การประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตสำหรับการผลิตไบโอดีเซล

LIFE CYCLE ASSESMENT FOR BIODIESEL PRODUCTION

สิริรัตน์ พึ่งชมภู

Sirirat Pungchompoo

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

sirirat.p@rmutsv.ac.th

บทคัดย่อ

การผลิตไบโอดีเซลมีการบริโภคพลังงานและทรัพยากรสูง เกิดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อม และเกิดของเสียในกระบวนการผลิต ปัจจุบันประเทศไทยได้ประยุกต์ใช้วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิตตามที่กำหนดในอนุกรมมาตรฐาน ISO 140420 เพื่อเป็นแนวทางให้สามารถใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและก่อให้เกิดมลภาวะน้อยที่สุด การประเมินวัฏจักรชีวิตของไบโอดีเซลเป็นการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวเนื่องตั้งแต่ วัตถุดิบ การผลิต การขนส่ง การใช้ตลอดจนการจัดการของเสีย โดยบทความฉบับนี้นำเสนอเกี่ยวกับแนวคิดในส่วนแรก และวิธีการของการประเมินวัฏจักรชีวิตในขั้นตอนการวิเคราะห์และการจัดทำบัญชีสารเข้า-ออก ตั้งแต่ การเพาะปลูกปาล์มน้ำมัน การขนส่ง การสกัดน้ำมันปาล์มดิบ และการผลิตไบโอดีเซล โดยบัญชีสารเข้า-ออก สามารถใช้เป็นฐานข้อมูลในการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมได้ตลอดทั้งโซ่อุปทานไบโอดีเซล

คำสำคัญ: การประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิต ไบโอดีเซล

ABSTRACT

Biodiesel production use highly both of resource and energy consumption, environmental pollution and waste generation in process. Currently, Thailand apply Life Cycle Assessment (LCA), which is based on International standard series ISO 14040, to guidance in order to improve energy consumption efficiency and to minimize environmental pollution. The LCA in Biodiesel production is environmental effects from raw material acquisition through production, transportation, use and disposal. This article details LCA concept, firstly and explores the using of LCA methodology in life cycle inventory (LCI) analysis from oil palm cultivation , transportation, crude palm oil extraction and biodiesel production in the end. The LCI can be used as database of environmental assessment through biodiesel production supply chain.

