

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในบทที่แล้วได้กล่าวถึงหลักการและทฤษฎีที่นำมาใช้ในการประเมินวัฏจักรชีวิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน สำหรับในบทนี้จะแสดงแนวทางวิธีการดำเนินงานในการวิจัย เพื่อประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น โดยการนำหลักการและทฤษฎีที่กล่าวในบทที่ 2 มาใช้ในการวิเคราะห์และประเมินผล

ในการประเมินวัฏจักรชีวิตและต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันนี้จะทำการศึกษาวิจัยในสองส่วนหลักคือ ในส่วนของการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมตลอดช่วงชีวิตของการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันโดยใช้เทคนิค LCA และอีกส่วนหนึ่งคือการประเมินต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน โดยใช้เทคนิค LCC ซึ่งในขั้นตอนของ LCA นั้นจะยึดขั้นตอนตามหลัก ISO 14040 ในการศึกษาวิจัยนี้จะแบ่งวัฏจักรชีวิตของไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันออกเป็นสามช่วงกระบวนการ คือ (1) กระบวนการทางการเกษตรซึ่งได้แก่ การเตรียมกล้าพันธุ์และการเพาะปลูกต้นปาล์มน้ำมัน (2) การผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน และ (3) การนำไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันไปใช้กับเครื่องยนต์ ซึ่งในการศึกษาแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการประเมินวัฏจักรชีวิตและต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน

3.1.1. กำหนดวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายในการประเมินวัฏจักรชีวิต

3.1.1.1 เพื่อศึกษาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน และเปรียบเทียบผลกระทบในแต่ละกระบวนการ ได้แก่ กระบวนการทางการเกษตร การผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน และการใช้ไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันกับเครื่องยนต์

3.1.1.2 เพื่อศึกษาการใช้พลังงานตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน และพลังงานที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน 1 ลิตร

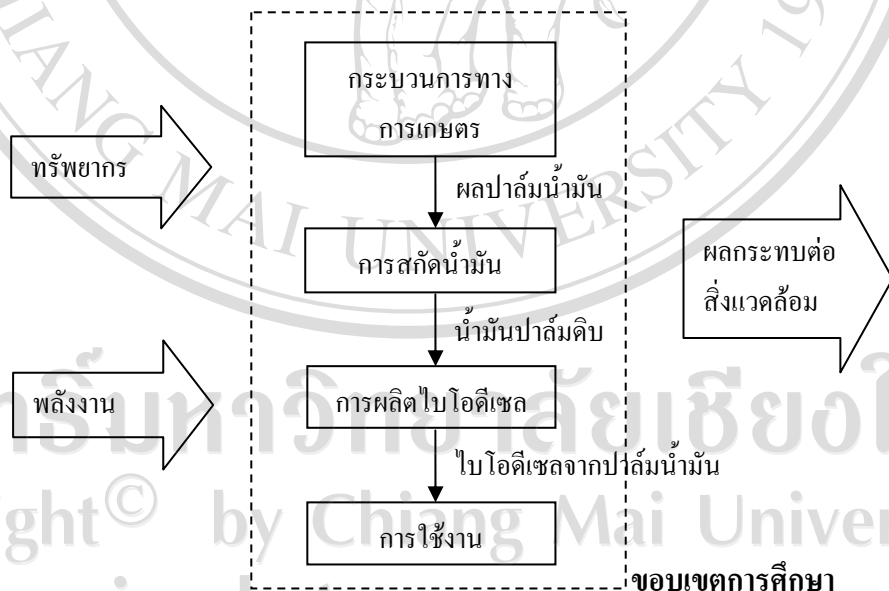
3.1.1.3 เพื่อหาดัชนีทุนรวมตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน และต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิตต่อการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน 1 ลิตร

3.1.2 การกำหนดขอบเขต (Scope definition)

