

การประเมินวัฏจักรชีวิตของแท่งเชื้อเพลิงจากขยะผสมกะลาปาล์ม Life Cycle Assessment of RDF-5 from Waste and Palm Kernel

ปรานี หนูทองแก้ว^{1*}, จอมภพ แวศักดิ์^{1,2} และ ธเนศ ไชยชนะ^{1,2}

¹ ศูนย์วิจัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ (วิทยาเขตพัทลุง)

ตำบลบ้านพร้าว อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง 93110

² สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ (วิทยาเขตพัทลุง)

ตำบลบ้านพร้าว อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง 93110

*ติดต่อ: nutongkaew19@hotmail.com, โทรศัพท์/โทรสาร 074-693975

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินวัฏจักรชีวิตของการผลิตเชื้อเพลิงขยะ RDF-5 ผสมกะลาปาล์ม โดยอาศัยแนวคิดการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment, LCA) การศึกษาจะพิจารณาผลกระทบที่เกิดในแง่ของการใช้ทรัพยากรและพลังงาน ผลกระทบที่เกิดต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ และผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อระบบนิเวศเป็นหลัก สำหรับงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาเฉพาะกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงขยะ RDF-5 ผสมกะลาปาล์ม โดยอาศัยเทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิตในโปรแกรมสำเร็จรูป SimaPro 7.2 โดยเลือกใช้วิธี ReCiPe ซึ่งในการศึกษาจะพิจารณาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของการผลิตเชื้อเพลิงขยะ RDF-5 ผสมกะลาปาล์ม 1 กิโลกรัม ผลการศึกษาพบว่าประเภทของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นสูงสุดคือ Fossil depletion มีค่าเท่ากับ 8.09×10^{-2} Pt. คิดเป็นร้อยละ 47.08 ของผลกระทบที่เกิดขึ้นทั้งหมด รองลงมาคือ Climate change Human Health มีค่าเท่ากับ 7.50×10^{-2} Pt. และ Particulate matter formation มีค่าเท่ากับ 1.11×10^{-2} Pt. และ คิดเป็นร้อยละ 43.66 และ 6.48 ของผลกระทบที่เกิดขึ้นทั้งหมด ตามลำดับ แหล่งที่มาหลักของผลกระทบคือพลาสติก รองลงมาคือกะลาปาล์มและการใช้พลังงานไฟฟ้า ตามลำดับ

คำหลัก: RDF-5, กะลาปาล์ม, การประเมินผลกระทบ

Abstract

The aim of this research is to evaluate the life cycle and the economics of RDF-5 from waste and palm kernel. Based on the life cycle assessment (LCA), the impact in terms of resource and energy consumption were evaluated. Impacts on human health, and the ecosystem were considered. This study considered RDF-5 production process only, using life cycle assessment method via SimaPro 7.2 computer software by ReCiPe method. The researcher considered the environmental impact of RDF-5 production from waste and palm kernel 1 kg. Results showed that the RDF-5 from waste and palm kernel 1 kg incurred maximum Fossil depletion of 47.08 of the total effects followed by Climate change Human Health and Particulate matter formation 43.66 and 6.48, respectively. Finally, it was found that the use of plastic was the main cause in such impact.

Keyword: RDF-5, Palm kernel, Impact Assessment.

ETM-2061

1. บทนำ

ในสถานะที่วิกฤติการณ์ด้านพลังงานมีเพิ่มสูงขึ้น เนื่องด้วยเหตุปัจจัยต่างๆ ดังนั้นการเลือกใช้พลังงานหมุนเวียน ที่ได้แก่ แสงอาทิตย์ น้ำ ลม และชีวมวล เช่น ไม้ ฟืน แกลบ กาก (ขาน) อ้อย ซึ่งเป็นพลังงานที่ใช้ไม่หมด มีแหล่งพลังงานอยู่ภายในประเทศ จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่รัฐต้องเร่งให้ความสำคัญ ในการพัฒนาศักยภาพและสร้างความเชื่อมั่นกับการใช้พลังงาน จากแหล่งภายในประเทศ เพื่อลดความเสี่ยงต่อการพึ่งพาพลังงานเชิงพาณิชย์