Keywords: Life Cycle Assessment Biodiesel

1. บทนำ

การศึกษาด้านผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการผลิตสินค้าที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การเชื่อมโยงระหว่างกลุ่มอุตสาหกรรมเพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิต และการวิเคราะห์ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม จะกลายเป็นหัวข้อสำคัญที่จำเป็นต้องเร่งศึกษา และวิจัยไปพร้อมกัน โดยมีการประเมินวัฏจักรของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment : LCA) เป็นเครื่องมือที่มีบทบาทสำคัญในการศึกษาเพื่อประเมินผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ ทั้งในภาคผลิต ภาคการขนส่ง และภาคการการบริการตลอดทั้งวงจรของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ตามอนุกรมมาตรฐานสิ่งแวดล้อม ISO 14040s ในการผลิตไบโอดีเซล ที่เริ่มตั้งแต่การเพาะปลูกพืชน้ำมันจนถึงการใช้ประโยชน์ของไบโอดีเซล พบว่ามีการใช้ทรัพยากรมากมาย เช่น พื้นที่ในการปลูกปาล์มน้ำมัน การใช้สารเคมี การใช้น้ำ การใช้พลังงาน รวมไปถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศ แหล่งน้ำ พื้นดิน ซึ่งส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมทั้งสิ้น นอกจากนี้การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมในการผลิตไบโอดิเซลของไทยในอดีต ยังขาดการวิเคราะห์และประเมินผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมตลอดชีวิตการผลิตไบโอดีเซลภายใต้สถานการณ์ความไม่แน่นอน อันได้แก่ ความไม่แน่นอนจากพารามิเตอร์จากการเปลี่ยนแปลงปริมาณวัตถุดิบป้อนเข้า ความไม่แน่นอนจากทางเลือก หรือการปันส่วนการใช้ทรัพยากร หรือแม้แต่การสร้างสถานการณ์จำลองทางเลือกกระบวนการผลิตไบโอดีเซล รวมไปถึงการประเมินผลกระทบตามช่วงเวลาการผลิตทั้งในระยะสั้น ระยะยาว ซึ่งผลจากความไม่แน่นอนเหล่านี้ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ดังนั้นเพื่อลดปัญหาดังกล่าวข้างต้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำบัญชีข้อมูลรายการตลอดวัฏจักรชีวิต และประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม รวมถึง ประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมภายใต้ความไม่แน่นอนด้านพารามิเตอร์ เพื่อเพิ่มความถูกต้องของข้อมูลที่จะนำไปใช้เป็นมาตรการกำหนดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการผลิตไบโอดีเซล คำนวณต้นทุนการผลิตไบโอดีเซล รวมถึงเสนอแนวทางในการปรับปรุงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการผลิตไบโอดีเซลเพื่อเป็นแนวทางการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชลิตา สุวรรณ (2554) ศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตและการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ซึ่งปัจจุบันหลายประเทศได้ประยุกต์ใช้วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิตตามที่กำหนดในอนุกรมมาตรฐาน ISO 14040 เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจหรือการกำหนดแนวทางเพื่อให้สามารถใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและก่อให้เกิดมลภาวะน้อยที่สุด การประเมินวัฏจักรชีวิตเป็นการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวเนื่องกับผลิตภัณฑ์ ทั้งวัฏจักรชีวิต ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การผลิต การขนส่ง การใช้งานผลิตภัณฑ์ตลอดจนการจัดการกับซากผลิตภัณฑ์ ในบทความได้นำเสนอเกี่ยวกับแนวคิดและวิธีการ การประยุกต์ใช้การประเมินวัฏจักรชีวิตเพื่อเปรียบเทียบวัสดุก่อสร้างและเพื่อประเมินวัฏจักรชีวิตของอาคาร จุดดีและข้อจำกัด กลยุทธ์ และข้อเสนอแนะ อันจะทำให้การดำเนินการต่างๆ ตามแนวทางการประเมินวัฏจักรชีวิตเกิดผลสัมฤทธิ์ ผลที่ได้คือ การประเมินวัฏจักรชีวิตสามารถใช้เป็นแนวทางในการนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน และเป็นเครื่องมือในการประเมินทางสิ่งแวดล้อมที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล อีกทั้งสามารถประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมก่อสร้างได้

บุญปรีดี วันเพ็ญ (2553) ได้ทำการศึกษาเรื่องการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ผงซักฟอกชนิดผงเทียบกับผงซักฟอกชนิดน้ำ เพื่อแสดงให้ผู้ผลิต และผู้บริโภคเห็นความแตกต่างของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการได้มาซึ่งวัตถุดิบและกระบวนการผลิตผงซักฟอกทั้ง 2 ชนิด คือผงซักฟอกชนิดผงสูตรเข้มข้น และผงซักฟอกชนิดน้ำ ผ่านโปรแกรม Sima Pro 7.1 โดยการเก็บข้อมูลการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ทางตรงจากการใช้ทรัพยากร เช่น น้ำ, ไฟฟ้า, ไอน้ำ และก๊าซธรรมชาติ จากกระบวนการผลิตโดยตรงไปถึงคลังสินค้า พบว่ากระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ และกระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดผง ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้ง 9 ประเภท โดยสารเคมีที่ส่งผลกระทบมาก

ที่สุด ได้แก่ Zeolite โดยมีค่าผลกระทบโดยรวมคิดเป็นเปอร์เซ็นต์อยู่ที่ 44.78% และในส่วนผงซักฟอกชนิดน้ำ ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้ง 9 ประเภทเช่นกัน สารเคมีที่ส่งผลกระทบมากที่สุด ได้แก่ Fatty alcohol มีค่าผลกระทบคิดเป็นเปอร์เซ็นต์อยู่ที่ 40.94%

