนนี้แบ่งเป็นเศษเหล็กที่มาจากโครงเหล็กภายหลังการปั๊มตัวกระป๋อง 139.27 กิโลกรัม กระป๋องที่ขึ้นรูปแล้วเสีย 2.02 กิโลกรัม และเศษเหล็กจากขึ้นรูปฝากระป๋อง 55.91 กิโลกรัม และเศษโลหะเหล่านี้จะถูกรวบรวมและขนส่งนำไปจัดการโดยผู้รับซื้อเศษโลหะต่อไป ส่วนของเสียจากการใช้สารเคมีต่างๆ ในการผลิตกระป๋องได้ถูกรวบรวมไว้ในปริมาณสารขาเข้าแล้ว

ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมการผลิตรีทอร์ตเพาซ์ ซึ่งได้แก่ ปริมาณสารขาเข้าและสารขาออกของกระบวนการผลิตรีทอร์ตเพาซ์ ดังขอบเขตการศึกษาที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 ซึ่งไม่ครอบคลุมถึงขั้นตอนการเตรียมแม่พิมพ์สำหรับการพิมพ์รีทอร์ตเพาซ์ เมื่อพิจารณาปริมาณสาร

ขาเข้าในขั้นแรก พบว่า ขั้นตอนการพิมพ์ภาพและข้อความบนรีทอร์ตเพาซ์มีสารขาเข้าหลัก คือ फिल्मพอลิเอสเตอร์ ปริมาณ 8.12 กิโลกรัม และหมึกพิมพ์ชนิดพีวีซีเบสปริมาณ 3.96 กิโลกรัม จากนั้นนำฟิล์มพอลิเอสเตอร์ที่พิมพ์สีแล้วไปลามิเนตกับแผ่นเปลวอะลูมิเนียม 12.75 กิโลกรัม ฟิล์มไนลอน 8.92 กิโลกรัม และฟิล์มพอลิพรอพิลีน 33.47 กิโลกรัม วัสดุหลักทั้ง 4 ชนิดถูกลามิเนตให้เป็นวัสดุชิ้นเดียวกันด้วยกาวชนิดพอลิยูเรเทน 11.68 กิโลกรัม และนำไปขึ้นรูปรีทอร์ตเพาซ์ ซึ่งในขั้นตอนการขึ้นรูปรีทอร์ตเพาซ์นั้นพบว่า มีสารขาเข้าชนิดเดียว คือ การใช้พลังงานไฟฟ้าจากเครื่องจักร แต่จะของเสียที่เกิดขึ้นจะเป็นฟิล์มที่เกิดจากกระบวนการขึ้นรูปและไม่สามารถใช้งานได้ต่อไป นอกจากนี้เมื่อพิจารณาของเสียจากกระบวนการผลิตรีทอร์ตเพาซ์ทั้งหมดทุกขั้นตอนพบว่า ส่วนใหญ่เป็นพลาสติกที่เกิดขึ้นในขั้นตอนลามิเนตมากที่สุด 4.97 กิโลกรัม และขั้นตอนการขึ้นรูปถลุง 1.29 กิโลกรัม ซึ่งของเสียเหล่านี้จัดเป็น mixed waste เนื่องจากประกอบด้วยวัสดุหลายชนิดและไม่สามารถแยกชนิดในการกำจัดได้ และจะถูกขนส่งไปจัดการต่อไปโดยบริษัทผู้รับจัดการของเสีย

เมื่อพิจารณาข้อมูลเฉพาะการใช้พลังงานไฟฟ้าเนื่องจากการใช้เครื่องจักรในกระบวนการผลิต พบว่า กระบวนการผลิตกระป๋องโลหะมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในทุกขั้นตอนโดยมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด 64.65 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และพบว่าขั้นตอนที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด คือ ขั้นตอนการเคลือบแลคเกอร์ซึ่งมีการใช้พลังงานไฟฟ้า 20.23 กิโลวัตต์-ชั่วโมง รองลงมา คือ ขั้นตอนการขึ้นรูปกระป๋องที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้าใกล้เคียงกระบวนการพิมพ์สี 16.10 และ 15.94 กิโลวัตต์- ชั่วโมง และการตัดแผ่นเหล็กและการบรรจุ มีปริมาณการใช้ไฟฟ้ามีปริมาณการใช้ไฟฟ้า 11.56 และ 2.54 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ตามลำดับ ส่วนในกระบวนการการผลิตรีทอร์ตเพาซ์พบว่า ขั้นตอนการลามิเนตชิ้นเป็นขั้นตอนที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด 75.36 กิโลวัตต์-ชั่วโมง รองลงมา คือ ขั้นตอนการพิมพ์และการขึ้นรูปถลุงมีการใช้พลังงานไฟฟ้า 51.82 และ 14.86 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ตามลำดับ แต่ในขั้นตอนการบรรจุรีทอร์ตเพาซ์ในกล่องกระดาษเพื่อจำหน่ายนั้นไม่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเนื่องจากเป็นทำการบรรจุด้วยมือลงกล่องกระดาษซึ่งต่างจากการบรรจุกระป๋องโลหะที่ต้องใช้เครื่องจักรจึงทำให้ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนนี้ด้วย

ตารางที่ 14 บัญชีรายการสารขาเข้าขาออกในกระบวนการผลิตกระป๋องและรีทอร์ตเพาซ์เพื่อ
บรรจุเนื้อหมู 1,700 กิโลกรัม

กระป๋องโลหะ จำนวน 20,000 ใบ			รีทอร์ตเพาซ์ จำนวน 17,000 ใบ		
สารขาเข้า/ออก	หน่วย	ปริมาณที่ใช้	สารขาเข้า/ออก	หน่วย	ปริมาณที่ใช้
<u>การตัดแผ่นเหล็ก</u>			<u>การพิมพ์</u>		
แผ่นเหล็ก	กิโลกรัม	606.71	ฟิล์มพอลิเอสเตอร์	กิโลกรัม	8.12
พลังงานไฟฟ้า	กิโลวัตต์-ชม.	11.56	พลังงานไฟฟ้า	กิโลวัตต์-ชม.	51.82
เศษเหล็ก	กิโลกรัม	12.12	หมึกพิมพ์	กิโลกรัม	3.96
<u>การเคลือบแลกเกอร์</u>			ตัวทำละลาย	กิโลกรัม	1.89
แผ่นเหล็ก	กิโลกรัม	594.59	เศษฟิล์ม	กิโลกรัม	0.63
พลังงานไฟฟ้า	กิโลวัตต์-ชม.	20.23	หมึกพิมพ์เสีย	กิโลกรัม	0.46
ก๊าซหุงต้ม	กิโลกรัม	61.39	ตัวทำละลายเสีย	กิโลกรัม	0.2
แลกเกอร์	กิโลกรัม	94.90	<u>การลามิเนต</u>		
ตัวทำละลาย	กิโลกรัม	158.57	ฟิล์มไนลอน	กิโลกรัม	8.92
เศษเหล็ก	กิโลกรัม	2.05	ฟิล์มพอลิพรอพิลีน	กิโลกรัม	33.47
<u>การพิมพ์</u>			แผ่นเปลวอะลูมิเนียม	กิโลกรัม	12.75
แผ่นเหล็ก	กิโลกรัม	592.54	พลังงานไฟฟ้า	กิโลวัตต์-ชม.	75.36
พลังงานไฟฟ้า	กิโลวัตต์-ชม.	15.94	กาว	กิโลกรัม	11.68
ก๊าซหุงต้ม	กิโลกรัม	1.05	ตัวทำละลาย	กิโลกรัม	9.59
หมึกพิมพ์	กิโลกรัม	12.41	กาวเสีย	กิโลกรัม	0.88
เศษเหล็ก	กิโลกรัม	5.61	ตัวทำละลายเสีย	กิโลกรัม	0.54
<u>การขึ้นรูป</u>			เศษฟิล์ม	กิโลกรัม	4.97
แผ่นเหล็ก	กิโลกรัม	586.93	<u>การขึ้นรูป</u>		
พลังงานไฟฟ้า	กิโลวัตต์-ชม.	16.10	พลังงานไฟฟ้า	กิโลวัตต์-ชม.	14.86
แผ่นอะลูมิเนียม	กิโลกรัม	44.40	ของเสียพลาสติก	กิโลกรัม	1.29
เศษโลหะ	กิโลกรัม	141.3	<u>การบรรจุ</u>		
<u>การบรรจุ</u>			กล่องกระดาษ	กิโลกรัม	1.67
กระป๋องโลหะ	กิโลกรัม	490.02			
พลังงานไฟฟ้า	กิโลกรัม	2.54			
ไม้พาเลต	กิโลกรัม	4.15			
ฟิล์มพอลิเอท	กิโลกรัม	1.87			
กระดาษ	กิโลกรัม	7.26			
พอลิไวนิลคลอไรด์	กิโลกรัม	5.47			

1.3 ขั้นตอนการบรรจุหน้าในกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์

จากการพิจารณาบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมจากขั้นตอนการบรรจุหน้าในกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์เพื่อบรรจุหน้า 1,700 กิโลกรัม ณ โรงงานผลิตหน้ากระป๋อง พบว่า สารเข้าหลัก ได้แก่ พลังงานไฟฟ้าจากการใช้เครื่องจักรในขั้นตอนต่างๆ ขั้นตอนการบรรจุของกระป๋องโลหะ เริ่มต้นจากการพิมพ์ข้อมูลบนกระป๋องโลหะ การบรรจุฝากระป๋อง การฉีกฝากระป๋อง การล้างกระป๋อง การฆ่าเชื้อ และสุดท้ายในขั้นตอนการบรรจุหน้ากระป๋องเพื่อการขนส่งสินค้า กระป๋องโลหะมีการใช้กล่องกระดาษ 72.5 กิโลกรัม และพิจารณาบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการบรรจุของรีทอร์ตเพาซ์ (การบรรจุหน้า) ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 15 พบว่า กระบวนการบรรจุ หน้าในรีทอร์ตเพาซ์จะมีแตกต่างจากการบรรจุของกระป๋องโลหะ ขั้นตอนการผลิตแต่จะมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเนื่องจากการใช้เครื่องจักรในกระบวนการผลิตเป็นหลัก เช่นเดียวกับการบรรจุหน้าในกระป๋องโลหะ การบรรจุหน้าในรีทอร์ตเพาซ์เริ่มต้นจากจากขั้นตอนการพิมพ์ข้อมูลบนรีทอร์ตเพาซ์ การฉีกปากถุง การรีดถุง การฆ่าเชื้อ การบรรจุรีทอร์ตเพาซ์เพื่อขนส่งมีการใช้กล่องกระดาษลูกฟูก 211.9 กิโลกรัม

เมื่อเปรียบเทียบขั้นตอนการบรรจุเพื่อขนส่ง ด้วยรูปแบบของการบรรจุที่แตกต่างกัน กระป๋องโลหะมีการบรรจุในกล่องกระดาษ ขณะที่รีทอร์ตเพาซ์จะบรรจุในกล่องกระดาษขนาดเล็กกว่าและมีชั้นกระดาษรองรับด้านใน ซึ่งมากกว่าการใช้ของกระป๋องโลหะประมาณ 3 เท่า เนื่องจากการบรรจุรีทอร์ตเพาซ์ลงในกล่องกระดาษจะมีรูปแบบการบรรจุจำนวนน้อยเพื่อป้องกันการกระแทกของผลิตภัณฑ์ภายใน จึงทำให้ต้องใช้จำนวนกล่องกระดาษมากกว่าการบรรจุของกระป๋องโลหะและมีรูปแบบการบรรจุที่สามารถนำไปวางขายผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดได้ทันทีเป็นหลัก

นอกจากนี้ปริมาณการใช้วัตถุดิบอื่นๆ ในขั้นตอนนี้ เช่น การใช้หมึกพิมพ์เพื่อพิมพ์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์บนรีทอร์ตเพาซ์ ฟิล์มพอลิเอทิลีนเพื่อห่อรวมกล่องกระดาษที่บรรจุกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ จะแสดงดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 บัญชีรายการสิ่งแวดลอมขั้นตอนการบรรจุทูนในกระป๋องโลหะและ
รีทอร์ตเพาซ์เพื่อบรรจุทูน 1,700 กิโลกรัม

กระป๋องโลหะ 20,000 ใบ			รีทอร์ตเพาซ์ 17,000 ใบ		
ชนิด	หน่วย	ปริมาณที่ใช้	ชนิด	หน่วย	ปริมาณที่ใช้
<u>การพิมพ์</u>			<u>การพิมพ์</u>		
พลังงานไฟฟ้า	กิโลวัตต์-ชม	3.21	พลังงานไฟฟ้า	กิโลวัตต์-ชม	0.95
หมึกพิมพ์	กิโลกรัม	2.99	หมึกพิมพ์	กิโลกรัม	2.15
<u>การบรรจุเนื้อปลา</u>			<u>การฉีกถุง</u>		
พลังงานไฟฟ้า	กิโลวัตต์-ชม	6.39	พลังงานไฟฟ้า	กิโลวัตต์-ชม	63.0
<u>การฉีกปลา</u>			<u>การรีดถุง</u>		
พลังงานไฟฟ้า	กิโลวัตต์-ชม	4.73	พลังงานไฟฟ้า	กิโลวัตต์-ชม	17.9
<u>การล้างกระป๋อง</u>			<u>การฆ่าเชื้อ</u>		
พลังงานไฟฟ้า	กิโลวัตต์-ชม	4.73	พลังงานไฟฟ้า	กิโลวัตต์-ชม	164.8
<u>การฆ่าเชื้อ</u>			น้ำมันเตา	กิโลกรัม	3.35
พลังงานไฟฟ้า	กิโลวัตต์-ชม	417.68	น้ำ	กิโลกรัม	10.97
น้ำมันเตา	กิโลกรัม	0.85	<u>การทำให้แห้ง</u>		
น้ำ	กิโลกรัม	12.9	พลังงานไฟฟ้า	กิโลวัตต์-ชม	42.28
<u>การทำให้แห้ง</u>			<u>การบรรจุ</u>		
พลังงานไฟฟ้า	กิโลวัตต์-ชม	5.03	กล่องกระดาษ	กิโลกรัม	180.14
<u>การบรรจุ</u>			กาว	กิโลกรัม	6.0
พลังงานไฟฟ้า	กิโลวัตต์-ชม	2.33			
กล่องกระดาษ	กิโลกรัม	72.5			
กาว	กิโลกรัม	2.07			
กระดาษ	กิโลกรัม	12.07			