ในการศึกษา LCA ของการผลิตไบโอดีเซลนี้จะใช้วิธีการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมโดยใช้โปรแกรม SimaPro 7.1 วิธี EDIP 2003 V1.00 โดยมีขอบเขตในการศึกษาดังนี้

3.1.2.1 ขอบเขตของระบบ (System boundary)

ทำการศึกษา LCA และ LCC โดยทำการเก็บข้อมูลและประเมินวัฏจักรชีวิต ทั้งในด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน โดยแบ่งวัฏจักรชีวิตของการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันเป็นสามช่วงกระบวนการ คือ กระบวนการทางการเกษตร การผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน และการใช้งาน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ ได้แก่ ชนิดและปริมาณการใช้ทรัพยากร การใช้พลังงาน ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือของเสียที่ออกจากกระบวนการ และการจัดการกับผลกระทบหรือของเสียเหล่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูป 3.1 แสดงขอบเขตของระบบในการศึกษา LCA และ LCC ของการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน

ในการศึกษาวิจัยได้ทำการเก็บข้อมูล ณ ชุมชนสหกรณ์ชาวสวนปาล์ม
น้ำมันกระบี่ จำกัด จังหวัดกระบี่ ตั้งอยู่ เลขที่ 39 ม.1 ถ. ห้วยกรวด-เขาแก้ว ต.คลองยา อ.อ่าวลึก
จ.กระบี่

สำหรับการศึกษา LCA นั้น จะไม่ทำการศึกษาผลกระทบจากอุปกรณ์หรือ
เครื่องมือที่จัดเป็นต้นทุนคงที่ เช่น อาคารหรือโรงเรือน เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการ เนื่องจาก
ต้องการทราบผลกระทบที่เกิดขึ้นโดยตรงจากการใช้ทรัพยากร พลังงาน ในการผลิตไบโอดีเซลจาก
ปาล์มน้ำมันเป็นหลัก (Major impact) ส่วนผลกระทบที่เกิดจากส่วนที่ไม่นำมาคือนั้นจัดเป็น
ผลกระทบรอง (Minor impact) ซึ่งจะทำให้สามารถมองเห็นภาพของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของ
การผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น และในการศึกษานี้กำหนดให้ของเสีย
ทางการเกษตรจัดเป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้ ที่นำไปใช้ประโยชน์ในรูปของปุ๋ย จึงไม่ทำการวิเคราะห์
ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในส่วนนี้ ในส่วนของการวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ LCC จะ
ทำการวิเคราะห์ต้นทุนในทุกส่วนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน

3.1.2.2 หน่วยการทำงาน (Functional unit)

หน่วยการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของ LCA ของการผลิต
ไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันนั้นจะได้เป็น “ไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน 1 ลิตร”

3.2 การทำบัญชีรายการ

ในขั้นตอนการจัดทำบัญชีรายการจะทำการเก็บข้อมูล โดยจะทำการเก็บข้อมูลทั้งในส่วน
ของ LCA และ LCC พร้อมกัน สำหรับข้อมูลของ LCA จะมุ่งประเด็นการเก็บข้อมูลไปที่ การใช้
ทรัพยากร การใช้พลังงาน ของเสียที่เกิดขึ้นจากระบบตลอดจนผลิตภัณฑ์พลอยได้ แต่ในส่วนของ
LCC จะให้ความสนใจในเรื่องค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนในการใช้ทรัพยากร การใช้พลังงาน และต้นทุน
การจัดการหรือกำจัดของเสียที่เกิดจากกระบวนการ

สำหรับข้อมูลทั้งหมดที่มีความสำคัญต่อการศึกษาในครั้งนี้ ทั้งข้อมูลที่เก็บได้จริงจาก
กระบวนการ (Primary data) และข้อมูลที่ได้จากการนำข้อมูลที่มีผู้ศึกษาไว้แล้วมาใช้ (Secondary
data) สามารถจัดทำบัญชีรายการตามการจำแนกกระบวนการได้ดังนี้

3.2.1 บัญชีรายการในช่วงกระบวนการทางการเกษตร

ในขั้นตอนทางการเกษตรประกอบด้วยกระบวนการย่อยหลายกระบวนการ จึงทำ
การเก็บข้อมูลตามกระบวนการย่อยดังแสดงในตาราง 3.1

ตาราง 3.1 บัญชีรายการการเก็บข้อมูลในการศึกษา LCA และ LCC ของการผลิตไบโอดีเซลจาก
ปาล์มน้ำมันในขั้นตอนทางการเกษตร

กระบวนการหลัก	กระบวนการย่อย	ข้อมูลที่เก็บรวบรวม
กระบวนการ ทางการเกษตร	การเตรียมกล้าพันธุ์ • การเตรียมเมล็ดพันธุ์ • การเตรียมวัสดุที่ใช้สำหรับเพาะ ต้นกล้า • การรดน้ำ • การดูแลรักษา • ฯลฯ	ดิน น้ำ สารเคมี พลังงานไฟฟ้า น้ำมันดีเซล ถูเพาะชำ ฯลฯ
	การเตรียมดิน • การขุดหลุม • การรอกันหลุม • ฯลฯ	ปุ๋ยเคมี ฯลฯ
	การเพาะปลูก • การบำรุงรักษา (การใส่ปุ๋ย การ กำจัดแมลงและวัชพืช) • การตัดแต่งทางใบ • การเก็บเกี่ยว • ฯลฯ	ทะลายปาล์มสด ปุ๋ยเคมี สารกำจัดวัชพืช พลังงานไฟฟ้า ทางใบ ฯลฯ

3.2.2 บัญชีรายการในช่วงการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน

ในการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน ประกอบด้วยสองกระบวนการย่อย คือ
การสกัดน้ำมันปาล์มดิบ และการผลิตไบโอดีเซล (ปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ฟิเคชัน) โดยแสดง
รายละเอียดบัญชีรายการการเก็บข้อมูลดังตาราง 3.2

ตาราง 3.2 บัญชีรายการการเก็บข้อมูลในการศึกษา LCA และ LCC ของการผลิตไบโอดีเซลจาก
ปาล์มน้ำมันในขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน

กระบวนการหลัก	กระบวนการย่อย	ข้อมูลที่เก็บรวบรวม
กระบวนการ ผลิตไบโอดีเซล จากปาล์มน้ำมัน	การสกัดน้ำมันปาล์มดิบ • การเก็บรวบรวมวัตถุดิบ • การนึ่ง • การนวดและแยกทะลายน้ำมัน • การหีบน้ำมัน • การกรองแยกน้ำมัน • การรวบรวมเมล็ดในปาล์ม • การเก็บสำรองน้ำมันปาล์มดิบ	พลังงานไฟฟ้า ผลิตภัณฑ์พลอยได้ ฯลฯ
	การผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน • การกำจัดยางเหนียวและลดกรดไขมัน • การทำปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ฟิเคชัน • การแยกกลีเซอรินออกจากไบโอดีเซล • การล้างทำความสะอาด • การไล่น้ำออกจากไบโอดีเซล	พลังงานไฟฟ้า โซเดียมไฮดรอกไซด์ เมทานอล น้ำ/กลีเซอริน ฯลฯ

จากตารางบัญชีรายการ 3.1 และ 3.2 สามารถจัดประเภทข้อมูลที่ต้องการใน
ขั้นตอนการจัดทำบัญชีรายการในทุกๆ กระบวนการย่อยได้เป็น 3 กลุ่มสำหรับ LCA ดังนี้

1. ชนิดและปริมาณของวัสดุที่ใช้ในกระบวนการ
2. ชนิดและปริมาณของเชื้อเพลิงหรือพลังงานที่ใช้ในกระบวนการ
3. ชนิดและปริมาณผลกระทบหรือของเสียที่ออกจากกระบวนการ