พัชรินทร์ วรธนกุลและคณะ (2553) ทำการศึกษาการจัดทำบัญชีรายการตลอดวัฏจักรชีวิตในการขนส่งสินค้าทางรถไฟสำหรับประเทศไทย ซึ่งการขนส่งทางรถไฟเป็นประเภทหนึ่งของการขนส่งทางบกที่สามารถขนส่งได้ครั้งละจำนวนมากและมีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการขนส่งประเภทอื่น การพัฒนาฐานข้อมูลในการจัดทำบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อมของปริมาณการใช้ทรัพยากรขาเข้าและขาออกในการขนส่งสินค้าทางรถไฟในประเทศไทย จากข้อมูลปีพ.ศ. 2547-2550 พบว่าเส้นทางที่มีการขนส่งมากที่สุด คือ เส้นทางขนส่งภาคตะวันออก เส้นทางไอซีดีลาดกระบังไปแหลมฉบัง มีปริมาณการขนส่งทางรถไฟมากที่สุด คือ ระยะทาง 118 กิโลเมตร ขนส่งสินค้า 840 เที่ยวต่อเดือน สินค้าส่วนใหญ่ที่ขนส่งในเส้นทางนี้เป็นสินค้าประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มีปริมาณการขนส่ง 3.6 ล้านตันต่อปี โดยใช้หัวรถจักรอัลสตอมในการขนส่งสินค้า ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงเฉลี่ย 4 ลิตรต่อ 1 กิโลเมตรในการขนส่งสินค้า

3. วิธีการวิจัย

ในการประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตไบโอดีเซลภายใต้ความไม่แน่นอน ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1) การวิเคราะห์บัญชีรายการตลอดวัฏจักรชีวิต(Life Cycle Inventory Analysis: LCI) และ2) การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังต่อไปนี้

3.1 การวิเคราะห์บัญชีรายการตลอดวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Inventory Analysis: LCI) โดยจัดทำบัญชีรายการ รวบรวมข้อมูลในแต่ละกระบวนการตลอดวัฏจักรชีวิตของไบโอ-ดีเซลจากปาล์มน้ำมัน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) กระบวนการทางการเกษตร ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ 1.1) การเพาะกล้าพันธุ์ปาล์มน้ำมันและ 1.2) การเพาะปลูกปาล์มน้ำมัน 2) ขั้นตอนขนส่งไปยังโรงงาน 3) ขั้นตอนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ และ 4) กระบวนการผลิตไบโอดีเซล ส่วสข้อมูลที่ใช้ในการจัดทำบัญชีรายการตลอดวัฏจักรชีวิตของไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน คือ ปัจจัยที่เข้าสู่กระบวนการ ซึ่งจะแสดงทั้งชนิดและปริมาณของปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งในส่วนที่เป็นทรัพยากรและพลังงาน รวมถึงปริมาณหรือชนิดของสิ่งที่ออกจากกระบวนการ ไม่ว่าจะเป็นผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์พลอยได้ หรือของเสีย และผลกระทบที่เกิดขึ้นตลอดกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน โดยการจัดทำบัญชีรายการนั้นข้อมูลการเพาะปลูก การสกัดน้ำมันปาล์มดิบ และการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันได้จากการเก็บข้อมูลจริงจากเกษตรกรและโรงงานผู้ผลิต และบางส่วนได้มาจากการอ้างอิงข้อมูลที่มีผู้ศึกษาทดลองไว้แล้ว

3.2 การประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment ย่อว่า EIA)

ตามอนุกรมมาตรฐานการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ ISO 14042 (1998) ได้กำหนดวิธีการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมตลอดช่วงชีวิตประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 2 ขั้นตอน คือการจำแนกข้อมูลในบัญชีรายการให้เข้ากลุ่มผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม (Selection of impact categories, Category indicators, and Characterization models) และ การแปลงข้อมูลดังกล่าวให้เป็นค่าความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

4. ผลการวิจัย

ในเบื้องต้น ผลการวิจัยจะนำเสนอผลการจัดทำการวิเคราะห์บัญชีรายการตลอดวัฏจักรชีวิต ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การจัดทำบัญชีรายการในกระบวนการทางการเกษตร

สำหรับกระบวนการทางการเกษตรประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ การเพาะกล้าพันธุ์ปาล์มน้ำมันและการเพาะปลูกปาล์มน้ำมัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 การเพาะกล้าพันธุ์ปาล์มน้ำมัน