1.4 การขนส่งทูนกระป๋องและทูนในรีทอร์ตเพาซ์ไปยังผู้บริโภคร่างประเทศ

ผลิตภัณฑ์ทูนบรรจุกระป๋องโลหะและบรรจุรีทอร์ตเพาซ์จะขนส่งไปยังประเทศคู่ค้าหลักของไทย ทูนบรรจุกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ถูกขนส่งตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 235 x 235 x 595 ลูกบาศก์เซนติเมตร การขนส่งจากท่าเรือประเทศไทยไปยังท่าเรือที่ต่างประเทศ ได้แก่ ท่าเรือซีแอตเติล ประเทศสหรัฐอเมริกามีระยะทางขนส่ง 16,469 กิโลเมตร ท่าเรือเซาท์แทมตัน ประเทศอังกฤษมีระยะทางขนส่ง 13,260 กิโลเมตร และท่าเรือโตเกียว ประเทศญี่ปุ่นมีระยะทาง 5,539

กิโลเมตร จากรูปแบบการบรรจุท่อนำกระป๋องและรีทอร์ตเพาซ์เพื่อขนส่งสินค้าไปต่างประเทศดังบทที่ 3 ท่อนำกระป๋องโลหะจะต้องใช้จำนวนกล่องกระดาช 416 กล่อง และรีทอร์ตเพาซ์จำนวนกล่องทั้งสิ้น 1,416 กล่อง

1.5 การจัดการกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์หลังการใช้งาน

ข้อมูลบัญชีรายการจากการจัดการของเสียภาชนะบรรจุหลังการใช้งาน การตั้งสมมติฐานการใช้งานกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ในต่างประเทศ ดังนั้นการจัดการของเสียกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ในแต่ละประเทศ ดังนี้ คือ ประเทศสหรัฐอเมริกา อังกฤษ และญี่ปุ่น ซึ่งเป็นประเทศที่เป็นคู่ค้าอุตสาหกรรมท่อนำกระป๋องที่สำคัญของไทย มีแนวทางการจัดการของเสียจากภาชนะบรรจุแตกต่างกันไป จากตารางที่ 16 พบว่าบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมจากการจัดการกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ในแต่ละประเทศมีความแตกต่างกันไม่มากนัก

ผลการศึกษาข้อมูลบัญชีรายการการจัดการขยะกระป๋องโลหะในประเทศสหรัฐอเมริกา อังกฤษ และญี่ปุ่น พบว่ามีค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ -550 -605 และ -887 กิโลกรัม และก๊าซมีเทน -2.39 -2.63 และ -3.87 กิโลกรัม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในการจัดการขยะกระป๋องโลหะลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทนในอากาศ เนื่องจากทั้ง 3 ประเทศมีแนวทางการจัดการขยะกระป๋องโลหะโดยการรีไซเคิลเป็นหลัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศญี่ปุ่นที่มีการอัตราการใช้เคลือบกระป๋องโลหะสูงสุดจึงช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทนสูงสุด ในขณะที่การจัดการขยะรีทอร์ตเพาซ์ในทั้ง 3 ประเทศ มีค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 19.88 16.66 และ 77.62 กิโลกรัม ตามลำดับ และมีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทน 0.007 0.086 และ 0.08 กิโลกรัม ตามลำดับ จะเห็นว่าประเทศญี่ปุ่นมีปริมาณการปลดปล่อยมลสารทั้ง 2 ชนิดนี้สูงสุดเนื่องจากแนวทางการจัดการขยะรีทอร์ตเพาซ์ในทั้ง 3 ประเทศ โดยวิธีการเผา จึงปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้ ส่วนประเทศสหรัฐอเมริกา อังกฤษ มีแนวทางการจัดการขยะรีทอร์ตเพาซ์โดยวิธีการฝังกลบเป็นหลัก 0.0165 0.0167 และ 0.016 กิโลกรัม ตามลำดับ เป็นผลมาจากมาจากการฝังกลบขยะพลาสติกจากรีทอร์ตเพาซ์เป็นหลัก

ตารางที่ 16 ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมการจัดการกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์หลัง
การใช้งานในแต่ละประเทศ

มลสาร	หน่วย	กระป๋องโลหะ			รีทอร์ตเพาซ์		
		USA	UK	Japan	USA	UK	Japan
CO ₂	กิโลกรัม	-550	-605	-887	19.88	16.66	77.62
CH ₄	กิโลกรัม	-2.39	-2.63	-3.87	0.08	0.09	0.08
SO ₂	กิโลกรัม	0.06	0.05	0.03	-0.05	-0.058	0.003
NO _x	กิโลกรัม	-0.59	-0.60	-1.00	0.02	0.01	0.2

2. การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Life cycle Impact Assessment)

หลังจากการวิเคราะห์บัญชีรายการสิ่งแวดล้อมจึงทำการจำแนกข้อมูลและแปลงค่าข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมดังกล่าวให้เป็นค่าความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หรือที่เรียกว่า ขั้นตอนการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Life cycle Impact Assessment : LCIA) วิธีการประเมินสิ่งแวดล้อมที่เลือกใช้ในการศึกษาโดยวิธี CML2 Baseline 2000 ซึ่งเป็นวิธีการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมขั้นกลางและคำนึงถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการปลดปล่อยสารมลพิษออกสู่สิ่งแวดล้อม และกลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เลือกพิจารณาศึกษา คือ การลดลงของทรัพยากรประเภทที่ไม่สามารถทดแทนได้ (Abiotic depletion หรือ ADP) การก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global warming หรือ GWP) การก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อมนุษย์ (Human toxicity หรือ HTP) การก่อให้เกิดภาวะความเป็นกรด (Acidification : AP) การเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารในแหล่งน้ำ (Eutrophication หรือ EP) หลังจากนั้นทำการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วยวิธี Eco-indicator 99 เพื่อประเมินความสอดคล้องผลการศึกษากับวิธี CML2 Baseline 2000 ประเมินผลกระทบด้านการใช้พลังงานโดยวิธี Cumulative Energy Demand และเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงสมรรถเชิงสิ่งแวดล้อมของกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์

รายละเอียดผลการศึกษาการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตลอดวัฏจักรชีวิตของ กระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ แสดงดังต่อไปนี้

2.1 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์

การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมโดยรวมของกระป๋องโลหะเปรียบเทียบกับรีทอร์ตเพาซ์ในแต่ละขั้นตอนวัฏจักรชีวิตโดยวิธี CML2 Baseline 2000 ตั้งแต่ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิตภาชนะบรรจุ และการบรรจุเนื้อหา การขนส่งสินค้าไปต่างประเทศ การจัดการขยะกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ในต่างประเทศ ผลการศึกษาที่ใช้ในการแสดงข้อมูลเป็นค่าของผลกระทบในประเทศอังกฤษ ผลการศึกษาในทุกกลุ่มผลกระทบ แสดงดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ผลกระทบโดยภาพรวมของกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์

ตัวชี้วัดผลกระทบ สิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าผลกระทบสิ่งแวดล้อม	
		กระป๋องโลหะ	รีทอร์ตเพาซ์
		จำนวน 20,000 ใบ	จำนวน 17,000 ใบ
ADP	kg Sb. eq.	27.3	9.18
GWP	kg CO ₂ eq.	3,940	1,580
HTP	kg 1,4-DB eq.	1,430	479
AP	kg SO ₂ eq.	41.10	14.10
EP	kg PO ₄ ⁻³ eq.	4.60	2.11

สาเหตุหลักของการก่อให้เกิดผลกระทบจากกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ในแต่ละกลุ่มผลกระทบ แสดงดังต่อไปนี้

กลุ่มผลกระทบ ADP พบว่ากระป๋องโลหะมีค่าผลกระทบสูงกว่ารีทอร์ตเพาซ์ ประมาณ 3 เท่า ขั้นตอนที่ทำให้เกิดผลกระทบสูงสุดของกระป๋องโลหะมาจากขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ 21.6 kg Sb eq. ร้อยละ 67.8 โดยมีสาเหตุหลักจากการผลิตแผ่นเหล็ก และรองลงมา คือ ขั้นตอนการขนส่งสินค้าไปต่างประเทศ ส่วนรีทอร์ตเพาซ์มีขั้นตอนหลักที่ทำให้เกิดผลกระทบ คือขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบร้อยละ 4.38 kg Sb eq. ร้อยละ 46.8 สาเหตุหลักจากการผลิตฟิล์มพอลิพรอพิลีน รองมาคือ ขั้นตอนการบรรจุ

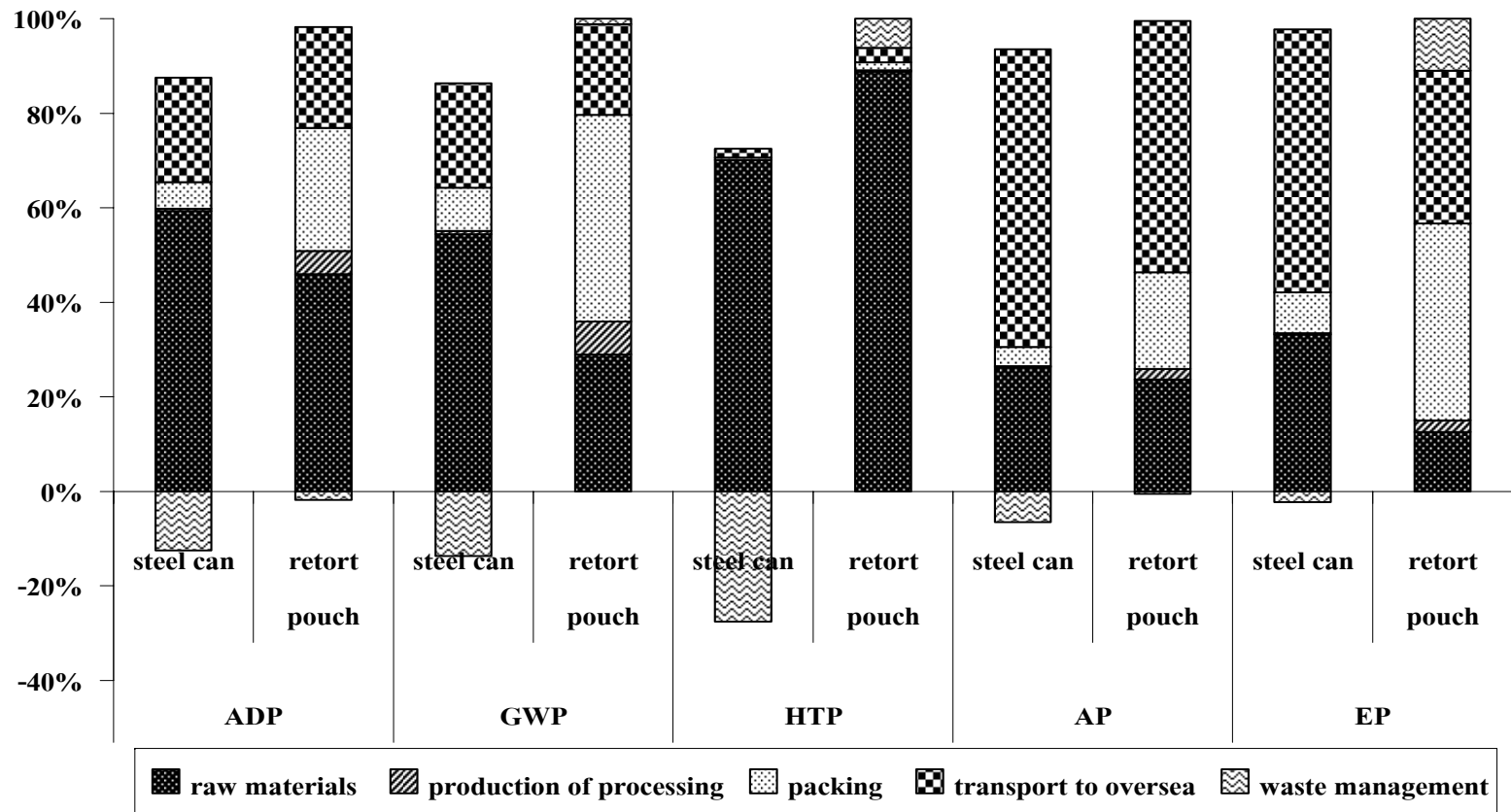
กลุ่มผลกระทบ GWP พบว่ากระป๋องโลหะก่อให้เกิดผลกระทบสูงกว่ารีทอร์ตเพาซ์ประมาณ 2.5 เท่า ขั้นตอนที่ทำให้เกิดผลกระทบสูงสุดของกระป๋องโลหะจากขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ 2,950 kg CO₂ eq. ร้อยละ 63 โดยมีสาเหตุหลักจากการผลิตแผ่นเหล็ก เนื่องจากการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ ส่วนรีทอร์ตเพาซ์มีขั้นตอนหลักที่ทำให้เกิดผลกระทบสูงสุดจากขั้นตอนการบรรจุเนื้อหุน้ำ 433 kg CO₂ eq. ร้อยละ 43.7 สาเหตุจากการผลิตกล่องกระดาษ รองลงมา คือ ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ

กลุ่มผลกระทบ HTP พบว่ากระป๋องโลหะก่อให้เกิดผลกระทบสูงกว่ารีทอร์ตเพาซ์ประมาณ 3 เท่า โดยพบว่ากระป๋องและรีทอร์ตเพาซ์มีขั้นตอนหลักที่ทำให้เกิดผลกระทบสูงสุดจากขั้นตอนเดียวกัน คือ ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบร้อยละ 96.6 และ 86.5 คือ มีสาเหตุหลักจากการผลิตแผ่นอะลูมิเนียม 1,060 kg 1,4 DB eq. ส่วนรีทอร์ตเพาซ์มีสาเหตุหลักจากการผลิตแผ่นเปลวอะลูมิเนียม 253 kg 1,4 DB eq. เนื่องจากการปลดปล่อยสารพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic aromatic hydrocarbon หรือ PAH)

กลุ่มผลกระทบ AP พบว่ากระป๋องโลหะก่อให้เกิดผลกระทบสูงกว่ารีทอร์ตเพาซ์ประมาณ 3 เท่า ขั้นตอนหลักที่ทำให้เกิดผลกระทบสูงสุดของกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์มาจากขั้นตอนเดียวกัน คือ การขนส่งสินค้าไปต่างประเทศ 29.7 kg SO₂ eq. ร้อยละ 67.4 และร้อยละ 43.9 และ 7.56 kg SO₂ eq. สาเหตุหลักจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งและปลดปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

กลุ่มผลกระทบ EP พบว่ากระป๋องโลหะก่อให้เกิดผลกระทบสูงกว่ารีทอร์ตเพาซ์ประมาณ 2 เท่า ขั้นตอนหลักที่ทำให้เกิดผลกระทบสูงสุดของกระป๋องโลหะ คือ การขนส่งสินค้าไปต่างประเทศ 2.68 kg PO₄⁻³ eq. ร้อยละ 56.8 เนื่องจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงและก่อให้เกิดการปลดปล่อยสารไนโตรสออกไซด์ (1.47 kg PO₄⁻³ eq.) ในขณะที่รีทอร์ตเพาซ์มีขั้นตอนหลักที่ทำให้เกิดผลกระทบสูงสุดจากขั้นตอนการบรรจุเนื้อหุน้ำ ร้อยละ 41.6 เนื่องจากการใช้กล่องกระดาษซึ่งมีการปลดปล่อยสารแอมโมเนียและฟอสเฟตสู่แหล่งน้ำ

การเปรียบเทียบในแต่ละกลุ่มผลกระทบระหว่างภาชนะบรรจุกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่การผลิตวัตถุดิบ กระบวนการผลิตภาชนะบรรจุ การบรรจุ การขนส่งสินค้าไปต่างประเทศ และการจัดการของเสีย แสดงดังภาพที่



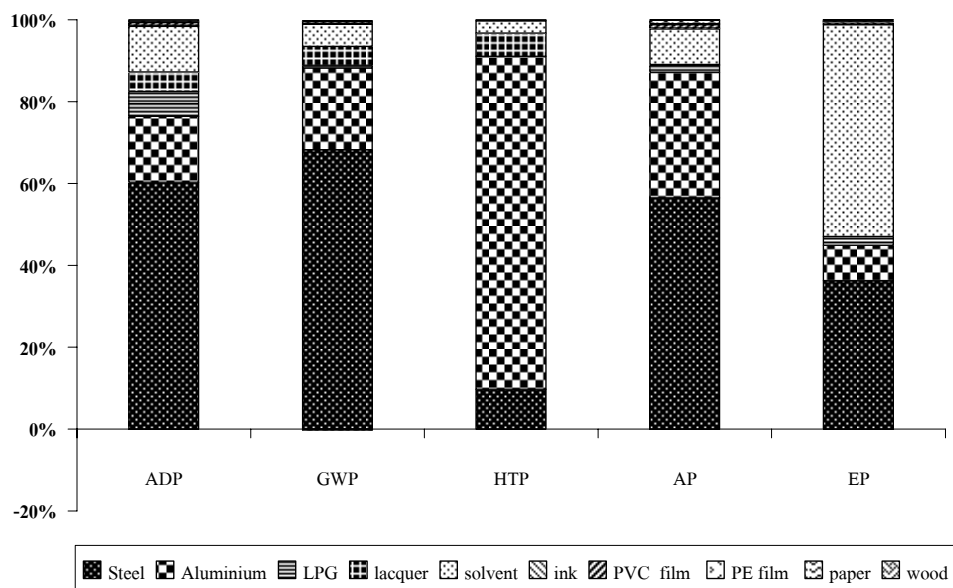
ภาพที่ 14 เปรียบเทียบการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมกระป๋องโลหะและรีทอร์ตแพชในแต่ละกลุ่มผลกระทบ

ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทำให้ทราบขั้นตอนที่ก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดของตลอดวัฏจักรชีวิตกระป๋องโลหะพบว่าในกลุ่มผลกระทบ ADP GWP และ HTP ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบคือขั้นตอนหลักก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุด ในกลุ่มผลกระทบ AP และ EP ขั้นตอนที่ก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุด คือ ขั้นตอนการขนส่งสินค้าไปต่างประเทศ ในขณะที่ผลการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของรีทอร์ตพบว่า กลุ่มผลกระทบADP และ HTP มีขั้นตอนที่ก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดจากขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กลุ่มผลกระทบ GWP และ EP มีขั้นตอนที่ก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดจากขั้นตอนการบรรจุเนื้อหา และกลุ่มผลกระทบ AP มีขั้นตอนหลักที่ก่อให้เกิดผลกระทบ คือ การขนส่งสินค้าไปต่างประเทศ

โดยรายละเอียดการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมในแต่ละขั้นตอน จะแสดงรายละเอียดต่อไป

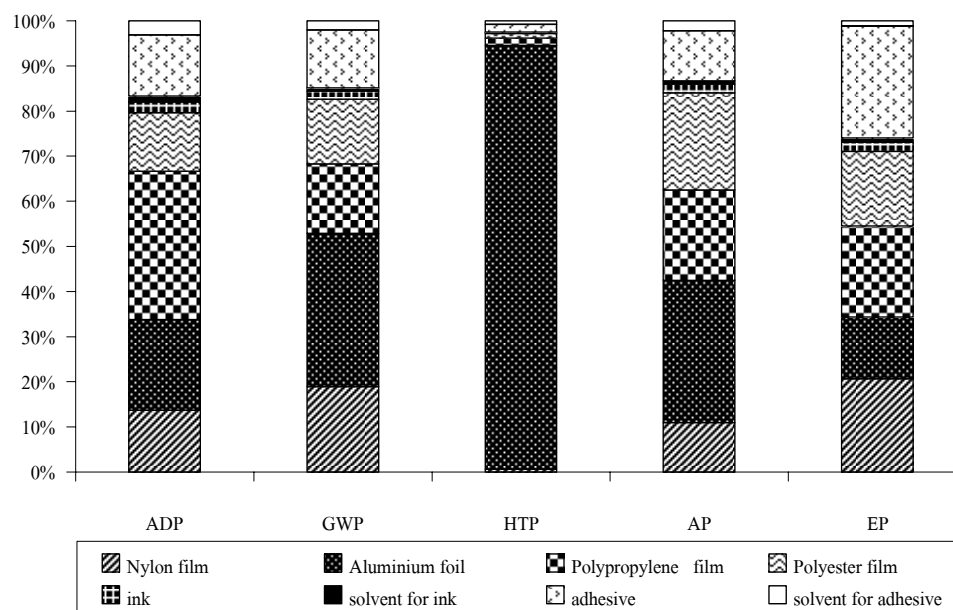
2.2 ผลกระทบสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ

การประเมินผลกระทบของขั้นตอนการผลิตวัตถุดิบนี้จะครอบคลุมถึง การสกัดและกระบวนการผลิตวัตถุดิบซึ่งทำการคิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้ทรัพยากร พลังงานในกระบวนการผลิต ผลการประเมินผลกระทบรวมถึงการขนส่งวัตถุดิบมายังประเทศไทย ผลการประเมินพบว่า ขั้นตอนการผลิตวัตถุดิบเป็นขั้นตอนหลักที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของกระป๋องโลหะซึ่งในกลุ่มผลกระทบการลดลงของทรัพยากรที่ไม่สามารถทดแทนได้ การก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน และในกลุ่มการก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อมนุษย์ มีสัดส่วนการก่อให้เกิดผลกระทบร้อยละ 67.8 63 และ 96.3 ดังแสดงในภาพที่ 15 พบว่า การผลิตแผ่นเหล็กเป็นสาเหตุหลักในกลุ่มผลกระทบการลดลงของทรัพยากรที่ไม่สามารถทดแทนได้และการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน มีค่าผลกระทบ 12.6 kg Sb eq. และ 1,960 kg CO₂ eq. จากขั้นตอนกระบวนการผลิตแผ่นเหล็กมีการใช้ทรัพยากรและทรัพยากรเชื้อเพลิงฟอสซิล ในอุตสาหกรรมผลิตแผ่นเหล็กจึงก่อให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนจากการผลิตแผ่นเหล็กสูง การผลิตแผ่นอะลูมิเนียมเป็นสาเหตุหลักในกลุ่มผลกระทบการก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อมนุษย์มีค่าผลกระทบ 1,810 kg 1,4-DB eq. เนื่องจากการปลดปล่อยสาร (Polycyclic aromatic hydrocarbon หรือ PAH) และมีค่าผลกระทบ 1,290 kg 1,4-DB eq ในส่วนของกลุ่มผลกระทบการก่อให้เกิดความเป็นกรดนั้นเกิดจากการปลดปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากกระบวนการเผาไหม้ทรัพยากรพลังงานจากถ่านหินในกระบวนการผลิต พบว่ามีค่าผลกระทบ 5.88 kg SO₂ eq.



ภาพที่ 15 สัดส่วนการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่างๆในการผลิตวัตถุดิบเพื่อใช้ในการผลิตกระป๋องโลหะเพื่อบรรจุเนื้อหมู 1,700 กิโลกรัม

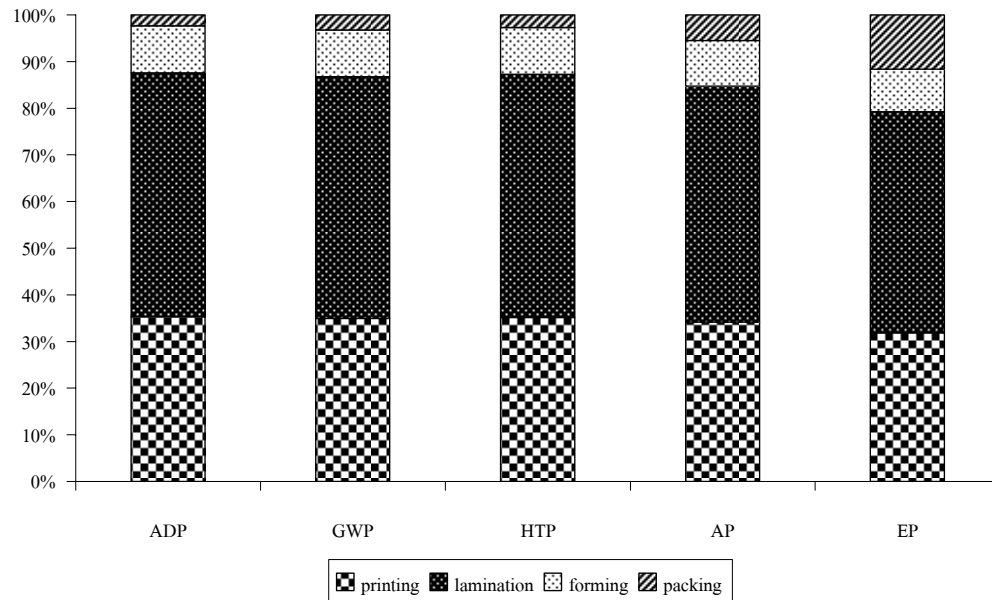
การได้มาซึ่งวัตถุดิบเป็นขั้นตอนที่ก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดในกลุ่มผลกระทบการลดลงของทรัพยากรที่ไม่สามารถทดแทนได้ และการก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อมนุษย์ ร้อยละ 46.8 และ 43.7 ตามลำดับ โดยในกลุ่มผลกระทบการลดลงของทรัพยากรที่ไม่สามารถทดแทนได้ มีสาเหตุหลักการผลิตฟิล์มพอลิพรอพิลีนและมีค่าผลกระทบ 1.29 kg Sb eq. ส่วนกลุ่มผลกระทบการก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อมนุษย์มีสาเหตุจากการผลิตแผ่นเพลวอะลูมิเนียมมีค่าผลกระทบ 399 kg 1,4 DB eq. ส่วนในกลุ่มผลกระทบการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนมีสาเหตุหลักจากแผ่นเพลวอะลูมิเนียม 151 kg CO₂ eq. และนอกจากนี้ในกลุ่มการก่อให้เกิดความเป็นกรดเป็นผลกระทบจากการผลิตแผ่นเพลวอะลูมิเนียม 1.05 kg SO₂ eq.