3.2.3 บัญชีรายการในช่วงการใช้งาน

ในช่วงของการใช้งานนั้น ได้อ้างอิงข้อมูลการผลการทดสอบการใช้งานไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันของสถาบันวิจัยและเทคโนโลยี ปตท. โดยมีรายละเอียดผลการทดสอบของสถาบันวิจัยและเทคโนโลยี ปตท. ดังนี้

รถยนต์ทดสอบ TOYOTA Hilux Tiger 2.5 ลิตร เกียร์ธรรมดา รุ่นเครื่องยนต์ 2L
Mileage 24,249 กม. รุ่นปี 2000

น้ำมันเชื้อเพลิง : ดีเซล-ปาล์ม (บริสุทธิ์) (ผสมน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ไม่เกิน 10 %
โดยปริมาตร)

วิธีทดสอบ การตรวจวัดไอเสีย (Emission Measurement) : ตามมาตรฐานของ
สมอ. ซึ่งเทียบเท่ากับ มาตรฐานยุโรป สามารถวิเคราะห์ปริมาณไฮโดรคาร์บอนทั้งหมด
(Total Hydrocarbon, THC) สารคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) สารไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x)
สารคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และสารมลพิษอนุภาค (Particulate Matter, PM)

3.3 ขั้นตอนการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิต ไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน

3.3.1 การประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิต

เมื่อได้ข้อมูลจากการจัดทำบัญชีรายการแล้ว นำข้อมูลที่ได้มาทำการประเมิน
ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมโดยเทคนิค LCA ในการศึกษาทำการประเมินโดยใช้โปรแกรม
SimaPro Version 7.1 วิธี EDIP 2003 V1.00 เนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถประเมินผลกระทบทาง
สิ่งแวดล้อมได้หลายประเภท ซึ่งวิธีการศึกษานี้ได้แบ่งประเภทผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมออกเป็น
18 ประเภท ได้แก่

- (1) Global warming 100a (GW): ภาวะโลกร้อน
- (2) Ozone depletion (OD): การทำลายชั้นบรรยากาศของโลก
- (3) Ozone formation Vegetation (OF(V)): การเกิดโอโซนที่เป็นพิษต่อพืช
- (4) Ozone formation Human (OF(H)): การเกิดโอโซนที่เป็นพิษต่อมนุษย์
- (5) Acidification (Ac): การเกิดฝนกรด
- (6) Terrestrial eutrophication (TE): ผลกระทบต่อระบบนิเวศบนบก
- (7) Aquatic eutrophication EP(N): ผลกระทบต่อระบบนิเวศในน้ำ เนื่องจากปริมาณ
ไนเตรต
- (8) Aquatic eutrophication EP(P): ผลกระทบต่อระบบนิเวศในน้ำ เนื่องจากปริมาณ
ฟอสเฟส
- (9) Human toxicity air (HTA): การเกิดพิษในอากาศที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์
- (10) Human toxicity water (HTW): การเกิดพิษในน้ำที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์
- (11) Human toxicity soil (HTS): การเกิดพิษในดินที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์

- (12) Ecotoxicity water chronic (EWC): การสะสมสารพิษในน้ำ
- (13) Ecotoxicity water acute (EWA): การเกิดสารพิษในน้ำแบบเฉียบพลัน
- (14) Ecotoxicity soil chronic (ESC): การสะสมสารพิษในดิน
- (15) Hazardous waste (HW): การเกิดขยะอันตราย
- (16) Slags/ashes (S/A): การเกิดกากหรือตะกอนโลหะ
- (17) Bulk waste (BW): การเกิดขยะในปริมาณมาก
- (18) Radioactive waste (RW): การเกิดขยะกัมมันตรังสี

ในการพิจารณาผลกระทบทุกประเภะนั้น จะพิจารณาความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้นในหน่วย Point (Pt)