จากการสัมภาษณ์ศูนย์เพาะพันธุ์ปาล์มน้ำมัน จ.สงขลา พบว่า การเพาะกล้าปาล์มน้ำมัน แบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ 1) ระยะอนุบาลแรก (Pre-nursery: 0-3 เดือน) ซึ่งเป็นการจัดการต้นกล้าตั้งแต่เริ่มปลูก จนกระทั่งปาล์มอายุ 12-14 สัปดาห์ โดยนำเมล็ดงอก (เมล็ดพันธุ์) เพาะในถุงพลาสติกดำขนาดเล็ก (5 x 7 นิ้ว หรือ 6 x 9 นิ้ว ความหนา 0.06 มม.) วางในแปลงเพาะที่มีวัสดุพรางแสงได้ร้อยละ 60 ถุงพลาสติกเมื่อบรรจุดินแล้วมีน้ำหนักประมาณ 1.20-1.50 กิโลกรัม โดยในพื้นที่ 1 ไร่ สามารถวางกล้าพันธุ์ได้ 3,000 ต้น ในส่วนของการให้น้ำ ระยะนี้จะมีความสำคัญมากเนื่องจากต้นกล้าปาล์มยังเล็กจะต้องการความชื้นอย่างเพียงพอต่อการเจริญเติบโต ถ้าขาดน้ำทำให้การเจริญเติบโตช้ามีรูปร่างผิดปกติ ปกติต้องให้น้ำอย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง เช้า-เย็น ปริมาณน้ำ 3.0 – 3.5 ลิตร/ต้น/วัน จากนั้นดูแลรักษาจนต้นกล้ามีอายุ 12-14 สัปดาห์ หรือต้นกล้าสร้างใบได้ จำนวน 3-5 ใบ จึงย้ายต้นกล้าลงปลูกในถุงพลาสติกขนาด 15x18 นิ้ว และ 2) ระยะอนุบาลหลัก (Nursery: 8-12 เดือน) เป็นการย้ายต้นกล้าจากระยะอนุบาลแรกที่มีอายุ 12-14 สัปดาห์ลงปลูกในถุงขนาดใหญ่ (15 x 18 นิ้ว ความหนา 0.12 มม.) และดูแลรักษาจนต้นกล้ามีอายุ 8-12 เดือน จึงได้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ส่งขายให้กับเกษตรกรเพื่อนำไปเพาะปลูกต่อไป

4.1.2 การเพาะปลูกปาล์มน้ำมัน

จากการสำรวจ พบว่า เกษตรกรในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรขนาดเล็กดังนั้นจะมีวิธีการดำเนินการเพาะปลูกเริ่มจากการวางแผนติดต่อซื้อต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เนื่องจากต้องใช้ระยะเวลาในการจองต้นกล้าปาล์มน้ำมันค่อนข้างนานเป็นเวลา 8-12 เดือน และในระหว่างที่ทำการรอการจองต้นกล้าปาล์มน้ำมันเกษตรกรจะดำเนินการเตรียมพื้นที่เพาะปลูก เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่บริโภคน้ำสูงถึงวันละ 200 ลิตร/ต้น (ธีระพงศ์ จันทรนิยม, 2556) จากนั้นเมื่อพื้นที่เพาะปลูกเหมาะสมแล้วเกษตรกรจะเริ่มดำเนินการปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมัน โดยมีทั้งเกษตรกรเป็นผู้ปลูกเองหรือการจ้างปลูก นิยมปลูกต้นปาล์มในลักษณะสามเหลี่ยมด้านเท่า ระยะ 9 x 9 x 9 เมตร ซึ่งสามารถปลูกได้ 22 ต้น/ไร่ หลังจากนั้นเกษตรกรจะทำการดูแลและบำรุงรักษา ทั้งการใส่ปุ๋ย การจัดการภายในสวน รวมถึงการให้น้ำ หลังจากปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 3-4 ปี จะเริ่มเก็บผลผลิตปาล์มสุกได้ โดยสามารถเก็บผลผลิตปาล์มสุกทุกๆ 15-20 วัน และมีอายุในการเก็บผลผลิตได้นานถึง 20-35 ปี ขึ้นอยู่กับการดูแลและบำรุงรักษาของเกษตรกร โดยผลผลิตโดยเฉลี่ยของภาคใต้ คือ 3.19 ตัน/ไร่/ปี

จากการรวบรวมข้อมูลกระบวนการทางการเกษตร แล้วนำข้อมูลมาประมาณการแจกแจงและค่าพารามิเตอร์ด้วยโปรแกรม Minitab พบว่า รายการสารเข้า-ออก ของกระบวนการทางการเกษตรทั้ง 2 ขั้นตอน มีการแจกแจงแบบปกติ จึงใช้ค่าพารามิเตอร์เป็นค่าเฉลี่ย โดยสามารถสรุปบัญชีรายการรวมสารเข้า-ออก ในกระบวนการทางการเกษตร ได้ดังตารางที่ 1