ภาพที่ 16 สัดส่วนการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่างๆในการผลิตวัตถุดิบเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เพื่อบรรจุเนื้อหมู 1,700 กิโลกรัม

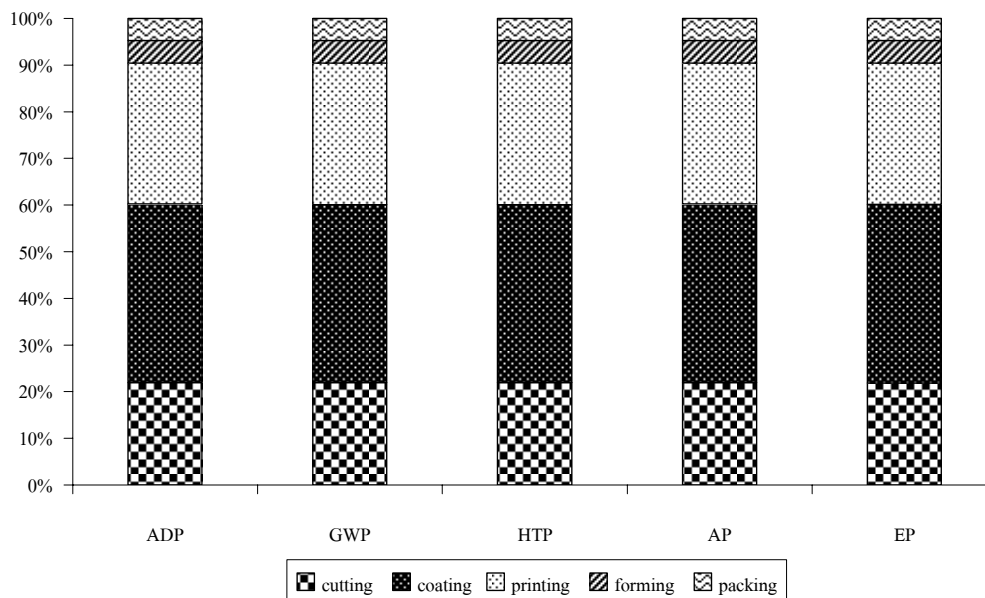
2.3 ผลกระทบกระบวนการผลิตกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์

เมื่อพิจารณาสัดส่วนการก่อให้เกิดผลกระทบของกระบวนการผลิตกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ ที่โรงงานผลิตภาชนะบรรจุทั้ง 2 ชนิด ดังภาพที่ 16 และ 17 พบว่า เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนโดยรวมของกระบวนการผลิตกระป๋องโลหะพบว่ามีผลกระทบเพียงเล็กน้อยในตลอดวัฏจักรชีวิต กระบวนการผลิตกระป๋องโลหะมีขั้นตอนการก่อให้เกิดผลกระทบมากที่สุด คือ ขั้นตอนการเคลือบแลคเกอร์ ร้อยละ 38.3 และ รองลงมา คือ การพิมพ์ร้อยละ 30.2 การตัดแผ่นเหล็กร้อยละ 21.9 การขึ้นรูปร้อยละ 4.83 และการบรรจุเพื่อขนส่งร้อยละ 4.73 และมีค่าผลกระทบโดยเป็นผลกระทบหลักจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิต ซึ่งในกลุ่มผลกระทบการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนแต่ละขั้นตอนการผลิตมีค่าผลกระทบ 15 11.9 8.6 1.9 และ 1.87 kg CO₂ eq. ตามลำดับ



ภาพที่ 17 สัดส่วนผลกระทบกระบวนการผลิตกระป๋องโลหะ

แต่ในขณะที่กระบวนการผลิตรีโพรเซสมีขั้นตอนหลักที่ก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุด คือ การลามิเนต ร้อยละ 51.8 เนื่องจากการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด รองลงมา คือ การพิมพ์ ร้อยละ 34.9 การขึ้นรูปถุง ร้อยละ 10 และการบรรจุเพื่อขนส่ง ร้อยละ 3.25 ซึ่งในกลุ่มผลกระทบการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนแต่ละขั้นตอนการผลิตมีค่าผลกระทบ 57.2 38.5 11 และ 7.58 kg CO₂eq. นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบในเฉพาะขั้นตอนกระบวนการผลิตภาชนะบรรจุทั้ง 2 ชนิด พบว่าการผลิตรีโพรเซสมีผลกระทบมากกว่ากระบวนการผลิตกระป๋องโลหะ ในทุกกลุ่มผลกระทบ



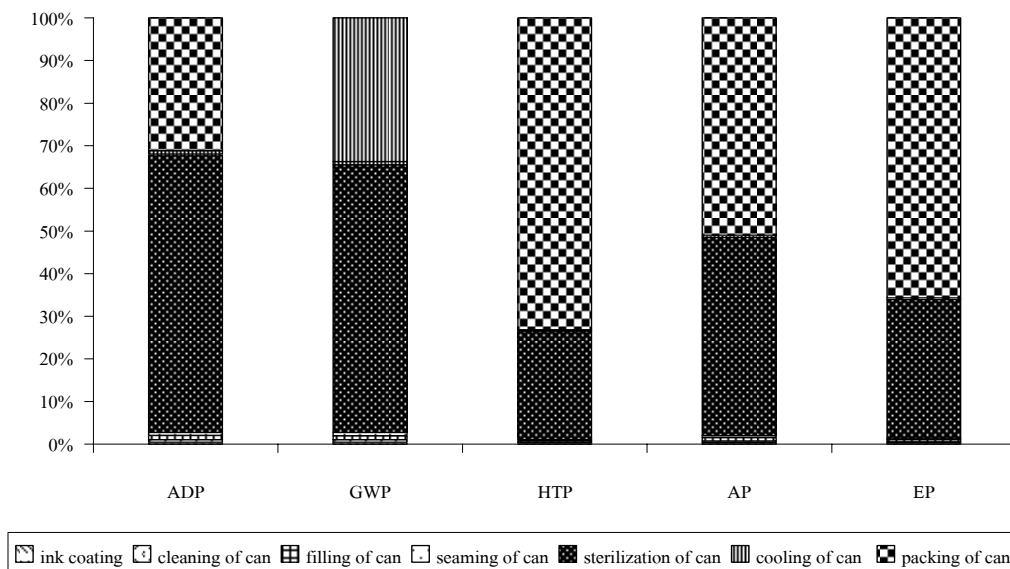
ภาพที่ 18 สัดส่วนผลกระทบกระบวนการผลิตรีโอร์ตเพาซ์

2.4 ผลกระทบของกระบวนการบรรจุภัณฑ์และรีโอร์ตเพาซ์

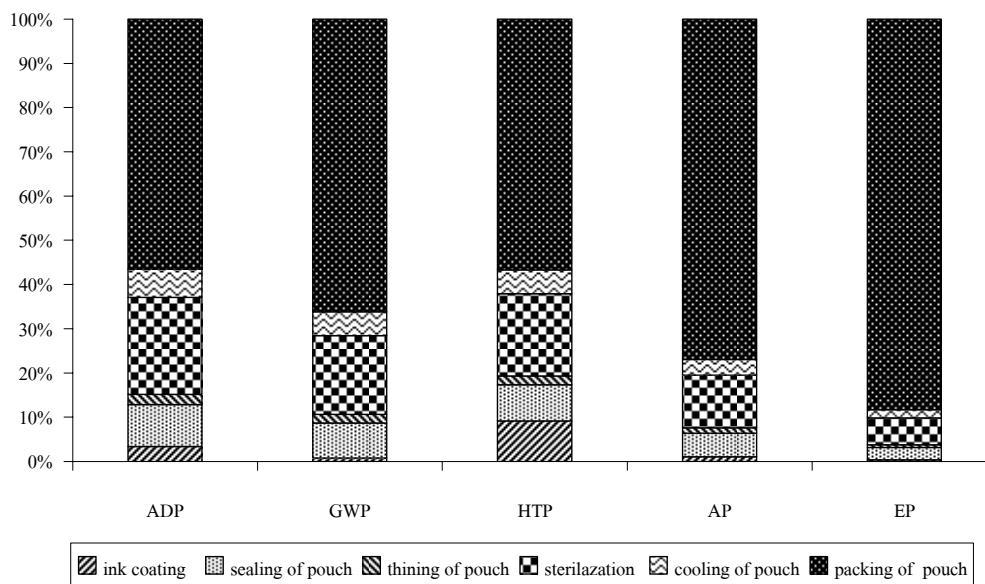
เมื่อพิจารณาผลกระทบสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการบรรจุภัณฑ์ในกระป๋องโลหะและรีโอร์ตเพาซ์ พบว่า กระป๋องโลหะครอบคลุมการผลิตในขั้นตอน คือ การพิมพ์ การล้างกระป๋อง การบรรจุเนื้อปลา การฉีกฝากระป๋อง การฆ่าเชื้อ การล้างกระป๋อง และการบรรจุเพื่อขนส่งสินค้าไปต่างประเทศ ผลการศึกษาพบว่าขั้นตอนหลักที่ก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุด คือ ขั้นตอนการฆ่าเชื้อ และขั้นตอนการบรรจุ โดยในขั้นตอนการฆ่าเชื้อเป็นสาเหตุหลักในกลุ่ม การลดลงของทรัพยากรที่ไม่สามารถทดแทนได้ ร้อยละ 65.2 และการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนร้อยละ 62.7 โดยมีค่าผลกระทบ 1.35 kg Sb eq. และ 311kg CO₂ eq. เนื่องจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการฆ่าเชื้อสูง ส่วนขั้นตอนการบรรจุ เป็นสาเหตุหลักในกลุ่มผลกระทบการก่อให้เกิดภาวะความเป็นกรด ร้อยละ 50.9 และมีค่าผลกระทบ 0.9 kg SO₂ eq. และผลกระทบการเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารในแหล่งน้ำร้อยละ 65.7 และมีค่าผลกระทบ 0.273 kg PO₄⁻³ eq. ทั้ง 2 กลุ่มผลกระทบมีสาเหตุการก่อให้เกิดผลกระทบจากการผลิตกล่องกระดาษเช่นเดียวกัน ในขณะที่รีโอร์ตเพาซ์ มีการศึกษาครอบคลุมกระบวนการพิมพ์ การฉีกฉีก การรีดถุง การฆ่าเชื้อ การทำให้แห้ง การบรรจุ จากผลการศึกษาพบว่า ขั้นตอนการบรรจุเพื่อขนส่งสินค้าจะเป็นขั้นตอนหลักที่ก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดในทุกกลุ่มผลกระทบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มผลกระทบการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนมีส่วนการเกิดผล

กระทบร้อยละ 66.2 มีสาเหตุหลักจากการการผลิตพลังงานไฟฟ้าในการผลิตกล่องกระดาษ และมีค่าผลกระทบจากกล่องสูงถึง 457 kg CO₂ eq. นอกจากนี้ขั้นตอนการบรรจุมีค่าผลกระทบการก่อให้เกิดผลกระทบกลุ่มการลดลงของทรัพยากรที่ไม่สามารถทดแทนได้ 1.4 kg Sb eq. การก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อมนุษย์ 4.45 kg 1,4 DB eq. การก่อให้เกิดภาวะความเป็นกรด 2.24 kg SO₂ eq. และการเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารในแหล่ง น้ำ 0.77 kg PO₄⁻³ eq.

แต่เมื่อเปรียบเทียบเฉพาะขั้นตอนการการบรรจุ พบว่า รีทอร์ตเพาซ์มีผลกระทบมากกว่ากระป๋องโลหะในทุกกลุ่มผลกระทบที่ทำการศึกษา เนื่องจากรูปแบบการบรรจุของภาชนะบรรจุทั้ง 2 ชนิดแตกต่างกัน นั่นคือ กระป๋องโลหะนิยมบรรจุในกล่องกระดาษและสามารถบรรจุกระป๋องได้จำนวนมาก แต่ในขณะที่รีทอร์ตเพาซ์มีการบรรจุในกล่องที่มีขนาดเล็กและบรรจุได้จำนวนน้อยกว่า จึงทำให้ผลกระทบในขั้นตอนนี้ของรีทอร์ตเพาซ์มากกว่ากระป๋องโลหะ โดยมีสาเหตุหลักจากการใช้กล่องกระดาษ และการผลิตกล่องกระดาษมีการใช้พลังงานจากทรัพยากรธรรมชาติ เช่น ก๊าซธรรมชาติ ในการผลิตเป็นหลัก ผลกระทบจากการใช้กล่องกระดาษนั้นยังก่อให้เกิดผลกระทบการก่อให้เกิดการเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารในแหล่งน้ำจากการที่สารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสปลดปล่อยสู่แหล่งน้ำจากการจัดการขยะกล่องกระดาษโดยวิธีการฝังกลบ



ภาพที่ 19 สัดส่วนผลกระทบกระบวนการบรรจุหีบห่อ



ภาพที่ 20 สัดส่วนผลกระทบกระบวนการบรรจุภัณฑ์

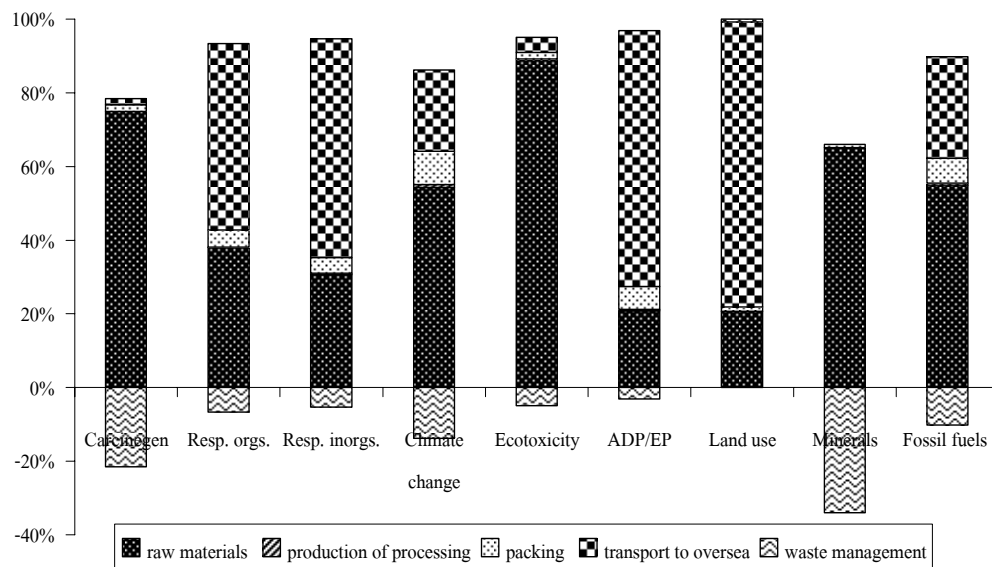
2.5 การขนส่งหีบห่อและรีไซเคิลไปต่างประเทศ

การขนส่งหีบห่อและรีไซเคิลไปต่างประเทศพบว่าเป็นขั้นตอนหลักที่ก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดในกลุ่มการก่อให้เกิดภาวะความเป็นกรด โดยการขนส่งหีบห่อมีค่าผลกระทบ 29.3 kg SO₂ eq. แต่ในขณะที่การขนส่งหีบห่อรีไซเคิลมีค่าผลกระทบ 7.44 kg SO₂ eq. มีสาเหตุหลักเนื่องจากการขนส่งสินค้าทางเรือไปต่างประเทศจึงทำให้เกิดการเผาไหม้จากเชื้อเพลิงฟอสซิลและปลดปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ขณะการขนส่งปริมาณสูง นอกจากนี้หีบห่อมีค่าผลกระทบในกลุ่มผลกระทบการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน 1,200 kg CO₂ eq. ในขณะที่รีไซเคิลมีค่าผลกระทบ 303 kg CO₂ eq.

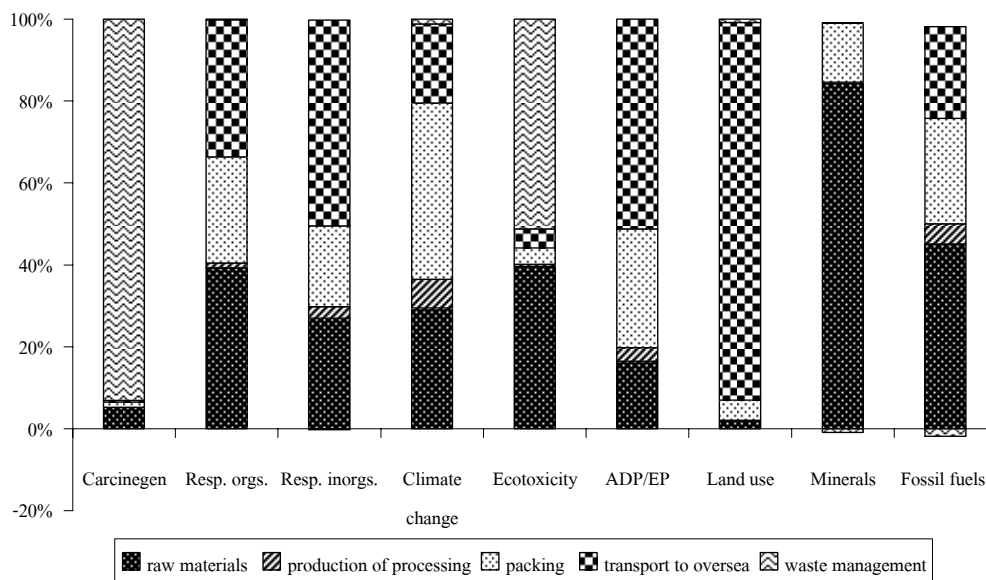
3. การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้วย วิธี Eco-indicator 99

การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วยวิธี Eco-indicator 99 เพื่อประเมินความสอดคล้องของผลการศึกษาที่ได้กับวิธี CML2 Baseline2000 ซึ่งวิธีนี้เป็นการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมขั้นปลายและให้น้ำหนักความสำคัญกลุ่มผลกระทบเพื่อให้ได้คะแนนเชิงเดี่ยวและสามารถเปรียบเทียบผลกระทบได้ทั้งหมด ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของหีบห่อและรีไซเคิลในแต่ละกลุ่มผลกระทบ พบว่า หีบห่อมีค่าของผลกระทบมากกว่า

รีทอร์ตเพาซ์ ในกลุ่มผลกระทบทางด้านระบบหายใจจากสารอินทรีย์/อนินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ความเป็นพิษ การก่อให้เกิดภาวะความเป็นกรดหรือการเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารในแหล่งน้ำ การใช้สินแร่ และการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ยกเว้น ในกลุ่มผลกระทบสารก่อมะเร็ง ที่พบว่ารีทอร์ตเพาซ์มีผลกระทบสูงกว่ากระป๋องโลหะ และขั้นตอนหลักที่ก่อให้เกิดผลกระทบของกระป๋องโลหะ คือ ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ แต่ในขณะที่รีทอร์ตเพาซ์มีขั้นตอนหลักที่ก่อให้เกิดผลกระทบ คือ การได้มาซึ่งวัตถุดิบ และการบรรจุทูน้าในกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ โดยเฉพาะกลุ่มผลกระทบการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ที่พบว่ากระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์มีขั้นตอนหลักที่ก่อให้เกิดผลกระทบมาจากขั้นตอนเดียวกัน คือ การได้มาซึ่งวัตถุดิบ โดยกระป๋องโลหะมีค่าผลกระทบสูงถึง 3,940 MJ-surplus ในขณะที่ รีทอร์ตเพาซ์มีค่าผลกระทบ 1,493 MJ-surplus ซึ่งจะเห็นว่ากระป๋องโลหะมีผลกระทบในกลุ่มนี้สูงกว่ารีทอร์ตเพาซ์ประมาณ 2.5 เท่า สัดส่วนผลกระทบของกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ที่ประเมินด้วยวิธี Eco-indicator 99 แสดงดังภาพที่ 21

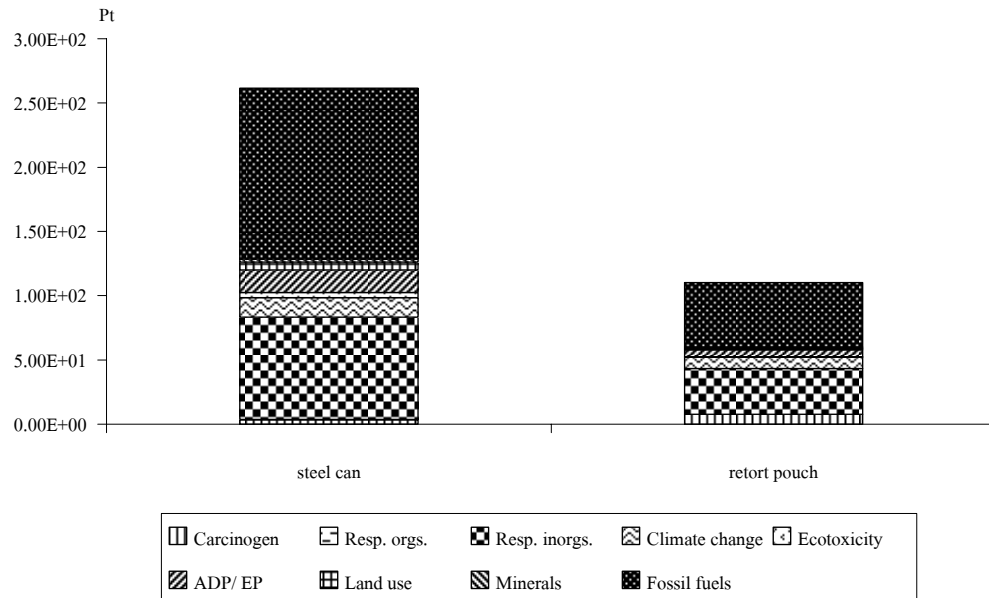


ภาพที่ 21 สัดส่วนผลกระทบสิ่งแวดล้อมกระป๋องโลหะวิธี วิธี Eco-indicator 99



ภาพที่ 22 ผลกระทบสิ่งแวดล้อมรีพอร์ตเพาซ์วิธี Eco-indicator 99

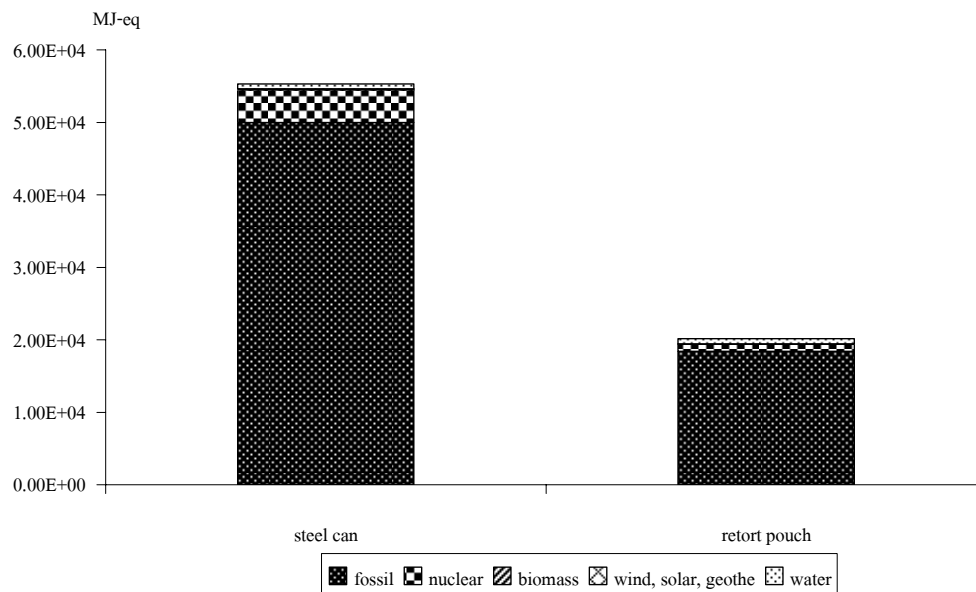
นอกจากนี้ทำการวิเคราะห์ค่าผลกระทบสิ่งแวดล้อมในรูปคะแนนเชิงเดี่ยว พบว่ากระป๋องโลหะและรีพอร์ตเพาซ์มีค่าผลกระทบ 262 และ 110 Pt ตามลำดับ ซึ่งกระป๋องโลหะมีค่าผลกระทบสูงกว่ารีพอร์ตเพาซ์ ประมาณ 2.3 เท่า โดยเฉพาะในกลุ่มผลกระทบการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลที่มีสัดส่วนค่าผลกระทบสูงสุด กระป๋องโลหะและรีพอร์ตเพาซ์มีค่าผลกระทบ 133 และ 50 Pt ตามลำดับ แต่อย่างไรการประเมินผลกระทบด้วยวิธี Eco-indicator 99 เป็นการให้น้ำหนักผลกระทบที่อ้างอิงในทวีปยุโรปโดยให้ความสำคัญผลกระทบในกลุ่มสุขภาพมนุษย์และระบบนิเวศเป็นหลัก และการลดลงของทรัพยากรรองลงมา ซึ่งในการศึกษานี้หนักของผลกระทบหลักทั้ง 3 กลุ่มหลักสุขภาพมนุษย์ ระบบนิเวศ และการลดลงของทรัพยากรในสัดส่วน 4 : 4 : 2 การศึกษาที่ได้พบว่าผลการประเมินผลกระทบด้วยวิธี Eco-indicator 99 มีความสอดคล้องกับผลการประเมินผลกระทบด้วยวิธี CML2 Baseline 2000 โดยกระป๋องโลหะจะก่อให้เกิดผลกระทบมากกว่ารีพอร์ตเพาซ์



ภาพที่ 23 เปรียบเทียบค่าคะแนนเชิงเดี่ยวผลกระทบกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์
ด้วยวิธี Eco-indicator 99

4. การประเมินผลกระทบด้านพลังงานด้วยวิธี Cumulative Energy Demand

นอกจากนี้ทำการประเมินผลกระทบด้านการใช้พลังงานด้วยวิธี Cumulative Energy Demand ซึ่งเป็นวิธีการประเมินผลกระทบด้านพลังงานตลอดวัฏจักรชีวิตและทำการประเมินผลกระทบการใช้พลังงานในรูปแบบต่างๆ ทรัพยากรธรรมชาติที่ทดแทนได้ยาก เช่น ถ่านหิน น้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติ มาเป็นเชื้อเพลิงเป็นส่วนใหญ่และผลจากการเผาไหม้ทรัพยากรเชื้อเพลิงเหล่านี้และจะก่อให้เกิดการปลดปล่อยมลสารที่สำคัญ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และอาจก่อให้เกิดส่งผลกระทบด้านอื่น ผลการประเมินผลกระทบด้านพลังงานกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ แสดงดังภาพที่ 24



ภาพที่ 24 สัดส่วนผลกระทบการใช้พลังงานของกระป๋องโลหะและรีทอร์ตพouch ด้วยวิธี

Cumulative Energy Demand

ผลการศึกษาพบว่า กระป๋องโลหะมีผลกระทบด้านการใช้พลังงานตลอดวัฏจักรชีวิตมากกว่ารีทอร์ตพouch โดยกระป๋องโลหะและรีทอร์ตพouch มีผลกระทบด้านการใช้พลังงานรวม 55,300 MJ-eq และ 20,200 MJ-eq ตามลำดับ โดยกระป๋องโลหะมีผลกระทบสูงกว่ารีทอร์ตพouch ประมาณ 2.7 เท่า โดยเฉพาะในกลุ่มผลกระทบการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลที่มีสัดส่วนผลกระทบสูงสุดโดยกระป๋องโลหะและรีทอร์ตพouch มีค่าผลกระทบในกลุ่มการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลสูงถึง 50,000 MJ-eq และ 1,840 MJ-eq. ขั้นตอนหลักที่ก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดนอกจากนี้ จะเห็นว่าขั้นตอนการผลิตวัตถุดิบเพื่อใช้ในการผลิตกระป๋องโลหะและรีทอร์ตพouch จะเป็นขั้นตอนที่ก่อให้เกิดผลกระทบด้านพลังงาน เนื่องจากการใช้พลังงานในการผลิตแผ่นเหล็กและอะลูมิเนียมเป็นหลัก นอกจากนี้เมื่อพิจารณาจากการใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่นพบว่า ขั้นตอนการผลิตวัตถุดิบมีการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ เช่น พลังงานไฟฟ้าจากน้ำ และนิวเคลียร์ ซึ่งเป็นชนิดพลังงานที่มีการใช้ในต่างประเทศในปัจจุบันและสามารถลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและเป็นการช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกทางเช่นกัน

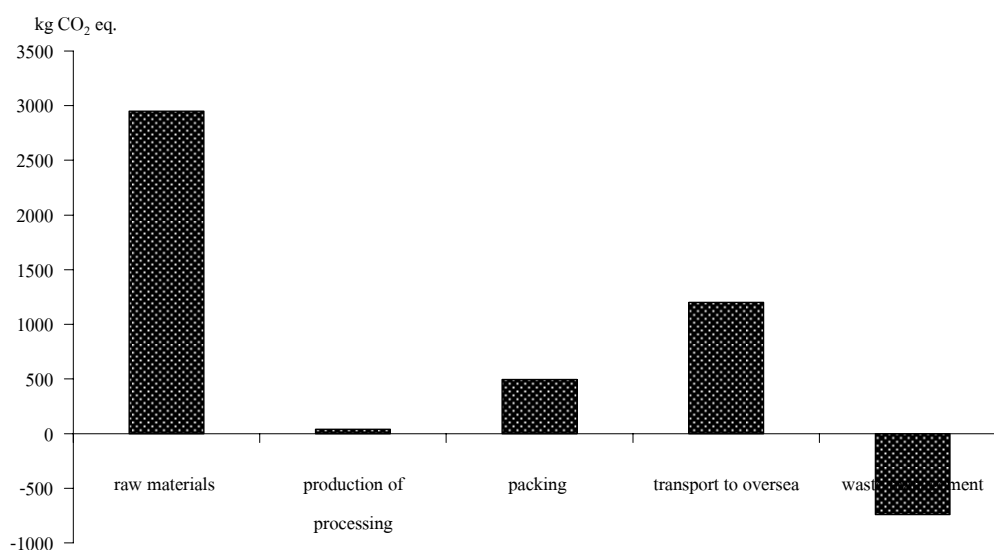
5. ผลกระทบสิ่งแวดล้อมในการจัดการขยะภาชนะบรรจุกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซในต่างประเทศ

การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมในการจัดการขยะภาชนะบรรจุกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ ในประเทศสหรัฐอเมริกา อังกฤษ และญี่ปุ่น เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น การจัดการขยะกระป๋องโลหะในประเทศสหรัฐอเมริกา อังกฤษพบว่าจะนำไปจัดการโดยการรีไซเคิลเป็นหลักประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ แต่ประเทศญี่ปุ่นจะมีการจัดการขยะกระป๋องโลหะโดยวิธีการรีไซเคิลสูงกว่าโดยมีการจัดการประมาณร้อยละ 87.5 ในขณะที่รีทอร์ตเพาซซึ่งจัดเป็นขยะพลาสติกประเทศอังกฤษและสหรัฐอเมริกานิยมไปจัดการโดยวิธีการฝังกลบประมาณร้อยละ 60-70 ส่วนประเทศญี่ปุ่นจะจัดการขยะพลาสติกด้วยวิธีการเผาเตาเป็นหลักเนื่องจากประเทศญี่ปุ่นมีสภาพภูมิประเทศเป็นเกาะและพื้นที่ในประเทศน้อยดังนั้นจึงจัดการขยะด้วยวิธีการเผา

ผลการศึกษาพบว่า ค่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมการจัดการภาชนะบรรจุกระป๋องโลหะในประเทศสหรัฐอเมริกา อังกฤษ และญี่ปุ่น จะลดผลกระทบในกลุ่มต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากขั้นตอนการผลิตเหล็ก ค่าผลกระทบในกลุ่มการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนจากการจัดการขยะกระป๋องโลหะในประเทศสหรัฐอเมริกา อังกฤษ และญี่ปุ่น มีค่า -396 -436 และ -634 kg CO₂ eq. ในขณะที่การจัดการขยะจากรีทอร์ตเพาซนั้นมีผลกระทบในกลุ่มการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนเป็น 12.8 11.2 และ 46.9 kg CO₂ eq. และประเทศญี่ปุ่นก่อให้เกิดผลกระทบสิ่งแวดล้อมสูงสุดเนื่องจากการจัดการขยะโดยวิธีการเผาเป็นหลัก การเผาขยะพลาสติกที่มีองค์ประกอบไฮโดรคาร์บอนจะมีปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนนอกไซด์ ไนโตรเจนมอนนอกไซด์ จากกระบวนการเผาไหม้ ซึ่งจัดเป็นมลสารสำคัญที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน ประเทศสหรัฐอเมริกา อังกฤษ ญี่ปุ่น ที่มีการจัดการกระป๋องโลหะและมีการรีไซเคิลเป็นหลักนั้นค่าผลกระทบเป็นค่าลบเนื่องจากมีการจัดการขยะโดยวิธีการรีไซเคิลเป็นหลักจึงเป็นการช่วยลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม แต่ในขณะที่ประเทศญี่ปุ่นที่มีการจัดการขยะพลาสติกด้วยวิธีการเผาและการฝังกลบขยะพลาสติกจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และเนื่องจากข้อดีของการใช้ภาชนะบรรจุชนิดกระป๋องโลหะที่สามารถรีไซเคิลได้หลังการใช้งานจึงช่วยลดการใช้วัตถุดิบและพลังงาน ซึ่งนับเป็นการช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ดี

6. แนวทางการปรับปรุงสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อม

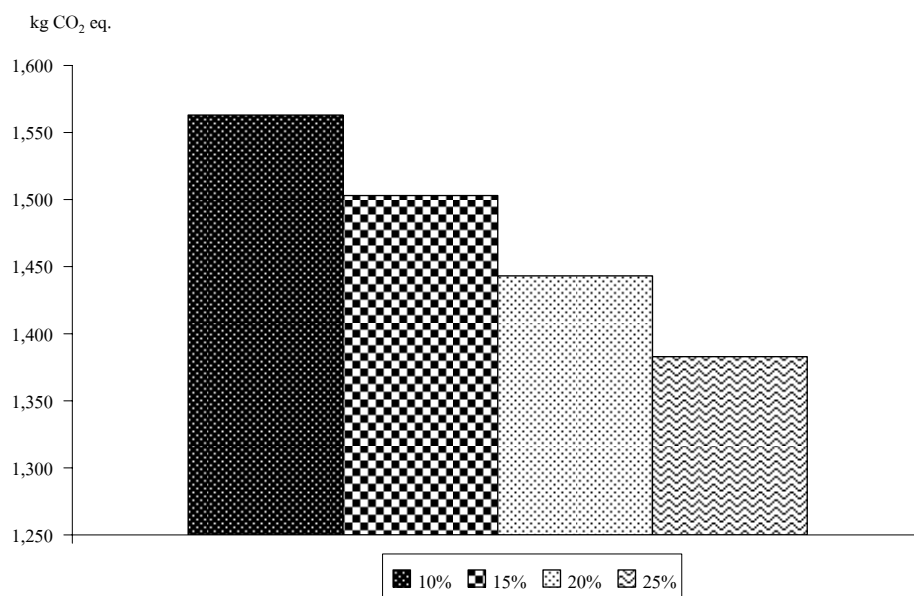
ผลการประเมินสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ตลอดวัฏจักรชีวิตด้วยวิธี CML2 Baseline 2000 พบว่า กระป๋องโลหะมีผลกระทบโดยรวมมากกว่ารีทอร์ตเพาซ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนซึ่งเป็นประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ และเมื่อเปรียบเทียบค่าผลกระทบในกลุ่มการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนตลอดวัฏจักร ภาพที่ 26 พบว่า ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบก่อให้เกิดผลกระทบกลุ่มการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนสูงสุด 2,950 kg CO₂ eq. คิดเป็นอัตราส่วนร้อยละ 86.7. ของผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิต โดยมีสาเหตุหลัก กระบวนการผลิตแผ่นเหล็กและมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้นแนวทางในการปรับปรุงสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของกระป๋องโลหะจึงควรมีการปรับปรุงในส่วนของวัตถุดิบ เช่น การใช้เหล็กกระป๋องโลหะเพื่อลดการใช้วัตถุดิบใหม่ในการผลิต



ภาพที่ 25 ผลกระทบกลุ่มการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนของกระป๋องโลหะในแต่ละขั้นตอนวัฏจักรชีวิต

แนวทางในการปรับปรุงสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมควรมีการใช้เหล็กกระป๋อง แต่อย่างไรก็ตาม ในบางประเทศที่เป็นผู้ผลิตทูน่ากระป๋องรายหลักของโลก เช่น ประเทศสเปน มีการผลิตกระป๋องโลหะโดยใช้แผ่นเหล็กที่มีส่วนประกอบของเหล็กรีไซเคิลในการผลิตจริงประมาณร้อยละ 23

ซึ่งเป็นสัดส่วนใกล้เคียงที่สามารถใช้ทดแทนแผ่นเหล็กบริสุทธิ์ในกระบวนการผลิตแผ่นเหล็กและ
ไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ (อัตราส่วนร้อยละ 10-20)

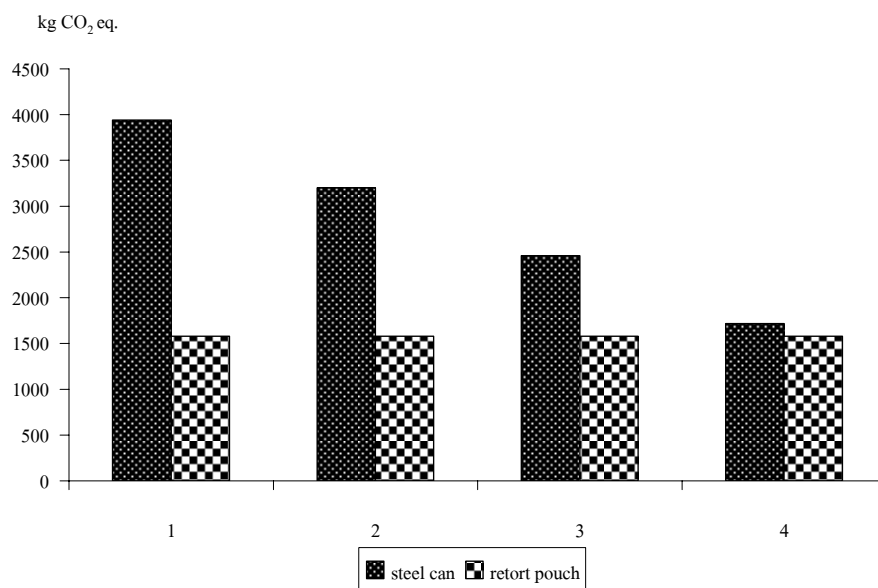


ภาพที่ 26 ค่าผลกระทบกลุ่มการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนหลังจากการรีไซเคิลกระป๋องโลหะที่
อัตราส่วนต่างๆ

ดังนั้นในการศึกษาจึงนี้ประเมินผลกระทบผลกระทบในกลุ่มการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน
ของการรีไซเคิลกระป๋องโลหะในอัตราส่วนร้อยละ 10 15 20 และ 25 ผลการศึกษาแสดง ดังภาพที่
27 พบว่า การผลิตแผ่นเหล็กที่อัตราส่วนการรีไซเคิลเหล็กที่สัดส่วนดังกล่าวจะมีค่าผลกระทบลดลง
มีค่า 1,563 1,503 1,443 และ 1,308 kg CO₂ eq. ตามลำดับ และสามารถลดผลกระทบในกลุ่มนี้ได้
ประมาณร้อยละ 46 แต่อย่างไรในทางปฏิบัติควรมีการศึกษาเชิงสังคมในด้านการยอมรับของ
ผู้บริโภคในการที่จะนำเศษโลหะเป็นส่วนผสมในการการผลิตแผ่นเหล็กบริสุทธิ์

นอกจากนี้จากการศึกษาจะพบว่าการจัดการขยะภายหลังการใช้งานจะช่วยลดผลกระทบใน
กลุ่มนี้ได้ดี โดยเฉพาะการรีไซเคิลในการจัดการขยะกระป๋องโลหะ ซึ่งการจัดการขยะในประเทศ
อังกฤษที่มีสัดส่วนการรีไซเคิลกระป๋องโลหะถึงร้อยละ 66 พบว่าค่าผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิต
ของกระป๋องโลหะในกลุ่มการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนเท่ากับ 3,940 kg CO₂ eq. และเมื่อมีการจัดการ
ขยะกระป๋องโลหะจะสามารถลดผลกระทบในกลุ่มนี้ได้ 741 kg CO₂ eq. และเมื่อเปรียบเทียบค่าการ

ก่อให้เกิดผลกระทบในกลุ่มการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนของกระป๋องโลหะกับรีทอร์ตเพาซ์ ดังภาพที่ 28 ซึ่งมีค่าผลกระทบในกลุ่มนี้เท่ากับ 1,580 kg CO₂ eq. นั้นพบว่ากระป๋องโลหะสามารถใช้งานได้ประมาณ 4 ครั้งจะมีค่าผลกระทบใกล้เคียงการใช้รีทอร์ตเพาซ์ 1 ครั้ง ดังนั้นจากผลการศึกษาที่ได้มีส่วนการจัดการขยะกระป๋องโลหะที่เน้นการรีไซเคิลจะช่วยลดผลกระทบในกลุ่มการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนได้ดี



ภาพที่ 27 ค่าผลกระทบกลุ่มการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนหลังจากการจัดการขยะกระป๋องโลหะ

และจากผลการศึกษาการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมรีทอร์ตเพาซ์ พบว่ามีสาเหตุหลักจากการใช้กล่องกระดาษในการบรรจุเพื่อขนส่ง ดังนั้นควรมีการปรับปรุงสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการบรรจุกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์ในภาชนะบรรจุเนื่องจากรูปแบบของภาชนะบรรจุในการบรรจุรีทอร์ตเพาซ์ที่บรรจุได้จำนวนน้อยและกล่องกระดาษควรมีความหนาเพื่อสามารถรองรับการกระแทกของรีทอร์ตเพาซ์ภายใน จึงทำให้ต้องมีการใช้กล่องกระดาษปริมาณมาก

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากผลการประเมินสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมกระป๋องโลหะขนาดบรรจุสุทธิ 85 กรัมและรีทอร์ตเพาซ์ ขนาดบรรจุสุทธิ 100 กรัม ที่ใช้ในอุตสาหกรรมท่อน้ำกระป๋องในประเทศไทย ทำการประเมินผลกระทบโดยเทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิต และทำการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมครอบคลุมตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบและการขนส่ง กระบวนการผลิตภาชนะบรรจุ การบรรจุ และการจัดการของเสียภาชนะบรรจุภายหลังการใช้งานในประเทศต่างๆ ทำการประเมินและเปรียบเทียบสมรรถนะสิ่งแวดล้อมในภาพรวมด้วยวิธี CML2 Baseline 2000 ผลการศึกษาพบว่า กระป๋องโลหะมีปริมาณการใช้วัตถุดิบหลัก (เหล็กและโลหะ) มากกว่าการใช้วัตถุดิบหลักในการผลิตรีทอร์ตเพาซ์ (พอลิเอสเตอร์ แผ่นพลาสติกพีอีเอ็ม โพลีน พอลิพรอพิลีน) ในขั้นตอนกระบวนการผลิตภาชนะบรรจุโดยวิธี CML2 Baseline 2000 พบว่า ตลอดวัฏจักรชีวิตกระป๋องโลหะมีค่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่ารีทอร์ตเพาซ์ในทุกกลุ่มผลกระทบ คือ กลุ่มการลดลงของทรัพยากรที่ไม่สามารถทดแทนได้ การก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน การก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อมนุษย์ การก่อให้เกิดภาวะความเป็นกรด การเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารในแหล่งน้ำ 27.3 kg Sb. eq. 3,940 kg CO₂ eq. 1,430 kg 1,4-DB eq. 14.1 kg SO₂ eq. 4.6 kg PO₄⁻³ eq. ตามลำดับ ในขณะที่รีทอร์ตเพาซ์มีค่าการก่อให้เกิดผลกระทบ 9.18 kg Sb. eq. 1,580 kg CO₂ eq. 479 kg 1,4-DB eq. 14.1 kg SO₂ eq. 2.11 kg PO₄⁻³ eq. ตามลำดับ

จากผลการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์สามารถบ่งชี้ถึงขั้นตอนที่ก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดในแต่ละกลุ่มผลกระทบของภาชนะบรรจุทั้ง 2 ชนิดได้ ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่า กลุ่มการลดลงของทรัพยากรที่ไม่สามารถทดแทนได้ การก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน กระป๋องโลหะมีขั้นตอนที่ก่อให้เกิดผลกระทบหลักจากขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ ผลกระทบการก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อมนุษย์มาจากขั้นตอนการขนส่งสินค้าไปต่างประเทศ ผลกระทบการก่อให้เกิดภาวะความเป็นกรด และการเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารในแหล่งน้ำมาจากขั้นตอนการขนส่งสินค้าไปต่างประเทศ ขณะที่รีทอร์ตเพาซ์ มีขั้นตอนที่ก่อให้เกิดผลกระทบหลักในกลุ่มการลดลงของทรัพยากรที่ไม่สามารถทดแทนได้ และการก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อมนุษย์ จากขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ ผลกระทบในกลุ่มการก่อให้เกิดภาวะความเป็นกรด และการเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารในน้ำจากขั้นตอนการการบรรจุเพื่อขนส่งสินค้าไปต่างประเทศ

นอกจากนี้ทำการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมภาชนะบรรจุทั้ง 2 ชนิดด้วยวิธี Eco-Indicator 99 พบว่ากระป๋องโลหะมีค่าการเกิดผลกระทบมากกว่ารีทอร์ตเพาซ์ในทุกผลกระทบ คือ การก่อให้เกิดสารมะเร็ง ผลกระทบจากการได้รับสารอินทรีย์/อนินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ความเป็นพิษ การก่อให้เกิดภาวะความเป็นกรด / การเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารในแหล่งน้ำ การใช้สินแร่ และการใช้พลังงาน เนื่องจากการผลิตแผ่นเหล็ก และทำการประเมินผลกระทบด้านการใช้พลังงานด้วยวิธี Cumulative Energy Demand พบว่า กระป๋องโลหะมีค่าผลกระทบด้านการใช้พลังงานมากกว่ารีทอร์ตเพาซ์โดยเฉพาะในกลุ่มการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเพื่อใช้ในการใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อผลิตกล่องกระดาษและการผลิตแผ่นเหล็ก และผลการประเมินผลกระทบการจัดการของเสียหลังการใช้งานของกระป๋องโลหะและรีทอร์ตเพาซ์พบว่า การรีไซเคิลเป็นวิธีการช่วยลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในการผลิตวัตถุดิบบริสุทธิ์ และจากผลการศึกษาพบว่ากระป๋องโลหะสามารถนำมารีไซเคิลใช้ใหม่ได้ โดยในประเทศญี่ปุ่นที่มีอัตราส่วนการรีไซเคิลสูงจะช่วยลดผลกระทบในกลุ่มการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนสูงสุด แต่ในขณะที่รีทอร์ตเพาซ์ซึ่งประกอบด้วยวัสดุหลายชนิดโดยมีจึงทำให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกลุ่มการก่อให้เกิดการก่อให้เกิดโลกร้อนจากการการฝังกลบ ดังนั้นจากการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยภาพรวมทั้งหมดพบว่ากระป๋องโลหะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่ารีทอร์ตเพาซ์ แนวทางการปรับปรุงสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อม

นอกจากนี้ประเด็นปัญหาอื่นๆ เช่น ด้านความปลอดภัยของอาหาร เช่น การปนเปื้อนของโลหะจากภาชนะบรรจุ จึงเป็นข้อด้อยเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้รีทอร์ตเพาซ์ซึ่งเป็นการใช้รีทอร์ตเพาซ์ลดปัญหาเกี่ยวกับการปนเปื้อนโลหะ ประเด็นด้านคุณภาพของรสชาติอาหารที่การใช้รีทอร์ตเพาซ์ใช้เวลาในการฆ่าเชื้อน้อยกว่าซึ่งทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่าแล้วช่วยทำให้คุณค่าของอาหารดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้กระป๋องโลหะ นอกจากนี้รีทอร์ตเพาซ์ซึ่งมีลักษณะบอบบางกว่ากระป๋องโลหะอาจทำให้เกิดความชำรุดเสียหายมากกว่าการใช้กระป๋องโลหะซึ่งทำให้อายุผลิตภัณฑ์อาหารจึงสั้นกว่าการบรรจุด้วยกระป๋องโลหะด้วยทำให้ขั้นตอนการขนส่งต้องมีการใช้ภาชนะบรรจุเพื่อรวมหน่วยรีทอร์ตเพาซ์ที่มีการใช้กล่องกระดาษในการบรรจุมากจึงทำให้เกิดผลกระทบจากในส่วนนี้เพิ่มขึ้น จากผลการศึกษาที่ได้จึงแนะนำในภาคอุตสาหกรรมที่น่าจะพิจารณาเลือกใช้รีทอร์ตเพาซ์เป็นทางเลือกหนึ่งแทนที่ใช้กระป๋องโลหะ ถึงแม้ว่าในขั้นตอนการจัดการหลังการใช้งานของรีทอร์ตเพาซ์นั้นพบว่าพบว่ายากต่อการรีไซเคิลใหม่

ข้อเสนอแนะ

สำหรับข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาในอนาคต มีดังนี้

1. ในโครงการวิทยานิพนธ์นี้ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในด้านสังคมและเศรษฐศาสตร์ของ กระป๋องโลหะและรีพอร์ตเพอร์ควอร์คกับการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อมได้ด้วยกัน เพื่อก่อให้เกิด แนวทางในการเลือกใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาอุตสาหกรรมระดับประเทศได้
2. ในการเก็บข้อมูลบัญชีรายการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานผลิต ควรมีการใช้ เครื่องมือสำหรับการวัดพลังงานโดยเฉพาะเนื่องจากเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและมีความ ถูกต้องมากกว่าการใช้ข้อมูลเครื่องจักรในการคำนวณร่วมกับข้อมูลในการผลิต เนื่องจากอาจทำให้ เกิดความผิดพลาดในการคำนวณเนื่องจากอายุการใช้งานเครื่องจักรบางตัวที่ใช้มานาน
3. พลังงานไฟฟ้าเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดผลกระทบ ดังนั้นข้อมูลบัญชีรายการ สิ่งแวดล้อมของการผลิตพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยจากโรงงานผลิตไฟฟ้าที่ในประเทศไทยใช้ในการ ประเมินผลกระทบควรมีการปรับปรุงฐานข้อมูลเป็นประจำเนื่องจากข้อมูลที่ใช้ปัจจุบันได้จากการ เก็บข้อมูลในปี 2546 เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องที่สุดจึงควรมีการปรับปรุงข้อมูลให้มีความ ทันสมัย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

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

กรมประมง. 2551. ปริมาณและมูลค่าการส่งออกอาหารทะเลกระป๋องและแปรรูป 2542-2550. แหล่งที่มา: http://www.fisheries.go.th/foreign/average42-46/export_tunacan1.xls , 2 ธันวาคม 2550.

กรมวิทยาศาสตร์บริการ. 2546. รีทอร์ต เพาซ์ (retort pouch). แหล่งที่มา: http://www.dss.go.th/dssweb/st-articles/files/bsp_10_2546_retort_pouch.pdf, 2 ธันวาคม 2550.

กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. 2549. อาหารทะเลกระป๋องและแปรรูป. อาหารทะเลกระป๋อง. แหล่งที่มา: <http://www.depthai.go.th>, 17 กุมภาพันธ์ 2549.

งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2547. การบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร. เอกสารการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง **Packaging Technology**. ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2550. การบรรจุอาหาร. เอส. พี. เอ็ม. การพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ดำรงศักดิ์ ชัยสนิท และ ก่อเกียรติ วิริยะกิจพัฒนา. 2542. การบรรจุ. วังอักษร, กรุงเทพฯ.

บวร กิติไพศาลนนท์. 2545. ภาวะอุตสาหกรรมปลาทูน่ากระป๋อง. สำนักนโยบายอุตสาหกรรมรายสาขา 2 สำนักเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

พัชตรา มณีสินธุ์, อมรรัตน์ สวัสดิ์พิพัฒน์, มยุรี ภาคลำเจียก และ บุญกร ประดิษฐ์นิยกุล. 2546. คู่มือการใช้โลหะเพื่อการหีบห่อ. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2549. โครงการ "ศึกษาแนวทางการพัฒนา
อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์เพื่อรองรับมาตรการจัดการ ของเสียบรรจุภัณฑ์และวัสดุเหลือใช้.
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2550. ปลาพูน่ากระป๋อง: ส่งออกปี 2547...ขยายตัว 10%. แหล่งที่มา:
<http://positioningmag.com/prnews/prnews.aspx?id=24583>, 2 กุมภาพันธ์ 2551.

ศูนย์วิจัยนครหลวงไทย. 2550. ปลาพูน่ากระป๋องและผลิตภัณฑ์ : ตลาดนอกสไต...ตลาดใน
ขยายตัว. แหล่งที่มา: <http://www.positioningmag.com/prnews/prnews.aspx?id=306532>,
3 กุมภาพันธ์ 2551.

Ahmed ElAmin. 2005. Tuna packaging shifts to pouches from cans. **Breaking News on Food
Processing & Packaging - North America**. Available Source:
<http://www.foodproductiondaily-usa.com/news/ng.asp?n=64628-tuna-pouches-canned>,
March 12, 2006.

Ayalon, O., Y. Avnimelech and M. Shechter. 2000. Application of a competition
multidimensional LCA in Solid waste management policy: case of soft drink.
Containers. **Environmental Science & Policy**, 3: 135-144.

Beigl, P. and S. Salhofer. 2004. Comparison of ecological effects and costs of communal waste
management systems. **Resources Conservation and recycling**, 41: 83-102.

BUWAL. 1996. Ökoinventare für Verpackungen. Schriftenreihe Umwelt Nr. 250/1+2,
Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, Switzerland.

Craighill, A.L. and J.C. Powell. 1996. Life cycle assessment and economic evaluation of
recycle: a case study. **Resources Conservation and Recycling**, 17: 75-96.

Defra. 2006. **The Producer Responsibility Obligations (Packaging Waste) Regulations 2005**.
England.

Delgado, A.L., Recio, M.A., Pena, C, Lopez, V and Felix, A.L. 2005. Characteristics and thermal detinning of ferrous scrap from Spanish MSW compost plants. **Resources Conservation and Recycling**. 44: 167-183.

Europe Commission. 2001. **Proposal for a Directive of the European Paliment and of the Council Amending Directive 94/ 62/ on Packaging Waste**, Brussels.

Fava, J.A., R. Denison., B. Jones., M.A. Curran., B. Vigon., S. Selke and J. Barnum. 1991. **A Technical Framework For Life Cycle Assessment**. Society of Environmental Toxicity and Chemistry (Setac) and Setac Foundation for Environmental Education. U.S.A.

Fumio, T., M. Masateru., O. Takeshi., T. Nobuhiko and Y. Gen. 2005. Recycling of Steel Can and LCA Study. **Journal of the Iron and Steel Institute of Japan**. 91(1):135-140.

Josupeit, H. 2007. **Tuna Market Report - US - August 2007**. Available Source:
<http://www.globefish.org/dynamisk.php4?id=3634>, April 1, 2008

Hospido, A. and P., Tyedmers. 2005. Life cycle environmental impacts of Spanish tuna fisheries. **Fisheries Research**. 76(2): 174-186.

Hospido, A., M.E. Vazques., A. Cuevas, A. Feijoo and M.T. Moreir. 2006. Environmental assessment of caned tuna manufacture with a life – cycle perspective. **Resources Conservation and Recycling**. 47(1): 56-72.

Huang, C-C and Ma, H-W. 2004. A multidimensional environmental evaluation of packaging materials. **Science of the Total Environment**. 324: 161-172.

Husaini, I.G., A. Garg, K.H. Kim, J. Machant, S.J.T. Pollard and R. Smith. 2007. European household waste management schemes: Their effectiveness and applicability in England. **Resources, Conservation and recycling**, 51: 248-263.

International Iron and Steel Institute. 2006. **Steel Production**. Available Source : <http://www.worldsteel.org/?action=newsdetail&id=225>, December 13, 2007.

International Organization for Standardization (ISO). 1997. **Environmental Management – Life Cycle Assessment - A standard of principles and framework**. European Standard ISO 14040, Geneva.

Iosif, A.M., F. Hanrot and D. Ablitzer. 2008. Process integrated modeling for steelmaking Life Cycle Inventory analysis. **Environmental Impact Assessment**. 34(2): 452-466

ISO 14040. 2006. **Environmental management –Life Cycle Assessment- Principles and framework**. The European Standard EN ISO 14040:2006 has the status of a British Standard.

ISO 14041. 2002. **Environmental management – Life Cycle Assessment-Goal and scope definition and inventory analysis**. The European EN ISO 14041: 1998 has the status of a British Standard.

Khansari, F.E., M. Ghazi-Khansari and M. Abdollahi. 2004. Heavy metals content of canned tuna fish. **Food Chemistry**. 29(2): 293-296.

Lopez-Delgado, A., C. Pena, V. Lopez and F.A. Lopez. 2003. Quality of Ferrous scrap from MSW incinerators: a case study of Spain. **Resources, Conservation and recycling**. 40: 39-51.

Liamsanguan and S. H. Gheewala. 2006. Environmental assessment of energy production from municipal solid waste incineration. **International Journal LCA**. 61: 105 – 123.

- Monte, M.D., E. Padoaano and D. Pozzetto. 2005. Alternative coffee Packaging: an analysis from a life cycle Point of view. **Journal of Food Engineering**. 66: 405 – 411.
- Molgaard, C. 1995. Environmental Impacts by disposal of plastic from municipal solid waste. **Resources, Conservation and Recycling**. 15: 51-63.
- National Marine Fisheries Service. 2006. **Top 10 U.S. Consumption by Species Chart**. Available Source: <http://www.nmfs.noaa.gov/seafood.htm>., December 13, 2007.
- Ongmongkolkul, A. 2001. **Life Cycle Assessment of Paperboard Packing Produced in Thailand**. M.S Thesis, Asian Institute of Technology.
- Ross, S. and D. Evans. 2003. The environment effect of reusing and recycling a plastic-based packaging system. **Journal of Cleaner**. 561 – 571.
- Tayibi, H., C. Peña, F. A. López and A. López-Delgado. 2007. Management of MSW in Spain and recovery of packaging steel scrap. **Waste Management**. 27(11): 1655-1665.
- Tukker, A. 2000. LCA as a tool in environment – impact assessment. **Journal of Environmental Impact Review**. 20: 435-456.
- Uttamangkabovorn, M., P., Prasertsan and A. H., Kittikun. 2005. Water conservation in canned tuna (pet food) plant in Thailand. **Journal of Cleaner Production**. 13(6): 547-555.
- Willams, H. , F. Wikstrom and M. Lofgren. 2008. A life cycle perspective on environmental effects of customer focused packaging development. **Journal of Cleaner Production**. 16(7): 853-859.
- Zabaniotou, A. and E. Kassidi. 2003. Life cycle Assessment applied to egg packaging made from polystyrene and recycled paper. **Journal of Cleaner Production**. 11: 349-559.

ภาคผนวก ก

การเก็บบัญชีรายการข้อมูล

ข้อมูลทั่วไป

บริษัท _____
 ที่ตั้ง _____
 ประเภทกิจการ _____
 จำนวนพนักงานรวม _____
 เวลาทำงาน _____ ช.ม. /วัน _____ วัน/สัปดาห์
 ทำงาน _____ กะ/วัน

ข้อมูลอื่นๆ

รายการ	มี	ไม่มี	หมายเหตุ
แผนผังกระบวนการผลิต			
แผนผังการใช้พื้นที่โรงงาน			
แผนที่แสดงที่ตั้งโรงงาน			
บันทึกการปล่อยมลพิษทางอากาศ			
บันทึกการปล่อยมลพิษทางน้ำ			
บันทึกการทิ้งของเสีย			
ตารางเวลาการผลิต			
รายการสารเคมีและMSDS			
โครงสร้างการจัดการสิ่งแวดล้อม			
กฎหมายสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง			
ข้อมูลความปลอดภัยในโรงงาน			
ข้อมูลเครื่องจักร			

หมายเหตุ

ข้อมูลทั่วไปผลิตภัณฑ์ วัตถุดิบ และของเสียทั่วไปที่เกิดขึ้น

ผลิตภัณฑ์	% ของผลิตภัณฑ์รวม	กำลังการผลิต (ตัน/ปี)	หมายเหตุ
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
วัตถุดิบ	ปริมาณ (หน่วย/เดือน)	ราคา (บาท/หน่วย)	หมายเหตุ
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
ของเสีย	ปริมาณ/วัน	วิธีการบำบัด	หมายเหตุ
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

การเก็บข้อมูลสารขาเข้าของกระบวนการสั่งซื้อแผ่นเหล็ก

ชนิด	แหล่งการซื้อ	ขนาดแผ่นเหล็ก	น้ำหนักแผ่นเหล็กต่อแผ่น (กิโลกรัม)	จำนวนชิ้นงานต่อแผ่น
211can				
211 shell				
211 EOE				

การเก็บข้อมูลสารขาออก (ผลิตภัณฑ์) ของกระบวนการสั่งซื้อแผ่นเหล็ก

ชนิด	กระป๋อง 2 ชิ้น	ฝากระป๋อง 211 shell	ฝากระป๋อง 211EOE
น้ำหนักต่อชิ้นงาน (g)			
จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ (ชิ้น/เดือน)			

การเก็บข้อมูลสารขาออก (ของเสียรวม) ของกระบวนการสั่งซื้อแผ่นเหล็ก

ชนิด	การเคลือบแลกเกอร์	การพิมพ์สีแผ่นเหล็ก	การขึ้นรูปกระป๋อง	การทำฝากระป๋อง
เศษวงแหวน				
เศษโครงเหล็ก				

การเก็บข้อมูลสารขาเข้ากระป๋องโลหะของกระบวนการเคลือบแผ่นเหล็ก

รายการเคลือบฯ	ชนิดแลคเกอร์	ปริมาณการใช้ รวม (kg)	จำนวนแผ่น (แผ่น)	ปริมาณการใช้ ต่อแผ่น (kg)	ปริมาณการใช้ ต่อกระป๋อง (g)
เคลือบด้านใน					
เคลือบขาว (2 pass)					
เคลือบเงา					

การเก็บข้อมูลสารขาเข้าฟลักซ์ของกระบวนการเคลือบแผ่นเหล็ก

รายการเคลือบฯ	ชนิดแลคเกอร์	ปริมาณการใช้ รวม (kg)	จำนวนแผ่น (แผ่น)	ปริมาณการใช้ ต่อแผ่น (kg)	ปริมาณการใช้ ต่อชิ้นงาน (g)
ทองทัพบิมพ์					
เงินด้านใน					
ทองทัพบเงิน					

การเก็บข้อมูลปริมาณการใช้แก๊สหุงต้มของกระบวนการเคลือบแผ่นเหล็ก

แก๊สหุงต้ม	ปริมาณการใช้ทั้งหมด ต่อเดือน (kg)	จำนวนแผ่นเคลือบ (แผ่น)	ปริมาณการใช้ต่อแผ่น (kg)	ปริมาณการใช้ต่อ ชิ้นงาน(g)
กระป๋อง				
ฝา				

การเก็บข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรสารขาข้าวของกระบวนการเคลือบแลคเกอร์

ชนิด	กำลังไฟฟ้า ของเครื่องจักร (kW)	จำนวนแผ่นหลัก	จำนวนชิ้นงาน ต่อแผ่นหลัก	ระยะเวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ทั้งหมด (kWh)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อ แผ่นหลัก (kWh)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อ ชิ้นงาน (kWh)
กระป๋อง 211							
ฝา 211							

การเก็บข้อมูลสารขาเข้าของกระบวนการพิมพ์สีแผ่นหลัก

สี	ปริมาณการใช้สีหมึก พิมพ์ (kg)	ปริมาณแผ่น หลัก (แผ่น)	ปริมาณการใช้สีหมึก พิมพ์ต่อแผ่น (kg)	ปริมาณการใช้สีหมึก พิมพ์ต่อชิ้นงาน (kg)
กระป๋อง				
ฝา Black				

การเก็บข้อมูลปริมาณการใช้แก๊สหุงต้มของกระบวนการพิมพ์สีแผ่นหลัก

แก๊สหุงต้ม	ปริมาณการใช้ทั้งหมด (kg)	จำนวนแผ่น เคลือบ (แผ่น)	ปริมาณการใช้สีหมึก พิมพ์ต่อแผ่น (kg)	ปริมาณการใช้สีหมึก พิมพ์ต่อชิ้นงาน (kg)
ฝา				
กระป๋อง				

การเก็บข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรของกระบวนการการพิมพ์สีแผ่นหลัก

สารขาเข้า								
แผ่นหลัก	ขนาดแผ่นหลัก	จำนวนแผ่นหลัก	จำนวนชิ้นงานต่อแผ่นหลัก	กำลังไฟฟ้าของเครื่องจักร (kW)	ระยะเวลาที่ใช้ (h)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อแผ่นหลัก (W.h)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อชิ้นงาน (kW.h)
กระป๋อง								

การเก็บข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรของกระบวนการขึ้นรูปกระป๋อง

C8	กำลังไฟฟ้า กระป๋อง			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ประสิทธิภาพเครื่องจักร				
กำลังไฟฟ้าเครื่องจักร				
ชิ้นงานที่ผลิตได้ต่อเดือน				
ระยะเวลาที่ใช้ (hr)				
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อเดือน (kWh)				

ภาคผนวก ข

ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมรีทอร์ตเพาช์ โดยวิธี CML2 baseline 2000

กลุ่มผลกระทบ สิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด		
		ญี่ปุ่น	อังกฤษ	อเมริกา
ADP	kg Sb eq			
GWP	kg CO ₂ eq			
HTP	kg 1,4-DB eq			
MTP	kg 1,4-DB eq			
AP	kg SO ₂ eq			
EP	kg PO ₄ eq			

ผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมกระป๋องโลหะ โดยวิธี CML2 baseline 2000

กลุ่มผลกระทบ สิ่งแวดล้อม	หน่วย	ค่าดัชนีชี้วัด		
		ญี่ปุ่น	อังกฤษ	อเมริกา
ADP	kg Sb eq			
GWP	kg CO ₂ eq			
HTP	kg 1,4-DB eq			
MTP	kg 1,4-DB eq			
AP	kg SO ₂ eq			
EP	kg PO ₄ eq			

ค่าคะแนนเชิงเดี่ยวกระป๋องโลหะ และรีพอร์ทเพชโดยวิธี Eco-incator 99

กลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม	ค่าดัชนีชี้วัด (Pt)		
	ญี่ปุ่น	อังกฤษ	อเมริกา
Carcinogens			
Respiratory organics			
Respiratory inorganics			
Climate change			
Radiation			
Ozone layer			
Ecotoxicity			
Acidification/ Eutrophication			
Land use			
Minerals			
Fossil use			

ค่าคะแนนเชิงเดี่ยวผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมรีพอร์ตเพชโดยวิธี Energy Cumulative Demand

กลุ่มผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	ค่าดัชนีชี้วัด (pt)		
	ญี่ปุ่น	อังกฤษ	อเมริกา
Non renewable, fossil			
Non-renewable, nuclear			
Renewable, biomass			
Renewable, wind, solar, geothe			
Renewable, water			

ค่าคะแนนเชิงเดี่ยวผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมกระป๋องโลหะโดยวิธี Energy Cumulative Demand

กลุ่มผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	ค่าดัชนีชี้วัด (Pt)		
	ญี่ปุ่น	อังกฤษ	อเมริกา
Non renewable, fossil			
Non-renewable, nuclear			
Renewable, biomass			
Renewable, wind, solar, geothe			
Renewable, water			

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	กิตติวรรณ กิจปรณสันติ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	17 กุมภาพันธ์ 2525
สถานที่เกิด	จ.ตรัง
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เคมีทรัพยากรสิ่งแวดล้อม) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ผู้ช่วยวิจัย โครงการวิจัย เรื่อง “การประยุกต์การ ประเมินวัฏจักรชีวิตเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมแบบมีส่วนร่วม ภายในห่วงโซการผลิตกุ้งขาวแวนนาไม (<i>Panaeus vannamei</i>) แข่งขันแบบเป็นตัว” โดยได้รับทุนอุดหนุน การวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยแห่งชาติ.
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-