สำหรับการประเมินผลกระทบนั้นนอกจากจะใช้ข้อมูลที่ได้จากการจัดทำบัญชีรายการแล้วยังอาศัยข้อมูลบางส่วนจากฐานข้อมูลของโปรแกรม โดยเฉพาะผลกระทบทางอ้อมที่เกิดขึ้นจากการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน เนื่องจากผลกระทบที่เกิดขึ้นทั้งหมดตลอดช่วงชีวิตของการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันนั้น บางข้อมูลไม่สามารถเก็บรวบรวมได้โดยตรง เนื่องจากต้องอาศัยวิธีการและเครื่องมือที่ซับซ้อน และในประเทศไทยเองยังไม่มีการจัดการฐานข้อมูล LCA ที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพ

3.3.2 การประเมินต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิต

สำหรับ LCC ข้อมูลที่เก็บรวบรวมนั้นประกอบด้วย ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมดในแต่ละกระบวนการย่อย โดยต้นทุนรวมตลอดวัฏจักรชีวิต เกิดจากการรวมต้นทุนย่อยที่เกิดขึ้น สามารถคำนวณได้ดังสมการ (3.1)

$$LCC = C_C + C_O + C_M + C_F + C_R - S \quad (3.1)$$

เมื่อ	C_C	=	ต้นทุนคงที่ (บาท)
	C_O	=	ต้นทุนในการดำเนินการ (บาท)
	C_M	=	ต้นทุนในการซ่อมบำรุง (บาท)
	C_F	=	ต้นทุนเชื้อเพลิงหรือพลังงาน (บาท)
	C_R	=	ต้นทุนในการแทนที่และทำลายทิ้ง (บาท)
	S	=	มูลค่าซาก (บาท)

หลังจากทราบเงินลงทุน และปริมาณไบโอดีเซลที่ผลิตได้ ตลอดอายุโครงการ จะสามารถคำนวณหาต้นทุนไบโอดีเซลที่เกิดขึ้นได้ ดังสมการ (3.2)

$$\text{ต้นทุนการผลิตไบโอดีเซล (บาท/ลิตร)} = \frac{\text{ต้นทุนการผลิตไบโอดีเซล (บาท)}}{\text{ปริมาณไบโอดีเซลที่ผลิตได้ (ลิตร)}} \quad (3.2)$$

3.4 แนวทางการแปลผลและการวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากจัดทำบัญชีรายการและวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น และนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์โดยโปรแกรม SimaPro Version 7.1 ด้วยวิธี EDIP 2003 V1.00 แล้ว จะนำค่าที่ได้มาแปลผลข้อมูลให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ดังนี้

3.4.1 เปรียบเทียบผลกระทบที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ

โดยนำผลที่ได้จากการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันทั้งสามช่วงกระบวนการ คือ ช่วงกระบวนการทางการเกษตร การผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน และการใช้งานกับเครื่องยนต์ มาวิเคราะห์เปรียบเทียบว่ากระบวนการใดมีผลกระทบมากน้อยเท่าใด และผลกระทบที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากสาเหตุใดเป็นหลัก

3.4.2 เปรียบเทียบการใช้พลังงานในแต่ละกระบวนการ

โดยนำผลที่ได้จากการประเมินการใช้พลังงานตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันทั้งสามช่วงกระบวนการ มาวิเคราะห์เปรียบเทียบว่ากระบวนการใด มีการใช้พลังงานมากน้อยเท่าใด และวิเคราะห์พลังงานที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน 1 ลิตร

3.4.3 ต้นทุนรวมตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน

ผลที่ได้จาก LCC จะนำมาวิเคราะห์หาต้นทุนรวมตลอดวัฏจักรชีวิตของไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน และต้นทุนในการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน 1 ลิตร

3.4.4 หาแนวทางในการลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

เมื่อทราบถึง ปริมาณและที่มาของการผลกระทบในแต่ละกระบวนการแล้ว ก็จะหาแนวทาง และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงกระบวนการเพื่อลดผลกระทบที่เกิดขึ้นให้เหลือน้อยที่สุด