ตาราง 1 บัญชีรายการรวมสารเข้า-ออก ในกระบวนการทางการเกษตร

ลำดับ	สารขาเข้า-สารขาออก	ปริมาณ	หน่วย
สารขาเข้า			
ขั้นตอนการเพาะกล้าพันธุ์ปาล์มน้ำมัน (Nursery)			
1	น้ำ	540.33	ลบ.ม./ไร่/ปี
2	ปุ๋ยไนโตรเจน	1241.7	กก./ไร่/ปี
3	ปุ๋ยฟอสเฟต	1241.7	กก./ไร่/ปี
4	ปุ๋ยโพแทสเซียม	1538.14	กก./ไร่/ปี
5	ยูเรีย	329.61	กก./ไร่/ปี
6	น้ำมันดีเซล	35.27	กก./ไร่/ปี
7	Polyethylene	1166.60	กก./ไร่/ปี
8	Polyethylene incineration	1166.60	กก./ไร่/ปี
(Egeskog and Scheer,2016)			
ขั้นตอนการเพาะปลูกปาล์มน้ำมัน (หน่วย :ต่อตันทะลายสด (tFFB)) อายุปาล์ม 4 ปี (Plantation)			
1	ปุ๋ยไนโตรเจน	5.55	กก./ไร่/ปี
2	ปุ๋ยฟอสเฟต	3.75	กก./ไร่/ปี
3	ปุ๋ยโพแทสเซียม	7.33	กก./ไร่/ปี
4	น้ำมันดีเซล	6.59	ลิตร/ไร่/ปี
สารขาออก			
1	ทะลายปาล์มน้ำมัน	5,325	กิโลกรัม/ไร่/ปี