ขยะมูลฝอยเป็นอีกแหล่งพลังงานที่น่าสนใจในปัจจุบัน เนื่องจากจำนวนประชากรของประเทศไทยที่เพิ่มขึ้นตลอดทุกปีทำให้มีปริมาณขยะเกิดขึ้นตามจำนวนประชากรที่เพิ่มสูงขึ้น ส่งผลกระทบต่อการจัดเก็บและทำลายรวมทั้งหมดซึ่งงบประมาณในการดำเนินการดังกล่าว ดังนั้นขยะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถใช้ในการผลิตพลังงาน (Waste to Energy) เนื่องจากขยะมีปริมาณมากและเป็นของเหลือที่ไม่มีใครต้องการ ปัจจุบันมีการนำขยะมาผลิตเป็นพลังงานน้อยมากเมื่อเทียบกับพลังงานทดแทนด้านอื่นๆ โดยขยะส่วนใหญ่ยังไม่ได้รับการจัดการอย่างถูกวิธี ส่วนใหญ่ถูกนำไปเทกองทิ้งไว้ นำไปฝังในหลุมฝังกลบ (Land-fill) หรือเผากลางแจ้ง (Open Combustion) ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ตามมา เช่น กลิ่นรบกวน น้ำชะขยะปนเปื้อนแหล่งน้ำ ดินน้ำใช้ รวมทั้งเป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์และพาหะนำโรค ซึ่งหากไม่ได้รับการกำจัดขยะอย่างถูกวิธีจะก่อให้เกิดผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอนามัยของมนุษย์ที่อาศัยอยู่

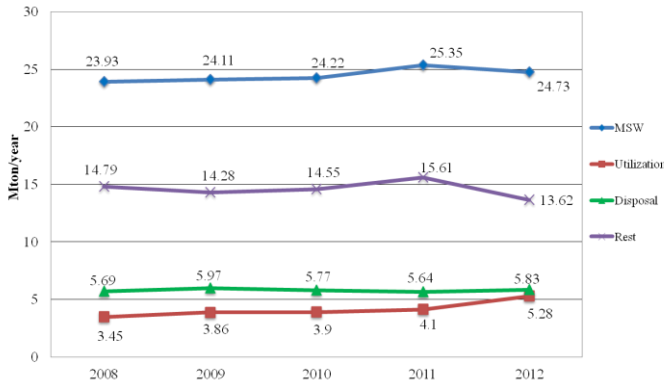
โดยรอบแหล่งขยะเหล่านั้นได้ ดังนั้นการนำขยะมาผลิตพลังงานเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยกำจัดขยะที่เกิดขึ้นอีกทั้งยังเป็นการนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ในรูปของพลังงาน และเนื่องจากในพื้นที่ทางภาคใต้ของประเทศไทยนั้นเป็นแหล่งอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มซึ่งในกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มนั้นมีวัสดุเหลือทิ้งที่สามารถนำมาใช้

ประโยชน์ได้เป็นจำนวนมาก เช่นกะลาปาล์ม ทะลาย เปล่า และเส้นใย เป็นต้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงสนใจการนำกะลาปาล์มน้ำมันซึ่งเป็นวัสดุที่มีค่าความร้อนสูง 18,267 kJ/kg (ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม) มาผสมกับขยะเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะ RDF-5 ซึ่งเป็นอีกแหล่งพลังงานทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ สำหรับการใช้ประโยชน์จากเชื้อเพลิงขยะนั้นสามารถใช้ได้ทั้งในรูปของความร้อนและการนำไปผลิตพลังงานไฟฟ้า แต่อย่างไรก็ตามการนำขยะมาใช้ประโยชน์ก็ยังต้องศึกษาถึงความคุ้มค่าในการลงทุนและผลกระทบที่เกิดต่อสิ่งแวดล้อมด้วยปัจจุบันขยะชุมชน (MSW) และวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรกลายมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเชื้อเพลิงขยะ RDF

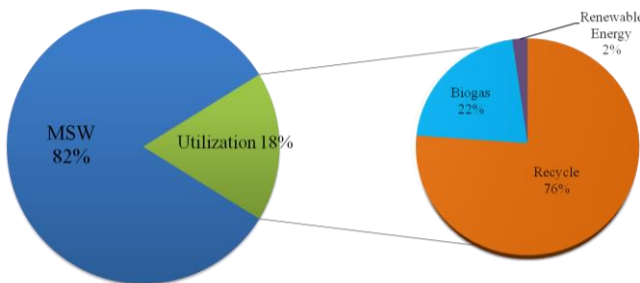
จากรายงานกรมควบคุมมลพิษปี 2012 พบว่าขยะมูลฝอยเทศบาล (MSW) ในประเทศไทยในช่วง 2008-2012 แสดงในรูป 1 [1] ในปี 2012 ปริมาณขยะมีประมาณ 24,730,000 ตัน โดยเฉลี่ย 67,577 ตันต่อวัน และปริมาณของเสียที่ไม่ได้รับการกำจัดที่ถูกต้องประมาณ 15.90 ล้านตัน

เจ้าหน้าที่สามารถกำจัดขยะได้ 5,830,000 ตัน และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ประมาณ 5,280,000 ตัน ในขณะที่ส่วนที่เหลืออีกประมาณ 13,620,000 ตันของขยะมูลฝอยไม่ได้กำจัด กรมควบคุมมลพิษได้รายงานว่ามีจำนวนขยะมูลฝอยประมาณ 82% ที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ดังแสดงในรูปที่ 2 และแสดงองค์ประกอบของขยะมูลฝอยเทศบาลดังแสดงรูปที่ 3 ซึ่งประกอบด้วยขยะอินทรีย์ 64% พลาสติก 16.9% กระดาษ 8.3%, แวนดา 3.5%, โลหะจาก 2.1%, เสื้อผ้าจาก 1.4%, ยาง 0.5%, ไม้ 0.1% และส่วนที่เหลือของเบ็ดเตล็ด 3.2 % ตามลำดับ

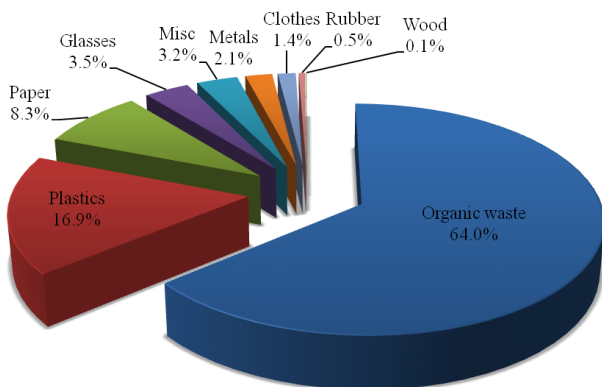
ETM-2061



รูปที่ 1 ขยะมูลฝอยเทศบาล (MSW) ในประเทศไทย
ปี ค.ศ. 2008-2012 [1]



รูปที่ 2 สัดส่วนการนำขยะมูลฝอยชุมชนไปใช้
ประโยชน์ [1]



รูปที่ 3 ส่วนประกอบของขยะมูลฝอยชุมชน [2]

การใช้ขยะมูลฝอยที่เก็บรวบรวมได้เพื่อการเผาไหม้ โดยตรงมักก่อให้เกิดความยุ่งยากในการใช้งาน เนื่องจากความไม่แน่นอนในองค์ประกอบต่างๆ ที่ประกอบกันขึ้นเป็นขยะมูลฝอย ซึ่งเปลี่ยนแปลงไป

ตามชุมชนและตามฤดูกาล อีกทั้งขยะมูลฝอยเหล่านี้มีค่าความร้อนต่ำ มีปริมาณแก็งและความชื้นสูง สิ่งเหล่านี้ก่อความยุ่งยากให้กับผู้ออกแบบโรงเผาและปฏิบัติการ และควบคุมการเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ยาก การแปรรูปขยะมูลฝอยโดยผ่านกระบวนการจัดการต่างๆ เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีของขยะมูลฝอยเพื่อทำให้กลายเป็นขยะเชื้อเพลิง (Refuse Derived Fuel; RDF)

ภาคใต้ของประเทศไทยมีโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบเป็นจำนวนมาก โดยกะลาปาล์มซึ่งเป็นวัสดุที่เกิดจากการสกัดน้ำมันปาล์มนั้นมีค่าความร้อนสูง และสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ได้ งานวิจัยนี้จึงสนใจนำกะลาปาล์มมาเป็นส่วนผสมในการผลิตเชื้อเพลิงขยะ RDF

นอกจากนี้ RDF ยังสามารถเผาไหม้ได้โดยตรงหรือใช้ร่วมกับเชื้อเพลิงอื่นๆ แต่ถึงแม้ว่าการเผาไหม้โดยตรงของ RDF จะทำให้ได้พลังงานความร้อน แต่ก็ยังอาจนำไปสู่ภาวะโลกร้อนในระหว่างขั้นตอนการผลิตและการใช้งาน ดังนั้นการประเมินวัฏจักรชีวิต (LCA) ควรได้รับการพิจารณาเพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาก RDF-5 การผลิต LCA เป็นวิธีการที่เป็นมาตรฐานสากลที่สามารถบัญชีสำหรับปัจจัยการผลิตต้นน้ำและปลายน้ำและการปล่อยก๊าซที่เกี่ยวข้องกับวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์หรือบริการ

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. เชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel: RDF)

เชื้อเพลิงขยะ RDF เป็นรูปแบบของการจัดการขยะเพื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงวิธีหนึ่ง โดยการปรับปรุงและแปลงสภาพของขยะมูลฝอยให้เป็นเชื้อเพลิงแข็งที่มีคุณสมบัติในด้านค่าความร้อน (Heating Value) ความชื้น ขนาดและความหนาแน่นเหมาะสมในการใช้เป็นเชื้อเพลิงป้อนหม้อไอน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าหรือความร้อนและมีส่วนประกอบทั้งทางเคมีและกายภาพสม่ำเสมอ โดยขั้นตอนและรูปแบบการเปลี่ยนสภาพจากขยะมาเป็นเชื้อเพลิงนั้นมีอยู่

ETM-2061

หลายวิธีด้วยกัน ขึ้นอยู่กับสภาพของขยะและสภาพของเชื้อเพลิงขยะที่ต้องการ แต่ขั้นตอนโดยทั่วไปจะประกอบด้วย การคัดแยก การลดขนาด การลดความชื้นเป็นต้น

2. การอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็ง

กระบวนการอัดแท่งหรือทำให้เป็นก้อนเป็นเทคโนโลยีของการอัดโดยอาศัยกรรมวิธีต่างๆ เพื่อเพิ่มค่าความหนาแน่นของเชื้อเพลิงโดยการให้ความร้อนเพื่อกดวัตถุบีบให้แน่นวัสดุเมื่อถูกอัดทำให้มีความหนาแน่นสูงขึ้น มีปริมาณของความชื้นลดลง มีขนาดรูปร่างและคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกัน การอัดเป็นก้อนสามารถทำได้โดยใช้ตัวประสานหรือไม่ใช้ก็ได้ โดยมีกรรมวิธีการผลิตแท่งเชื้อเพลิงแข็งโดยการอัดแท่ง 2 รูปแบบ คือการอัดเย็นและการอัดร้อน การจะเลือกใช้วิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ในกระบวนการอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็ง

- การอัดเย็น สามารถทำได้โดยการนำวัสดุชีวมวลต่างๆ มาเผาให้เป็นถ่านก่อน จากนั้นนำมาบดให้ละเอียดแล้วนำมาผสมกับแป้งมันหรือตัวประสานอื่นๆ ตามสัดส่วนที่เหมาะสม ซึ่งเป็นวิธีค่อนข้างยุ่งยาก

- การอัดร้อน ทำได้โดยการนำวัสดุต่างๆ ที่ต้องการนำมาอัดแท่ง เช่น วัสดุเหลือทิ้งจากเกษตรกรรมและโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร มาอัดเป็นแท่งโดยเครื่องอัดแท่ง วิธีการนี้ไม่ต้องใช้ตัวประสานแต่จะใช้ความร้อนจากเครื่องอัดแท่งทำให้สารที่เป็นสารเหนียวในวัสดุทำหน้าที่เป็นตัวประสานทำให้เป็นแท่งเชื้อเพลิงแข็งขึ้นมา แท่งเชื้อเพลิงแข็งที่ได้นี้จะมีความหนาแน่นค่อนข้างสูงและมีลักษณะเหมือนแท่งฟืน หากต้องการทำเป็นถ่านอัดแท่งสามารถทำได้โดยการนำไปเผาในตู้อบถ่านโดยตรง [3]

ที่ผ่านมาได้มีผู้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุที่หลากหลาย เช่น ทองทิพย์ [4] ศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนเพื่อทดแทนฟืนและถ่านในการหุงต้มในครัวเรือน ชีรพจน์

[5] ศึกษาการผลิตถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลือง อภิรักษ์ [6] การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากขี้เถ้าแกลบ ผสมขี้ข้าวโพดและกะลามะพร้าวด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน

3. การประเมินวัฏจักรชีวิต

(Life Cycle Assessment: LCA)

LCA เป็นการศึกษาเพื่อประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์หนึ่งๆ ตลอดวัฏจักรชีวิต ตั้งแต่เกิดจนตาย (from Cradle to Grave) โดยพิจารณาการใช้วัตถุดิบและพลังงานในกระบวนการผลิต การขนส่ง การเก็บรักษา การใช้ การทิ้งและการจัดการของเสียที่เกิดจากกระบวนการ โดยระบุถึงปริมาณพลังงานและวัสดุทั้งหมดที่ใช้ รวมทั้งของเสียทั้งหมดที่มีการปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมภายใต้ขอบเขตที่กำหนด จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาหาวิธีปรับปรุงผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการ เพื่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

ขั้นตอนในการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการใดๆ ซึ่งทำการศึกษาตามมาตรฐาน ISO 14040-14043 [7] ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังรูปที่ 4 โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) การกำหนดเป้าหมายและขอบเขต

(Goal and Scope Definition)

เป็นขั้นตอนแรกของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ทราบว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการศึกษา และจะทำการศึกษายังไง ผลจากการศึกษาจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับการกำหนดขอบเขตและเป้าหมายของการศึกษาเป็นสำคัญ

(2) การจัดทำบัญชีรายการ

(Inventory Analysis)

สำหรับขั้นตอนนี้จะเป็นการทำบัญชีรายการและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับชนิดและปริมาณการใช้พลังงาน วัสดุ ทรัพยากรธรรมชาติ ข้อมูลชนิด

ETM-2061

และปริมาณ การปล่อยของเสียหรือมลพิษสู่สิ่งแวดล้อม

(3) การประเมินผลกระทบ

(Impact Assessment)

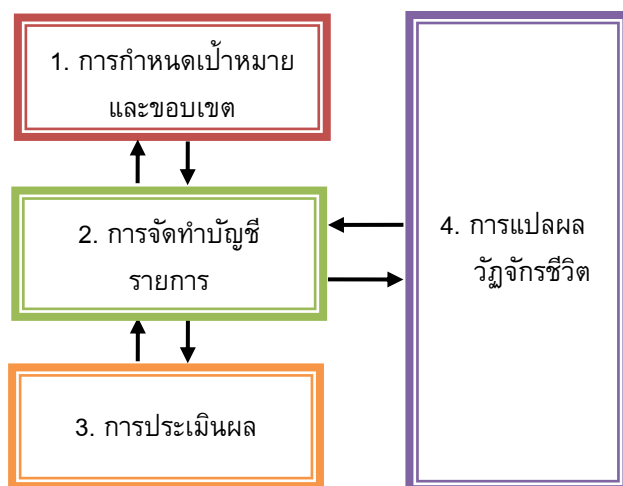
การประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม ขั้นตอนนี้เป็นการจัดแบ่งเป็นประเภทผลกระทบและเปรียบเทียบผลกระทบแต่ละชนิดที่เกิดขึ้น

(4) การแปลผลวัฏจักรชีวิต (Interpretation)

เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์ผลจากข้อมูลที่ได้และนำเสนอแนวทางในการแก้ไขหรือปรับปรุงเพื่อให้ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดตลอดวัฏจักรชีวิตมีปริมาณและความรุนแรงโดยรวมลดลงในประเด็นที่เราสนใจ

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษา LCA ของเชื้อเพลิงขยะ RDF-5 ผสมกะลาปาล์มนี้จะใช้วิธีการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมโดยใช้โปรแกรม SimaPro และมีขอบเขตในการศึกษาดังนี้



รูปที่ 4 ขั้นตอนการประเมินวัฏจักรชีวิต

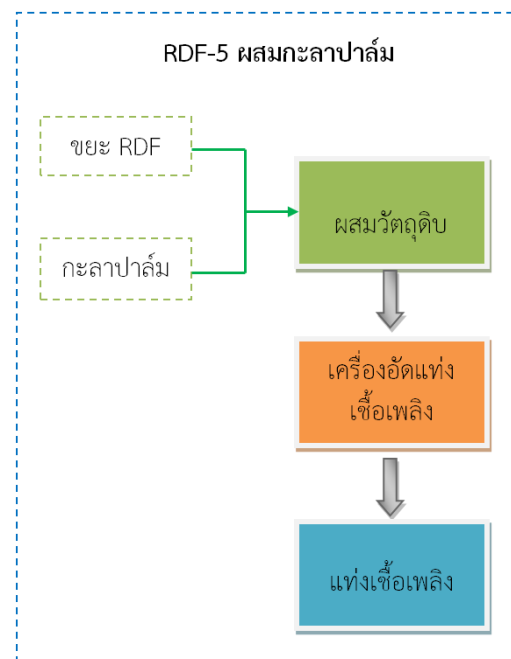
(1) ขอบเขตของระบบ (System Boundary)

ทำการศึกษาค่า LCA โดยทำการเก็บข้อมูลและประเมินวัฏจักรชีวิตในด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF-5) ผสมกะลาปาล์มที่มีส่วนประกอบของขยะเป็นส่วนใหญ่ โดยใช้

