

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 เอกสารงานวิจัยและความรู้ทั่วไปเกี่ยวข้อง	3
1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	8
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
1.5 ขอบเขตการศึกษาวิจัย	8
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	11
2.1 ไปโอดีเซล	11
2.2 ประวัติความเป็นมาของการประเมินวัฏจักรชีวิต	13
2.2.1 การนำวิธีการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์มาใช้ในประเทศไทย	18
2.2.2 นิยามและความหมายของการประเมินวัฏจักรชีวิต	19
2.3 วัตถุประสงค์ในการทำ LCA	20
2.4 ขั้นตอนในการศึกษาวัฏจักรชีวิต	21
2.4.1 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขต	21
2.4.2 การจัดทำบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม	22
2.4.3 การประเมินผลกระทบ	23
2.4.4 การแปลผลวัฏจักรชีวิต	26
2.5 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับความหมายของต้นทุนแบบเดิม	27
2.6 ประวัติความเป็นมาของการประเมินต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิต	28

2.7	แนวคิดและหลักการประเมินต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิต	29
2.8	การวิเคราะห์ต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิต	29
บทที่ 3 วิธีการศึกษาวิจัย		31
3.1	การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการประเมินวัฏจักรชีวิตและ ต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน	31
3.1.1	กำหนดวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายในการประเมินวัฏจักรชีวิต	31
3.1.2	การกำหนดขอบเขต	32
3.2	การทำบัญชีรายการ	33
3.2.1	บัญชีรายการในช่วงกระบวนการทางการเกษตร	33
3.2.2	บัญชีรายการในช่วงการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน	34
3.2.3	บัญชีรายการในช่วงการใช้งาน	35
3.3	ขั้นตอนการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและต้นทุน ตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน	36
3.3.1	การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิต	36
3.3.2	การประเมินต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิต	37
3.4	แนวทางการแปลผลและการวิเคราะห์ข้อมูล	38
บทที่ 4 ผลการวิจัย		39
4.1	ผลการจัดทำบัญชีรายการ (Inventory Analysis)	39
4.1.1	บัญชีรายการในกระบวนการทางการเกษตร	40
4.1.2	บัญชีรายการในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน	44
4.1.3	บัญชีรายการในขั้นตอนการนำไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันไปใช้งาน	57
4.2	ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน	58
4.2.1	ผลกระทบจากกระบวนการทางการเกษตร	58
4.2.2	ผลกระทบจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล	60
4.3	เปรียบเทียบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ	65
4.3.1	ผลกระทบจากกระบวนการทางการเกษตร	66
4.3.2	ผลกระทบจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล	67
4.3.3	ผลกระทบจากการใช้ไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน	68

4.3.4	เปรียบเทียบผลกระทบในแต่ละกระบวนการตลอดวัฏจักรชีวิต	69
4.3.5	เปรียบเทียบวัฏจักรชีวิตของไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน กับน้ำมันดีเซล	71
4.3.6	การใช้พลังงานตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตไบโอดีเซล จากปาล์มน้ำมัน	73
4.3.7	ผลกระทบภาวะโลกร้อนตลอดวัฏจักรชีวิตของไบโอดีเซล จากปาล์มน้ำมัน	75
4.4	ต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิต	78
บทที่ 5	สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษาวิจัย	80
5.1	สรุปและวิจารณ์ผลการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิต (LCA) ของไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน	80
5.1.1	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของไบโอดีเซลจาก ปาล์มน้ำมันเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบในแต่ละช่วงกระบวนการ	80
5.1.2	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันพิจารณา ตามประเภท ผลกระทบ	81
5.1.3	เปรียบเทียบวัฏจักรชีวิตของไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันกับดีเซล	81
5.1.4	การใช้พลังงานตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตไบโอดีเซล จากปาล์มน้ำมัน	82
5.2	ต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิต	82
5.3	ข้อเสนอแนะในการลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม	82
บรรณานุกรม		84
ภาคผนวก ก	การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA)	87
ก1	รายละเอียดเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้า และเชื้อเพลิง	87
ก2	ข้อมูลมาตรฐานและตัวอย่างการการวิเคราะห์ผลกระทบ ต่อสิ่งแวดล้อมโดยวิธี EDIP 2003 V1.00	90
ภาคผนวก ข	การประเมินต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิต (Life Cycle costing: LCC)	95
ข1	ต้นทุนคงที่ (C_c)	98

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

	ข2	ต้นทุนในการดำเนินการ (C_o)	99
	ข3	ต้นทุนในการซ่อมบำรุง (C_M)	102
	ข4	ต้นทุนพลังงาน (C_F)	103
	ข5	ต้นทุนในการทำลายทิ้ง (C_R)	105
	ข6	มูลค่าซากของเครื่องจักร (S)	105
ภาคผนวก ก		เครื่องจักร	108
	ค1	เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการทางการเกษตรกรรม	108
	ค2	เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซลปาล์มน้ำมัน	109
ประวัติผู้เขียน			116

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1.1	เปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำมันดีเซลและเมทิลเอสเทอร์	4
1.2	บัญชีรายการของการผลิตไบโอดีเซล 1 ตัน	6
1.3	วิธีการวิจัยการประเมินวัฏจักรชีวิตของการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน	10
3.1	บัญชีรายการการเก็บข้อมูลในการศึกษา LCA และ LCC ของการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันในขั้นตอนทางการเกษตร	34
3.2	บัญชีรายการการเก็บข้อมูลในการศึกษา LCA และ LCC ของการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันในขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน	35
4.1	บัญชีรายการสารเข้า-ออก ในขั้นตอนการอนุบาลต้นกล้า	40
4.2	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดวัชพืชและกำจัดแมลงที่แปลงปลูกปาล์มน้ำมัน	41
4.3	บัญชีรายการสารเข้า-ออก ในขั้นตอนการปลูกปาล์มน้ำมัน	41
4.4	บัญชีรายการรวมสารเข้า-ออก ในกระบวนการทางการเกษตร	43
4.5	บัญชีรายการสารเข้า-ออก ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน	45
4.6	ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในขั้นตอนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ	50
4.7	บัญชีรายการปริมาณสารเข้า-ออก ในขั้นตอนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ	50
4.8	บัญชีรายการปริมาณสารเข้า-ออก ในขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน	56
4.9	คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดีเซลและไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน	57
4.10	ผลการตรวจวัดไอเสียจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง (น้ำมันเชื้อเพลิง : ดีเซล-ปาล์ม (บริสุทธิ์ผสมน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ไม่เกิน 10 % โดยปริมาตร)	58
4.11	ปริมาณมลพิษที่เกิดจากการใช้ปุ๋ยในสวนปาล์มน้ำมัน	59
4.12	ผลการวิเคราะห์ดินและน้ำในพื้นที่สวนปาล์มน้ำมัน	59
4.13	ผลการวิเคราะห์สารตกค้างจากสารเคมีกำจัดแมลง และสารเคมีกำจัดวัชพืช	60
4.14	ผลการตรวจคุณภาพน้ำทิ้ง	61
4.15	ชนิดและปริมาณสารเข้า-ออก ที่เกี่ยวข้องในแต่ละกระบวนการตลอดวัฏจักรชีวิตของไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน ใน 1 ปี	65

4.16	ชนิดและปริมาณสารเข้า-ออก ในแต่ละกระบวนการตลอดวัฏจักรชีวิตของไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน 1 ลิตร	66
4.17	ค่าผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตของไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันแยกตามช่วงกระบวนการในการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน 1 ลิตร	69
4.18	ปริมาณพลังงานที่ใช้ในแต่ละกระบวนการตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน 1 ปี	74
4.19	รายละเอียดและต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตไบโอดีเซลปาล์มน้ำมัน	78
ก1	ปริมาณวัสดุที่นำมาผลิตน้ำมันดีเซล 1 ลิตร	89
ก2	EDIP 2003 V1.00 normalization and weighting factor	92
ข1	รายการและอายุการใช้งานของอาคารและเครื่องจักร	97
ข2	ปริมาณความต้องการไฟฟ้าของเครื่องจักรในการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ	101

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1.1 แสดงขอบเขตในการศึกษาวิจัย	9
2.1 ปฏิริยาการเกิดเมทิลเอสเทอร์	12
2.2 ความสัมพันธ์ในอนุกรม ISO 14000	16
2.2 ความสัมพันธ์ของอนุกรม ISO 14000 ในแต่ละอนุกรม และความสัมพันธ์ของอนุกรมที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตกับอนุกรมทั้งหมด	17
2.4 การพิจารณาวัฏจักรชีวิตของกระบวนการและผลิตภัณฑ์ต่างๆ ในด้านการใช้วัสดุ การใช้พลังงาน และของเสียที่ออกจากระบบ	19
2.5 ขั้นตอนและโครงข่ายในการทำ LCA ตามหลัก ISO	21
2.6 การจำแนกสารตามประเภทของผลกระทบ	24
3.1 ขอบเขตของระบบในการศึกษา LCA และ LCC ของการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน	32
4.1 ขั้นตอนทางการเกษตรของปาล์มน้ำมัน	42
4.2 กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ	49
4.3 ขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน	53
4.4 ปฏิริยาการเกิดเมทิลเอสเทอร์	55
4.5 สมดุลมวลกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน	56
4.6 สมดุลมวลของกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ	62
4.7 รูปแบบการใช้ประโยชน์ผลิตภัณฑ์ร่วมที่เกิดในกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม	64
4.8 ปริมาณผลกระทบที่เกิดในแต่ละประเภทตามแหล่งที่มาในกระบวนการทางการเกษตรของการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน 1 ลิตร	67
4.9 ปริมาณผลกระทบที่เกิดในแต่ละประเภทตามแหล่งที่มาในการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน 1 ลิตร	68

4.10	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการใช้ไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน 1 ลิตร ตามประเภทผลกระทบ	69
4.11	ปริมาณผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตของไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน ในแต่ละกระบวนการ	70
4.12	ปริมาณผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมแต่ละประเภทที่เกิดขึ้น ในแต่ละช่วง กระบวนการตลอดวัฏจักรชีวิตของไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน 1 ลิตร	71
4.13	เปรียบเทียบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมแต่ละประเภทตลอดวัฏจักรชีวิตของ ไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันกับน้ำมันดีเซล	72
4.14	พลังงานที่ใช้ตลอดวัฏจักรชีวิตการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันใน 1 ปี	75
4.15	ปริมาณผลกระทบภาวะโลกร้อนตลอดวัฏจักรชีวิตของไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน 1 ลิตร ในแต่ละกระบวนการ	76
4.16	ปริมาณและแหล่งที่มาของผลกระทบภาวะโลกร้อนที่เกิดในกระบวนการผลิต ไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน 1 ลิตร	77
4.17	ปริมาณและแหล่งที่มาของผลกระทบภาวะโลกร้อนที่เกิดในกระบวนการการเกษตร	77
ก1	การปันส่วนการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยประจำปี 2550 จำแนกตาม ชนิดเชื้อเพลิง	87
ก2	ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการใช้เชื้อเพลิงแต่ละประเภท ผลิตไฟฟ้า 1 kWh ในประเทศไทย	88
ก3	ปริมาณผลกระทบในแต่ละประเภทที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้า 1 kWh จากเส้นใยปาล์ม	88
ก4	ปริมาณผลกระทบในแต่ละประเภทที่เกิดตลอดวัฏจักรชีวิตของน้ำมันดีเซล 1 ลิตร	90
ค1	การวางแผนปลูกต้นปาล์มน้ำมัน	108
ค2	อุปกรณ์เก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมัน	109
ค3	ผังกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ	109
ค4	ผังกระบวนการผลิตไบโอดีเซลปาล์มน้ำมัน	113