4.2 การจัดทำบัญชีรายการในขั้นตอนการขนส่ง

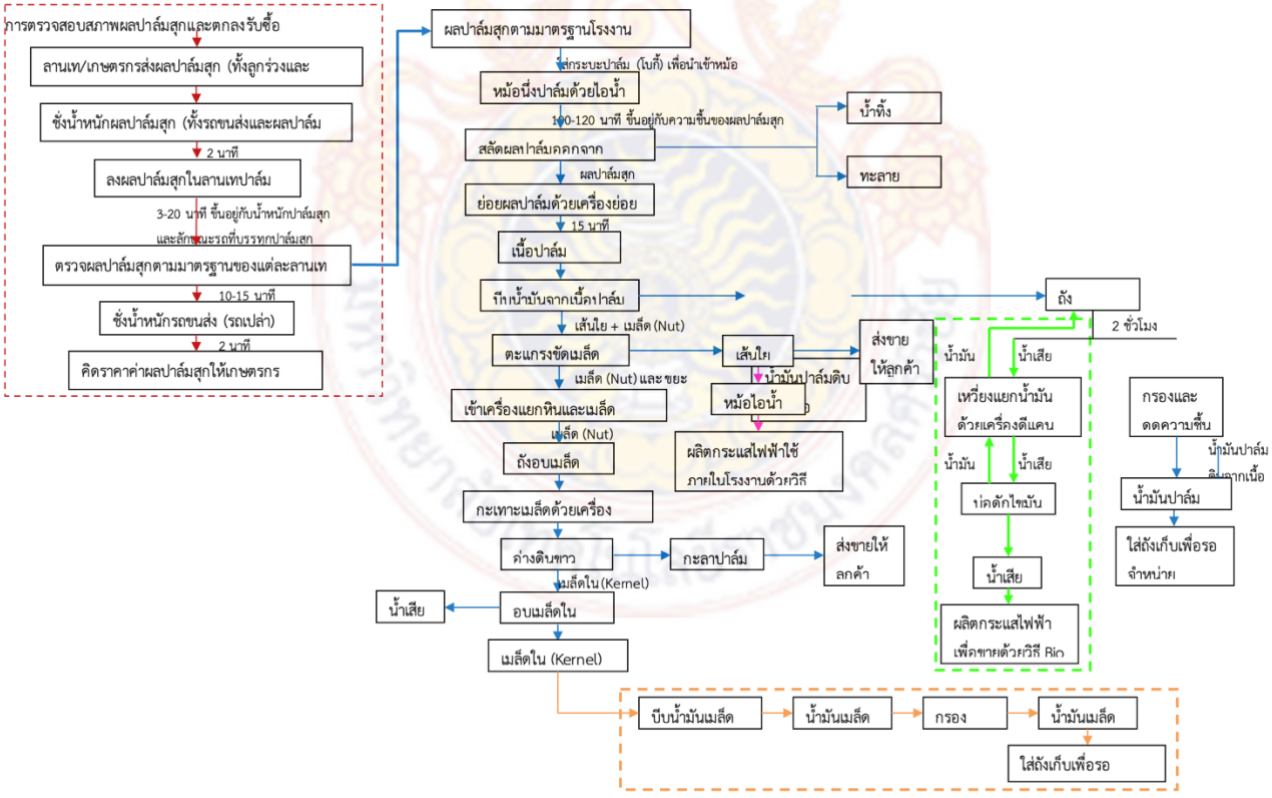
ในขั้นตอนการขนส่งผลปาล์มสุกจากสวนไปยังโรงสกัดปาล์มน้ำมัน พบว่า เกษตรกรจะเลือกแหล่งขายวัตถุดิบที่ใกล้กับพื้นที่เพาะปลูกเพื่อเป็นการลดต้นทุนในการขนส่ง โดยส่วนมากเกษตรกรจะขายผลปาล์มสุกให้โรงสกัดปาล์มน้ำมันหรือลานเทภายในรัศมี 5-10 กิโลเมตร ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่ขนส่งวัตถุดิบโดยใช้รถกระบะ ซึ่งสามารถบรรทุกผลปาล์มสุกได้โดยเฉลี่ยเที่ยวละ 4 ตัน โดยจัดส่งไปยังโรงสกัดปาล์มน้ำมันหรือลานเท ภายในระยะทางโดยเฉลี่ยไป-กลับ 10 กิโลเมตร ในขณะที่ลานเทที่รับผลปาล์มสุกจากเกษตรกรจะขายผลปาล์มสุกให้กับโรงสกัดปาล์มน้ำมันโดยตรง ซึ่งลานเทมีการรวบรวมวัตถุดิบจำนวนมากจึงใช้รถบรรทุก 10 ล้อ ในการขนส่งวัตถุดิบไปยังโรงสกัดปาล์มน้ำมัน โดยในแต่ละเที่ยวสามารถบรรทุกวัตถุดิบได้โดยเฉลี่ยเที่ยวละ 12 ตัน โดยจัดส่งไปยังโรงสกัดปาล์มน้ำมันโดยตรง ภายในระยะทางโดยเฉลี่ย 50 กิโลเมตร โดยสามารถสรุปบัญชีรายการรวมสารเข้า-ออก ในขั้นตอนการขนส่งปาล์มน้ำมัน ได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 บัญชีรายการรวมสารเข้า-ออก ในขั้นตอนการขนส่งปาล์มน้ำมัน

ลำดับ	สารขาเข้า-สารขาออก	ปริมาณ	หน่วย
สารขาเข้า			
1	ทะลายปาล์มน้ำมัน	759,817	กิโลกรัม
2	น้ำมันดีเซล	2,265	ลิตร
สารขาออก			
1	ทะลายปาล์มน้ำมัน	754,632	กิโลกรัม

4.1.3 การจัดทำบัญชีรายการในขั้นตอนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

วัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซลด้วยปาล์มน้ำมัน คือ น้ำมันดิบ (Crude Palm Oil: CPO) ซึ่งได้จากโรงสกัดปาล์มน้ำมัน ที่มีกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มจากทะลายปาล์มโดยสกัดน้ำมันดิบจากเนื้อปาล์มและแยกเมล็ดในออก โดยน้ำมันปาล์มดิบที่ได้จะเป็นน้ำมันเกรด A มีค่ากรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid: FFA) ไม่เกินร้อยละ 5 โดยมีกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดังแสดงในภาพที่ 1 ซึ่งแสดงถึงโรงสกัดน้ำมันปาล์มที่มีกระบวนการผลิตแบบครบวงจร คือ ทั้งการสกัดน้ำมันปาล์มดิบจากผลปาล์มสุกจากทะลายปาล์มและลูกร่วง การสกัดน้ำมันเมล็ดใน และการผลิตไฟฟ้าด้วยวิธีการ Bio Mass และ Bio Gas โดยกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบจากผลปาล์มสุกจากทะลายปาล์มและลูกร่วงเป็นกระบวนการที่มีขั้นตอนเป็นมาตรฐานเหมือนกันทุกโรงงาน