กรณีศึกษาขยะในพื้นที่มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง ซึ่งมีขั้นตอนการผลิตประกอบด้วย การบด/ย่อย เพื่อลดขนาด การผสม และการอัดแท่งเชื้อเพลิง โดยพิจารณารวมถึงการกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ

ขอบเขตระบบการศึกษาการประเมินผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมของการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF-5) ผสมกะลาปาล์มในงานวิจัยนี้แสดงดังรูปที่ 5

หน่วยการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของ LCA ของการผลิตเชื้อเพลิงขยะ RDF-5 ผสมกะลาปาล์มพิจารณาผลกระทบที่เกิดในการผลิตเชื้อเพลิงขยะ RDF-5 ผสมกะลาปาล์ม 1 กิโลกรัม



รูปที่ 5 ขอบเขตการศึกษาของการผลิตเชื้อเพลิงขยะ RDF-5 ผสมกะลาปาล์ม

4.2 บัญชีรายการ

สำหรับวัตถุดิบในการผลิตเชื้อเพลิงขยะอัดแท่ง RDF-5 แสดงดังรูปที่ 6 ประกอบด้วย

1. พลาสติกชนิดอ่อน และได้ทำการลดขนาดให้มีขนาดตามมาตรฐานที่จะทำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะอัดแท่ง RDF-5 คือมีขนาดเล็กกว่า 2 ตารางเซนติเมตร

ETM-2061

2. เศษกระดาษ และได้ทำการลดขนาดให้มีขนาดตามมาตรฐานที่จะทำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะอัดแท่ง RDF-5 คือมีขนาดเล็กกว่า 2 ตารางเซนติเมตร

3. กะลาปาล์ม ได้ทำการจัดหาคะลาปาล์ม ทั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์จากชุมชนสมุทรสาคร ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด

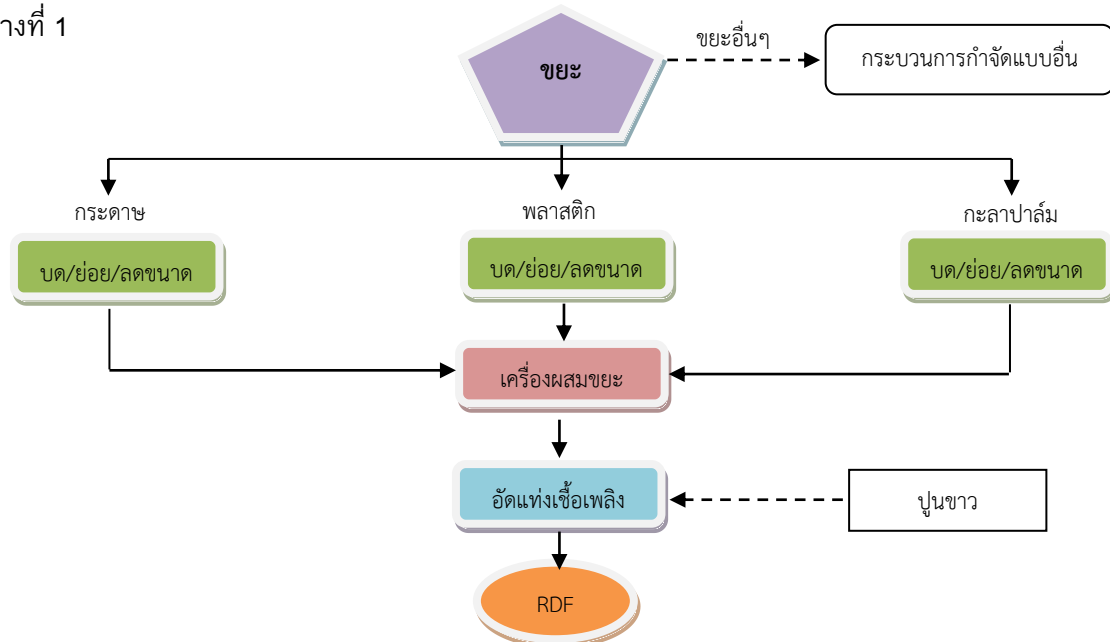


รูปที่ 6 วัสดุที่ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงขยะ RDF-5 ผสมกะลาปาล์ม

สำหรับการจัดทำบัญชีรายการการผลิตเชื้อเพลิงขยะ RDF-5 ผสมกะลาปาล์ม รวมทั้งวิเคราะห์ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงขยะ RDF-5 ผสมกะลาปาล์ม โดยมีขั้นตอนดังรูปที่ 7 โดยแสดงบัญชีรายการที่ได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 บัญชีรายการสารเข้า-ออก ในการได้มาของเชื้อเพลิงขยะ RDF-5 ผสมกะลาปาล์ม

กระบวนการ	รายการสารเข้า-ออก ในกระบวนการ	
บด/ย่อย/ลดขนาด	Input ₁	เศษกระดาษ 0.58 กก. พลาสติกอ่อน 0.19 กก.
	Output ₁	เศษกระดาษ 0.58 กก. พลาสติก 0.19 กก.
การผสม	Input ₂	เศษกระดาษ 0.58 กก. พลาสติกอ่อน 0.19 กก. กะลาปาล์ม 0.19 กก. ปูนขาว 0.19 กก.
	Output ₂	วัตถุดิบที่ผสมแล้ว 1,170.73 กก
การอัดแท่ง	Input ₃	วัตถุดิบที่ผสมแล้ว 1.17 กก. พลังงานไฟฟ้า 0.23 กิโลวัตต์-ชั่วโมง
	Output ₃	เชื้อเพลิงอัดแท่ง 1 กก.



รูปที่ 7 ขั้นตอนการผลิตเชื้อเพลิงขยะ RDF-5 ผสมกะลาปาล์ม

4.3 การประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

การประเมินค่าผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตเชื้อเพลิง RDF-5 ผสมกะลาปาล์ม ได้นำ

ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากตารางบัญชีรายการ มาทำการคำนวณด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SimaPro Version 7.2 ด้วยวิธี ReCiPe Endpoint โดยในการศึกษาจะ

ETM-2061

พิจารณาประเภทของผลกระทบ 17 ประเภทดังตาราง
ที่ 2

ตารางที่ 2 ประเภทของผลกระทบ

ประเภทผลกระทบ	หน่วย
Climate change Human Health	DALY
Ozone depletion	DALY
Human toxicity	DALY
Photochemical oxidant formation	DALY
Particulate matter formation	DALY
Ionising radiation	DALY
Climate change Ecosystems	species.yr
Terrestrial acidification	species.yr
Freshwater eutrophication	species.yr
Terrestrial ecotoxicity	species.yr
Freshwater ecotoxicity	species.yr
Marine ecotoxicity	species.yr
Agricultural land occupation	species.yr
Urban land occupation	species.yr
Natural land transformation	species.yr
Metal depletion	\$
Fossil depletion	\$

ที่มา: SimaPro 7.2

4. ผลการศึกษา

ในการศึกษา LCA นั้นจะไม่ทำการศึกษาผลกระทบจากอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่จัดเป็นต้นทุนคงที่ เช่น อาคารหรือโรงเรือน เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการ เนื่องจากต้องการทราบผลกระทบที่เกิดขึ้นโดยตรงจากการใช้ทรัพยากร พลังงาน ในการผลิตเชื้อเพลิงขยะ RDF-5 ผสมกะลาปาล์มเป็นหลัก (Major Impact) ส่วนผลกระทบที่เกิดจากส่วนที่ไม่นำมาคตินั้นจัดเป็นผลกระทบรอง (Minor Impact) ซึ่งจะทำให้สามารถมองเห็นภาพของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของการผลิตเชื้อเพลิง RDF-5 ผสมกะลาปาล์มได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 3 เป็นค่าผลกระทบแต่ละประเภทที่เกิดขึ้นตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตเชื้อเพลิง RDF-5 ผสมกะลาปาล์ม 1 กิโลกรัม

ตารางที่ 3 ปริมาณผลกระทบที่เกิดขึ้นในแต่ละประเภท

ประเภทผลกระทบ	ปริมาณ ผลกระทบที่เกิดขึ้น (Pt.)
Climate change Human Health	7.50×10^{-2}
Ozone depletion	1.29×10^{-7}
Human toxicity	1.63×10^{-5}
Photochemical oxidant formation	6.08×10^{-6}
Particulate matter formation	1.11×10^{-2}
Ionising radiation	4.65×10^{-6}
Climate change Ecosystems	4.54×10^{-3}
Terrestrial acidification	1.67×10^{-6}
Freshwater eutrophication	1.43×10^{-7}
Terrestrial ecotoxicity	4.84×10^{-7}
Freshwater ecotoxicity	6.14×10^{-8}
Marine ecotoxicity	1.53×10^{-10}
Agricultural land occupation	1.54×10^{-6}
Urban land occupation	4.77×10^{-6}
Natural land transformation	5.22×10^{-5}
Metal depletion	4.48×10^{-6}
Fossil depletion	8.09×10^{-2}

ประเภทของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นสูงสุดคือ Fossil depletion มีค่าเท่ากับ 8.09×10^{-2} Pt. คิดเป็นร้อยละ 47.08 ของผลกระทบที่เกิดขึ้นทั้งหมด รองลงมาคือ Climate change Human Health มีค่าเท่ากับ 7.50×10^{-2} Pt. และ Particulate matter formation มีค่าเท่ากับ 1.11×10^{-2} Pt. และ คิดเป็นร้อยละ 43.66 และ 6.48 ของผลกระทบที่เกิดขึ้นทั้งหมด ตามลำดับ แหล่งที่มาหลักของผลกระทบคือพลาสติก ก่อให้เกิดผลกระทบ 0.11 Pt. รองลงมาคือกะลาปาล์มและการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยก่อให้เกิดผลกระทบเท่ากับ 0.04 Pt. และ 0.02 Pt. ตามลำดับ

ETM-2061

5. สรุป

จากการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของการผลิตเชื้อเพลิงขยะ RDF-5 ผสมกะลาปาล์ม โดยใช้โปรแกรม SimaPro 7.2 มาทำการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิต โดยวิธี ReCiPe Endpoint สามารถสรุปได้ดังนี้

- ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตเชื้อเพลิงขยะ RDF-5 ผสมกะลาปาล์ม 1 กิโลกรัม มีค่าเท่ากับ 0.171 Pt

- ประเภทของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นสูงสุดคือ Fossil depletion คิดเป็นร้อยละ 47.08 รองลงมาคือ Climate change Human Health และ Particulate matter formation คิดเป็นร้อยละ 43.66 และ 6.48 ของผลกระทบที่เกิดขึ้นทั้งหมด ตามลำดับ

- แหล่งที่มาของผลกระทบคือ พลาสติก รองลงมาคือกะลาปาล์มและการใช้พลังงานไฟฟ้า

ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาได้แสดงผลกระทบที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงขยะ RDF-5 ผสมกะลาปาล์ม ซึ่งเป็นหนึ่งในกระบวนการที่จะได้มาซึ่งเชื้อเพลิงขยะ RDF-5 จึงยังไม่สามารถสรุปได้ว่าแหล่งเชื้อเพลิงที่ได้นั้นมีข้อดี-ข้อเสียเพียงใด โดยจะต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมในกระบวนการอื่นที่เกี่ยวข้องตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ

6. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ มหาวิทยาลัยทักษิณ ปี พ.ศ. 2555 และคณะผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์วิจัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการศึกษาวิจัยของโครงการ

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Pollution Control Department. (2013). Reports of pollution in Thailand in 2012. URL: http://infofile.pcd.go.th/mgt/DraftPolReport2555_25560214.pdf? CFID =13119758& CFTOKEN=22373626. Retrieved 1 Apr 2013.

[2] Pollution Control Department. (2006). Thailand: Partnership for Development (WASTE MANAGE-MENT: Realization of Waste-to-Energy and Beyond,. URL: <http://infofile.pcd.go.th/waste/waste2energy49.pdf?CFID=12912988&CFTOKEN=42888764>. Retrieved 1 Apr 2013.

[3] พจน์ีย์ วิเศษศรี และศิรินาฏ แสงสุริยา. (2545). การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณผลผลิต ค่าพลังงาน ความร้อน พลังงานและต้นทุนที่ใช้ในกระบวนการผลิต แห้งเชื้อเพลิงแข็งจากเครื่องอัดเชื้อเพลิงแบบอัดร้อน และอัดเย็น. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏมหาสารคาม

[4] ทองทิพย์ พูลเกษม. (2542). การศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนเพื่อทดแทนฟืนและถ่านในการหุงต้มในครัวเรือน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยมหิดล.

[5] ชีรพจน์ พุทธิกิจวิวงศ์. (2549). ศึกษาการผลิตถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลือง ซึ่งเป็นเศษวัสดุเหลือใช้ทางเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ในรูปของเชื้อเพลิงได้นาเอาต้นถั่วเหลืองไปเผาให้เป็นถ่านมาบดอัดเป็นแท่ง และใช้มันสาปะหลังสดเป็นตัวประสาน. มหาสารคาม: วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

[6] อภิรักษ์ สวัสดิ์กิจ. (2551). การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากขี้เถ้าแกลบผสมขี้ข้าวโพดและกะลามะพร้าว ด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน. กรุงเทพมหานคร: วิทยานิพนธ์วิศวกรรมมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

[7] International Organisation for Standardisation (ISO). 2006. *ISO 14040 (2006): Environmental management- Life cycle assessment –Principles and framework* Geneve.