ภาพที่ 1 กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบแบบครบวงจร

จากนั้นนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ทั้งหมดมาประมาณการแจกแจงและค่าพารามิเตอร์ด้วยโปรแกรม Minitab พบว่า รายการสารเข้า-ออก ของขั้นตอนการขนส่งปาล์มน้ำมัน มีการแจกแจงแบบปกติ จึงใช้ค่าพารามิเตอร์เป็นค่าเฉลี่ย โดยสามารถสรุปบัญชีรายการรวมสารเข้า-ออก ในขั้นตอนการสกัดปาล์มน้ำมัน ได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 บัญชีรายการรวมสารเข้า-ออก ในขั้นตอนการสกัดปาล์มน้ำมัน

ลำดับ	สารขาเข้า-สารขาออก	ปริมาณ	หน่วย
สารขาเข้า			
1	ทะลายปาล์มน้ำมัน	18,657.53	ตัน
2	พลังงานไฟฟ้า	31,927.27	กิโลวัตต์
3	น้ำมันดีเซล	2,552.08	ลิตร
4	น้ำ	16,174.72	ลูกบาศก์เมตร
สารขาออก			
1	ทะลายปาล์มเปล่า	3,451.64	ตัน
2	น้ำมันปาล์มดิบ	3,269.85	ตัน
3	เมล็ดใน	1,060.47	ตัน
4	กะลา	1,329.58	ตัน
5	เส้นใย	1,679.17	ตัน
6	กาก/ตะกอน	279.86	ตัน
7	น้ำเสีย	3,173.69	ตัน

4.1.4 การจัดทำบัญชีรายการในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล

จากการสำรวจข้อมูลการผลิตไบโอดีเซล ซึ่งเป็นโรงงานต้นแบบการผลิตไบโอดีเซลในเชิงพานิชย์ ในจังหวัดกระบี่ มีขนาดกำลังการผลิต 10,000 ลิตรต่อวัน โดยมีกระบวนการผลิตด้วยวิธีการทำปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชัน (Transesterification Process) โดยข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ทั้งหมดมาประมาณการแจกแจงและค่าพารามิเตอร์ด้วยโปรแกรม Minitab พบว่า รายการสารเข้า-ออก ของขั้นตอนการขนส่งปาล์มน้ำมัน มีการแจกแจงแบบปกติ จึงใช้ค่าพารามิเตอร์เป็นค่าเฉลี่ย โดยสามารถสรุปบัญชีรายการรวมสารเข้า-ออก ในขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซล ได้ดังตารางที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 4 บัญชีรายการรวมสารเข้า-ออก ในขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซล

ลำดับ	สารขาเข้า-สารขาออก	ปริมาณ	หน่วย
สารขาเข้า			
1	น้ำมันปาล์มดิบ	9,282	กิโลกรัม
2	กรดฟอสฟอริก	9.28	กิโลกรัม
3	โซเดียมไฮดรอกไซด์	53.04	กิโลกรัม
4	เมทานอล	1,762.48	กิโลกรัม
5	น้ำ	14,000	ลิตร
6	พลังงานไฟฟ้า	26.53	เมกะจูล
สารขาออก			
1	กรดฟอสฟอริก	9.28	กิโลกรัม
2	ไขสบู่	371.28	กิโลกรัม
3	กลีเซอรีน	953.82	กิโลกรัม
4	โซเดียมไฮดรอกไซด์	83.93	กิโลกรัม
5	เมทานอล	683.27	กิโลกรัม
6	ไบโอดีเซล	8,676.82	กิโลกรัม
7	น้ำเสีย	14,212.16	ลิตร
8.	ของแข็ง	1.87	กิโลกรัม

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

การจัดทำบัญชีรายการสามารถสรุปรายละเอียดของสารเข้าและออกของโซ่อุปทานการผลิตไบโอดีเซลได้กล่าวคือ ขั้นตอนการเพาะกล้าพันธุ์ปาล์มน้ำมัน และเพาะปลูกปาล์มน้ำมัน สารเข้าที่สำคัญคือ น้ำ และปุ๋ย สารออกคือทะลายปาล์มน้ำมันสด โดยมีปริมาณ 5,325 กิโลกรัม/ไร่/ปี กระบวนการขนส่งผลปาล์มสุกจากสวนไปยังโรงสกัดปาล์มน้ำมันเกษตรกรส่วนใหญ่ขนส่งวัตถุดิบโดยใช้รถกระบะ ซึ่งสามารถบรรทุกผลปาล์มสุกได้โดยเฉลี่ยเที่ยวละ 4 ตัน โดยจัดส่งไปยังโรงสกัดปาล์มน้ำมันหรือลานเท ภายในระยะทางโดยเฉลี่ยไป-กลับ 10 กิโลเมตร ในขณะที่ลานเทที่รับผลปาล์มสุกจากเกษตรกรจะขายผลปาล์มสุกให้กับโรงสกัดปาล์มน้ำมันโดยตรง ซึ่งลานเทมีการรวบรวมวัตถุดิบจำนวนมากจึงใช้รถบรรทุก 10 ล้อ ในการขนส่งวัตถุดิบไปยังโรงสกัดปาล์มน้ำมัน โดยในแต่ละเที่ยวสามารถบรรทุกวัตถุดิบได้โดยเฉลี่ยเที่ยวละ 12 ตัน โดยจัดส่งไปยังโรงสกัดปาล์มน้ำมันโดยตรง ภายในระยะทางโดยเฉลี่ย 50 กิโลเมตร โดยใช้เชื้อเพลิงดีเซลรวมทั้งสิ้น 2,265 ลิตร หรือ 2.98 ลิตรต่อตันทะลายปาล์มสด การจัดทำบัญชีรายการในขั้นตอนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบพบว่า สารเข้าที่สำคัญ คือทะลายปาล์มน้ำมัน, พลังงานไฟฟ้า, เชื้อเพลิงดีเซล และ น้ำ โดยมีสารออกคือน้ำมันปาล์มดิบเฉลี่ย 175 กิโลกรัม ใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นหลักเฉลี่ย 1.77 กิโลวัตต์ และใช้น้ำในกระบวนการสกัด 0.87 ลูกบาศก์เมตร ส่วนบัญชีรายการรวมสารเข้า-ออก ในขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซล สารเข้าหลักคือ น้ำมันปาล์มดิบ 9,282 กิโลกรัม ใช้กรดฟอสฟอริก 0.01% ในกระบวนการลดกรดไขมันอิสระ เมทานอล และตัวเร่งปฏิกิริยาโซเดียมไฮดรอกไซด์ ปริมาณ 1,762.48 กิโลกรัม และ 53.04 กิโลกรัม ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลตามลำดับ โดยใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งสิ้น 3.18 กิโลวัตต์ ส่วนสารออกที่สำคัญ คือ ไบโอดีเซล 8,676.82 กิโลกรัม กลีเซอรีน 953.82 กิโลกรัม เมทานอล 683.27

กิโลกรัม และมีของเสียคือ สารเคมีโดยรวม 93.21 กิโลกรัม น้ำเสีย 14,212.16 ลิตร และไขสบู่รวมของแข็ง 373.15 กิโลกรัม ซึ่งในอนาคตข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการจัดทำบัญชีรายการสามารถจะถูกนำไปใช้ในการประเมินผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมตลอดชีวิตการผลิตไบโอดีเซล รวมถึงการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมภายใต้ความไม่แน่นอนของพารามิเตอร์ในอนาคต

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ชลิตา สุวรรณ. **การประเมินวัฏจักรชีวิตและการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง.** วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,2554, 21(2),หน้า 463-471.

[2] บุญปรีดี วันเพ็ญ. **การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ผงซักฟอกชนิดผงเทียบกับผงซักฟอกชนิดน้ำ**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพมหานคร. 2553.

[3] พัชรินทร์ วรธนกุล โสภิดา วิมานนท์ และ ธิฌาดา ศรีรัตนพันธ์. **การจัดทำบัญชีรายการตลอดวัฏจักรชีวิต ในการขนส่งสินค้าทางรถไฟสำหรับประเทศไทย**. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2553, 20(2). หน้า 294-301.

[4] Egeskog., Y. and Scheer,. J. **Life Cycle and Water Footprint Assessment of Palm Oil BiodieselProduction in Indonesia**, 2016. สืบค้นจาก https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:905572/FULLTEXT01.pdf

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย