บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

น้ำมันเป็นพลังงานพื้นฐานซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาประเทศและคุณภาพชีวิตของประชากร แต่ในปัจจุบันประเทศไทยประสบกับปัญหาเรื่องน้ำมันที่มีราคาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้อัตราการขาดดุลการค้าเพิ่มขึ้น เพราะประเทศไทยต้องนำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศเป็นปริมาณมากในแต่ละปี จากสถิติของประเทศไทยราคาน้ำมันดีเซลที่จำหน่ายในปี พ.ศ. 2543 ราคาลิตรละ 11.88 บาท แต่ในปี พ.ศ. 2549 ราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้นเป็นราคาลิตรละ 22.94 บาท (กรมธุรกิจพลังงาน, 2549) และอาจสูงขึ้นได้อีกซึ่งขึ้นอยู่กับสถานการณ์โลกและปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง จากแหล่งข้อมูลพบว่าในปี พ.ศ. 2549 ปริมาณความต้องการใช้น้ำมันดีเซลในประเทศไทยมีค่า 52.10 ล้านลิตรต่อวัน และพยากรณ์ปริมาณความต้องการน้ำมันดีเซลในปี 2550 จะเพิ่มขึ้นเป็น 53.0 ล้านลิตรต่อวัน (พิสมัย เจนวนิชปัญจกุล, 2544) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องจัดหาแหล่งพลังงานทดแทนนำมาใช้อย่างเร่งด่วน เพื่อลดการนำเข้าน้ำมันดีเซล และเร่งวิจัยพัฒนาเพื่อผลิตเชื้อเพลิงทดแทนใหม่ที่มีศักยภาพเทียบเท่าน้ำมันดีเซลสำหรับอนาคต

เชื้อเพลิงไบโอดีเซลเป็นอีกหนึ่งทางเลือก ที่ถูกรัฐบาลนำมาแก้ไขปัญหาน้ำมันดีเซลที่มีราคาสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในตลาดโลก เนื่องจากสามารถใช้วัตถุดิบจากภายในประเทศผลิตได้เอง ซึ่งวัตถุดิบที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตไบโอดีเซลนั้นมีหลากหลายชนิด เช่น พืชน้ำมัน น้ำมันสัตว์ น้ำมันใช้แล้ว เป็นต้น งานวิจัยชิ้นนี้เน้นความสำคัญไปที่การนำน้ำมันที่ใช้แล้ว มาผ่านกระบวนการทางเคมี เพื่อผลิตเป็นไบโอดีเซล ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าของเหลือทิ้งให้เกิดประโยชน์ ซึ่งในประเทศไทยมีการใช้น้ำมันในครัวเรือน สถานประกอบการ โรงงานอุตสาหกรรม และผู้จำหน่ายของทอดในตลาด โดยที่มีปริมาณน้ำมันเหลือจากการใช้ปีละประมาณ 74.50 ล้านลิตร โดยมาจากกลุ่มครัวเรือน 47.20 ล้านลิตร (63.40%) รองลงมาได้แก่สถานประกอบการ 22.50 ล้านลิตร (30.30%) โรงงานอุตสาหกรรม 3.40 ล้านลิตร (4.60%) และผู้จำหน่ายของทอดในตลาด 1.30 ล้านลิตร (1.70%) ต่อปี ตามลำดับ (ศุภวุฒิ สายเชื้อ, 2548)

ขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซลนั้น จะนำน้ำมันที่ใช้แล้ว มาผ่านกระบวนการทำให้โมเลกุลเล็กลง และอยู่ในรูปของเมทธิลเอสเทอร์ (Methyl Ester) ซึ่งมีคุณสมบัติและประสิทธิภาพใกล้เคียงกับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำมันดีเซลที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ถึงอย่างไรก็ตามในเทคโนโลยีและกระบวนการผลิตไบโอดีเซลในประเทศไทยนั้นมีหลากหลายวิธี ในบางเทคโนโลยีหรือกระบวนการผลิตที่ไม่มีการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อมไม่ดีอาจก่อให้เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมตามมาเช่นกัน จึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นอย่างเป็นระบบ ภายใต้แนวความคิดของการจัดการวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Management: LCM) ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ทั้งผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่เกิดขึ้นตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ใดๆ ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การผลิต การขนส่ง การจำหน่าย การนำไปใช้งาน รวมทั้งการกำจัดหลังหมดอายุการใช้งาน (From Cradle to Grave)

โครงการวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ LCA (Life Cycle Assessment) และ LCC (Life Cycle Costing) ของไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว ในระบบการผลิตขนาดเล็ก CMU-2 โดยทำการศึกษาตั้งแต่การนำวัตถุดิบมาผลิต การผลิต และการใช้งาน เพื่อเพิ่มศักยภาพในด้านการผลิต สามารถปรับปรุงระบบการผลิตให้มีประสิทธิภาพ ประหยัดพลังงาน ทรัพยากรธรรมชาติ ลดของเสีย และมลภาวะทางสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิต ทำให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนและเกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม

1.2 สรุปสาระสำคัญ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พิสมัย เจนวนิชปัญจกุล (2544) ได้ศึกษาคุณสมบัติไบโอดีเซลชนิดต่างๆ ที่ผลิตจากพืชน้ำมันเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล โดยทำการทดสอบกับเครื่องยนต์ยันม่าร์ ขนาด 7 แรงม้า โดยไม่มีการดัดแปลงเครื่องยนต์แต่ประการใด พบว่าทั้งชนิดดิบและชนิดรีไฟน์ มีความหนืดสูง การติดเครื่องเป็นไปได้ยาก มีปัญหาการเดินเครื่องที่รอบต่ำๆ เครื่องเดินสะดุด การสันดาปเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์ และไม่ต่อเนื่อง ในการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์พบว่าเครื่องยนต์ที่ใช้พืชน้ำมันทั้งชนิดดิบและรีไฟน์เป็นเชื้อเพลิง ให้ค่ากำลังใกล้เคียงกับที่ใช้น้ำมันดีเซล แต่จากการตรวจสอบชิ้นส่วนของเครื่องยนต์พบว่าเครื่องยนต์ที่ใช้พืชน้ำมันมีเขม่าจับที่ลูกสูบ และวาล์ว มากกว่าน้ำมันดีเซล และมีตะกรันขาวตกอยู่ในถังน้ำมันบรรจุเชื้อเพลิงเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะมีผลต่อลูกสูบและหัวฉีด หากปนเปื้อนติดไปกับน้ำมันเชื้อเพลิง ดังนั้นจึงได้มีการลดความหนืด และเพิ่มอัตราการระเหยตัวเป็นไอของน้ำมันพืช โดยการนำน้ำมันพืชมาสังเคราะห์เป็นเอทธิลเอสเทอร์หรือที่เรียกว่าไบโอดีเซล โดยวิธีการดังกล่าวจะช่วยลดความหนืด และคุณสมบัติที่ได้จะใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล ดังแสดงในตาราง 1.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 1.1 คุณสมบัติของไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชชนิดต่างๆ (พิสมัย เจนวนิชปัญจกุล, 2544)

ชนิดไบโอดีเซล	ความถ่วงจำเพาะ (g/ml)	จุดวาบไฟ (^{o}C)	ค่าซีเทน	ค่าความร้อน (kJ/kg)
น้ำมันปาล์ม	0.887	167	62-65	39,300
เมล็ดเรพ	0.883	>170	58	37,100
น้ำมันถั่วเหลือง	N.A.	N.A.	51-53	N.A.
น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน	N.A.	N.A.	52	N.A.
น้ำมันดีเซล	0.810-0.870	>52	>47	46,800

กุลเชษฐ์ เพียรทอง และคณะ (2548) ผลิตไบโอดีเซลจากเครื่องผลิตไบโอดีเซลแบบกะ ขนาด 150 ลิตร ดังแสดงในรูป 1.1 โดยนำน้ำมันพืชใช้แล้ว มาเป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล จากนั้นได้นำไบโอดีเซลมาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้น พบว่าใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมาตรฐาน ดังแสดงในตาราง 1.2

รูป 1.1 เครื่องผลิตไบโอดีเซลแบบกะ ขนาด 150 ลิตร (กุลเชษฐ์ เพียรทอง และคณะ, 2548)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 1.2 คุณสมบัติพื้นฐานของไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วกับน้ำมันดีเซล

(กุลเชษฐ์ เพียรทอง และคณะ, 2548)

คุณสมบัติ	ดีเซล	ไบโอดีเซล 100%
ความหนาแน่น @15°C	0.8283	0.8642
ความหนืด @40°C (cSt)	2.98	5.78
ความถ่วงจำเพาะ @15/15 °C	0.8495	0.8716
จุดไหลเท (°C)	-23	8
จุดวาบไฟ (°C)	74	124
ค่าความร้อน (MJ/kg)	42.9	37.2
จำนวนซีเทน	49.2	61
เถ้าซัลเฟต (%wt)	0.0360	0.014

จากนั้นนำน้ำมันดีเซล และไบโอดีเซลอัตราส่วนผสม B25, B50, B75 และ B100 มาทดสอบกับเครื่องยนต์เพื่อการเกษตรขนาดเล็ก 1 ลูกสูบพบว่าไบโอดีเซลทุกอัตราส่วนผสมไม่มีปัญหากับเครื่องยนต์ ค่าสมรรถนะของเครื่องยนต์ใกล้เคียงกับการใช้น้ำมันดีเซลมาตรฐาน

เมื่อคำนึงถึงความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของเครื่องผลิตไบโอดีเซลแบบกะ ขนาด 150 ลิตร กำลังการผลิต 7,200 ลิตรต่อปี มีระยะเวลาคืนทุน 6 เดือน

Mohamad I. Al-Widyan and *et al.* (2002) นำน้ำมันพืชใช้แล้ว มาผ่านกระบวนการทรานเอสเทอร์ริฟิเคชั่น (Transesterification) โดยใช้กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid: HCl) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเคมี พบว่าคุณสมบัติของไบโอดีเซลจากที่ผลิตได้ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล ดังแสดงตามตาราง 1.3

ตาราง 1.3 คุณสมบัติของไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วกับน้ำมันดีเซล

(Mohamad I. Al-Widyan and *et al.*, 2002)

คุณสมบัติ	ดีเซล	ไบโอดีเซล 100%
ความถ่วงจำเพาะ ณ อุณหภูมิ 15/15 °C	0.8380	0.8830
สี	1.0	6.0
จุดไหลเท (°C)	-3.0	0.0
จุดวาบไฟ (°C)	75.0	109

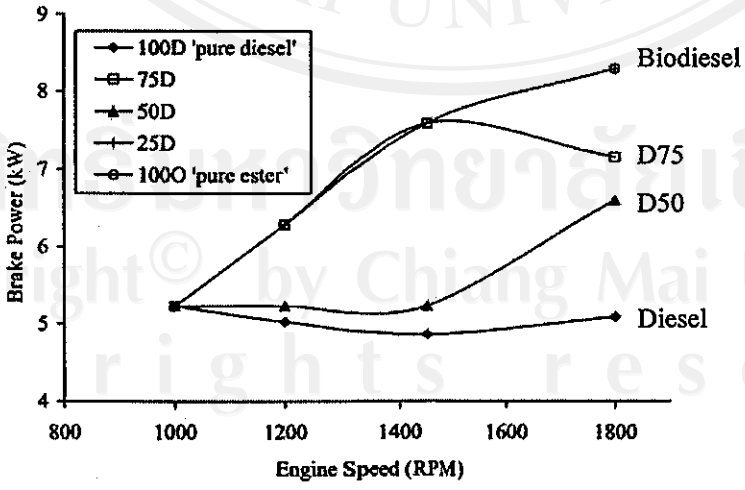
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 1.3 คุณสมบัติของไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วกับน้ำมันดีเซล (ต่อ)

คุณสมบัติ	ดีเซล	ไบโอดีเซล
H/C ratio	1.81	N.A.
ค่าความร้อน (kJ/kg)	43730	39305
ความหนืด ณ อุณหภูมิ 20 °C (cSt)	N.A.	15.09
H/C ratio	1.81	N.A.
กากถ่าน (wt.%)	N.A.	0.30
เถ้าซัลเฟต (wt.%)	0.95	0.18

จากนั้นนำน้ำมันดีเซล และไบโอดีเซลมาผสมในอัตราส่วน B25, B50, B75 และ B100 ทดสอบกับเครื่องยนต์ British รุ่น TEQUIPMENT TD 43 ระบบหัวฉีด (Direct injection) ขึ้นแท่นตรวจวัดกำลัง (Dynamometer) เงื่อนไขการทดสอบใช้ความเร็วรอบ 1,000, 1,200, 1,450 และ 1,800 rpm ที่ภาระของเครื่องยนต์สูงสุด

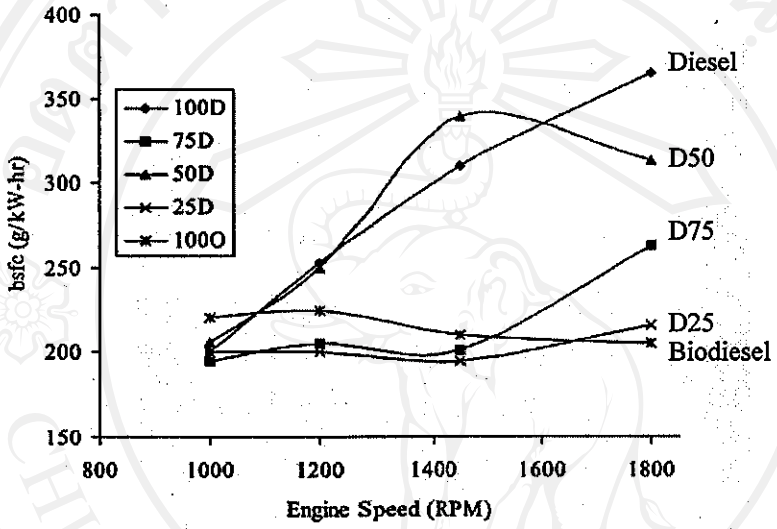
จากผลการทดลอง พบว่าค่ากำลังเบรกของเครื่องยนต์ (Brake Power) ที่อัตราส่วนผสมต่างๆ ของน้ำมันไบโอดีเซลเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล พบว่าไบโอดีเซลทุกอัตราส่วนผสม ให้ค่ากำลังของเบรกของเครื่องยนต์สูงกว่าน้ำมันดีเซล ดังแสดงรูป 1.2 ซึ่งค่ากำลังเบรกเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิไอเสียที่ออกมาหลังจากการเผาไหม้ โดยพบว่าอุณหภูมิไอเสียของน้ำมันไบโอดีเซลทุกอัตราส่วนผสม มีค่าสูงกว่าน้ำมันดีเซล



รูป 1.2 ค่ากำลังของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลที่อัตราส่วนผสมต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล (Mohamad I. Al-Widyan and *et al.*, 2002)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

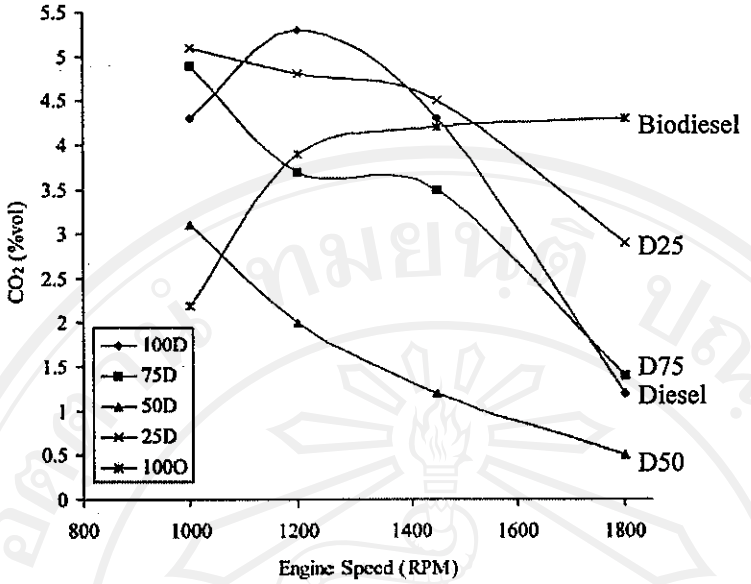
จากรูป 1.3 เปรียบเทียบอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของของเครื่องยนต์ จากการใช้งานไบโอดีเซลที่อัตราส่วนผสมต่างๆ กับน้ำมันดีเซล พบว่าไบโอดีเซลอัตราส่วนผสม B25, B75 และ B100 สามารถลดอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ ในช่วงความเร็วรอบ 1,200 – 1,800 rpm แต่ในช่วงเริ่มต้นพบว่าไบโอดีเซลสูตร B100 มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ ที่สูงกว่าน้ำมันดีเซล และไบโอดีเซลทุกอัตราส่วนผสม เพราะ B100 ค่าความร้อนจากการเผาไหม้ ต่ำกว่าน้ำมันดีเซล ดังแสดงตามตาราง 1.3



รูป 1.3 อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลที่อัตราส่วนผสมต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล (Mohamad I. Al-Widyan and *et al.*, 2002)

จากรูป 1.4 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide: CO_2) ที่เกิดขึ้นจากการใช้ไบโอดีเซลที่อัตราส่วนผสมต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล พบว่าในช่วงความเร็วรอบ 1,000 – 1,450 rpm ไบโอดีเซลสามารถลด CO_2 ลงได้ แต่ความเร็วรอบ 1,600 rpm CO_2 ของไบโอดีเซล สูงกว่าน้ำมันดีเซล อาจเป็นผลมาจากกำลังของเครื่องยนต์ และประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง CO_2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 1.4 CO_2 ที่เกิดจากการใช้งานน้ำมันไบโอดีเซลที่อัตราส่วนผสมต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล (Mohamad I. Al-Widyan and *et al.*, 2002)

สรุปได้ว่า ไบโอดีเซลทุกอัตราส่วนผสม ไม่เกิดปัญหากับเครื่องยนต์ แต่อาจจะต้องมีการพัฒนาหรือปรับปรุงให้ดีต่อเครื่องยนต์ ทั้งในส่วนของกระบวนการผลิตและการใช้งาน

Seungdo Kim and Bruce E. Dale (2004) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำเชื้อเพลิง ไบโอเอทานอล และไบโอดีเซล ที่ได้จากผลิตผลข้าวโพด และถั่วเหลืองซึ่งมีลักษณะการเพาะปลูกที่แตกต่างกัน 4 รูปแบบคือ

ก. ปลูกพืชหมุนเวียนระหว่างข้าวโพด และถั่วเหลือง (CS)

ข. ปลูกข้าวโพดต่อเนื่อง (CC)

ค. ปลูกข้าวโพดต่อเนื่อง แต่ใช้พันธุ์พืชที่ต่างกับชนิด ข. (CC50)

ง. ปลูกข้าวโพดต่อเนื่อง แต่ในช่วงฤดูหนาวมีการปลูกข้าวสาลีแทน (CwC70)

กำหนดหน่วยการทำงาน (Functional unit) คือ ผลผลิตจากพื้นที่เพาะปลูกเท่ากับ 10,000 ตารางเมตร ในระยะเวลา 40 ปี

ผลกระทบทางทางสิ่งแวดล้อมที่ใช้ในการประเมินมี 4 ประเภท คือ การสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ภาวะโลกร้อน การเกิดฝนกรด การเพิ่มขึ้นของแร่ธาตุอาหาร (Eutrophication) โดยใช้วิธี United States Environmental Protection Agency – Tool for the Reduction and Assessment of Chemical and other Environment Impact (EPA-TRACI) ในการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สรุปได้ว่าการปลูกพืชชนิด CwC70 สามารถลดการเกิดภาวะโลกร้อนได้ดีที่สุด แต่การปลูกพืชชนิดนี้ เกิดผลกระทบทางด้านการลดลงของเชื้อเพลิง และการเกิดฝนกรดสูงขึ้น และเมื่อพิจารณาพืชที่มีการเพาะปลูกทั้ง 4 ชนิดพบว่า พืชชนิด CC เหมาะกับการนำมาผลิตเป็นเอทานอล และพืชชนิด CS เหมาะกับการนำมาผลิตเป็นไบโอดีเซล เพราะพืชทั้ง 2 ชนิดให้ปริมาณเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ต่อพื้นที่เพาะปลูกสูงสุด

ถ้าพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตของพืชแต่ละชนิดที่ผลิตได้ต่อพื้นที่เพาะปลูก และผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น พืชชนิด CwC70 ให้ผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูก และผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมสูงสุด ส่วนพืชชนิด CS ให้ผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูก และผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมต่ำสุด ดังแสดงในตาราง 1.4

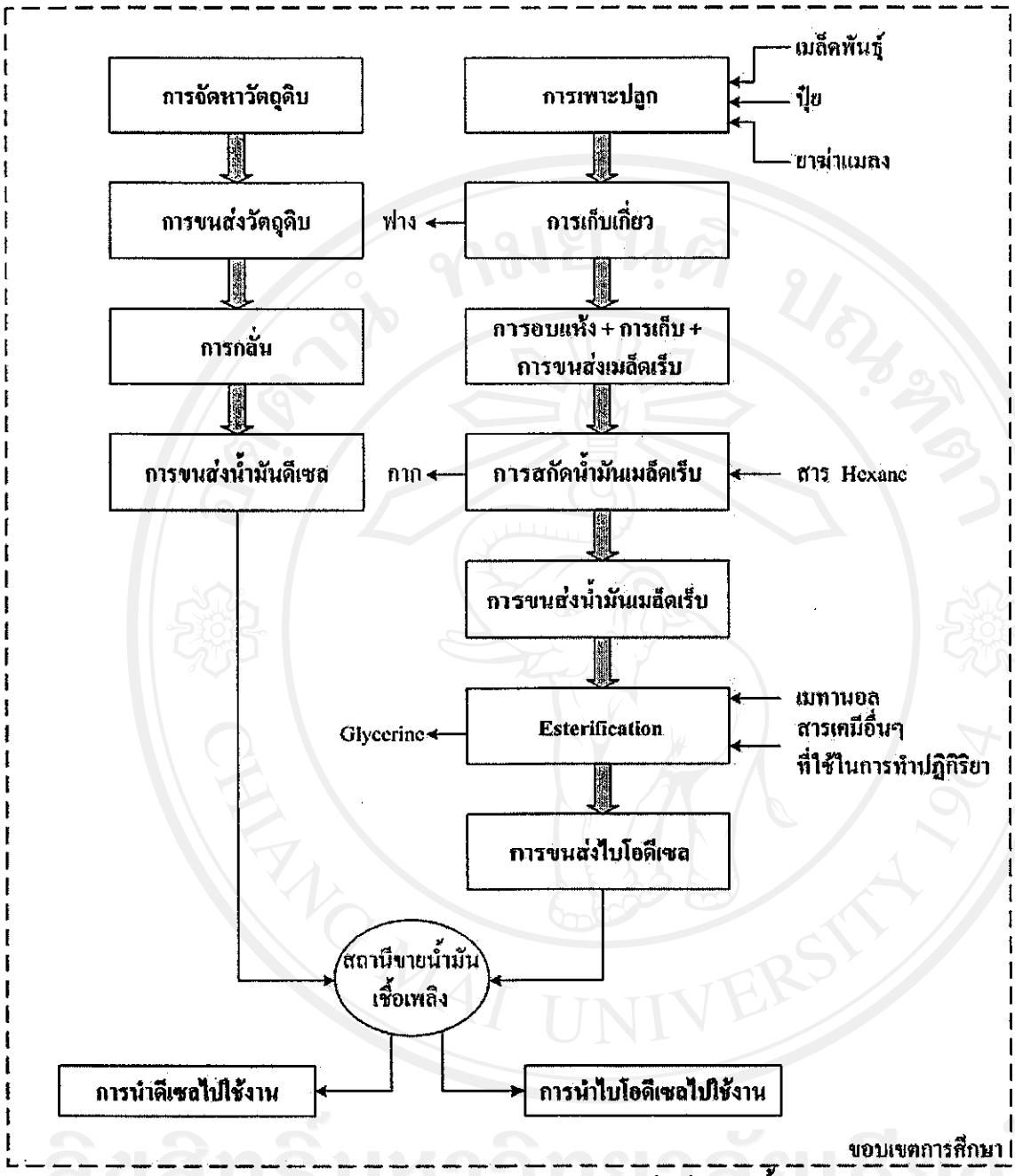
ตาราง 1.4 ปริมาณผลผลิตของพืชแต่ละชนิดที่ผลิตได้ต่อพื้นที่เพาะปลูก และผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม (Seungdo Kim and Bruce E. Dale, 2004)

ประเภทผลระทบ	CS	CC	CC50	CwC70
การสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	1.83	2.63	2.92	3.02
ภาวะโลกร้อน	1.81	2.61	2.90	3.04
การเกิดฝนกรด	1.46	1.69	2.06	2.19
การเพิ่มขึ้นของแร่ธาตุอาหาร	1.64	2.11	2.46	2.60

Leo De Nocker and *et al.* (1998) เปรียบเทียบ LCA ของไบโอดีเซลจากเมล็ดเร็บ (Rapeseed) กับเชื้อเพลิงดีเซล กำหนดหน่วยการทำงาน ไบโอดีเซล 6.3 kg เปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงดีเซล 5.7 kg ในระยะทางการใช้งาน 100 km โดยมีขอบเขตการศึกษาดังรูป 1.5

ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่ใช้ในการประเมินมี 4 ประเภทคือ การออกซิเดชั่นที่เกิดจากปฏิกิริยาแสงเคมี (Photochemical Oxidants Formation) การเพิ่มขึ้นของแร่ธาตุอาหาร ฝนกรดในชั้นบรรยากาศ และภาวะโลกร้อน พบว่าเร็บไบโอดีเซลให้ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมมากกว่าเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งในขั้นตอนการเพาะปลูกเมล็ดเร็บให้ค่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมสูงสุด เพราะมีการใช้ปุ๋ย และยาฆ่าแมลง ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แต่ในทางตรงกันข้ามในขั้นตอนการเพาะปลูกสามารถลดการเกิดภาวะโลกร้อนลงได้ เพราะต้นเร็บดึง CO_2 ที่เป็นสารก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน กลับไปใช้ประโยชน์ สามารถเปรียบเทียบผลของ LCA ได้ดังรูป 1.6

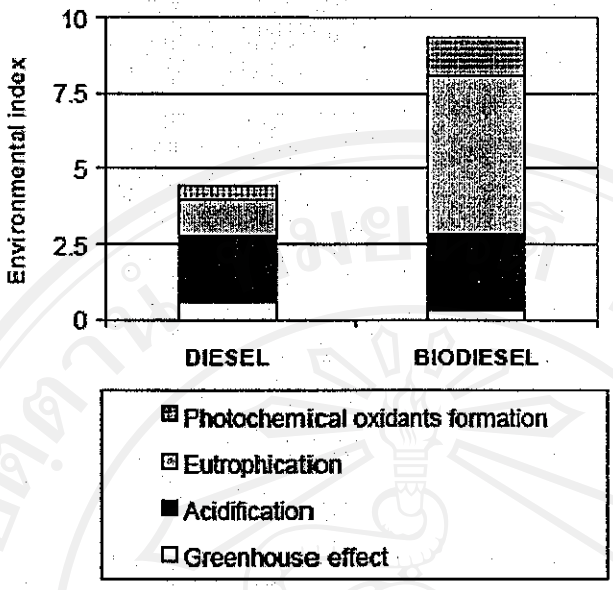
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 1.5 ขอบเขตการศึกษาของไบโอดีเซลจากเมล็ดเรบและน้ำมันดีเซล

(Leo De Nocker and *et al.*, 1998)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 1.6 ผล LCA ของเร็บไบโอดีเซลและน้ำมันดีเซล
(Leo De Nocker and *et al.*, 1998)

Jon Van Gerpen (2000) ได้เปรียบเทียบ LCA ของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจากเมล็ดเร็บกับน้ำมันดีเซล สรุปได้ว่าไบโอดีเซลจากเมล็ดเร็บมีผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมมากกว่าน้ำมันดีเซล โดยเฉพาะอย่างยิ่งการลดลงของโอโซน ปัญหาขยะ และการเพิ่มขึ้นของแร่ธาตุอาหาร แต่ไบโอดีเซลจากเมล็ดเร็บสามารถลดปัญหาการเกิดภาวะโลกร้อนได้

Tom Beer and *et al.* (2000) เปรียบเทียบมลภาวะที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงชนิดต่างๆ เช่น น้ำมันดีเซล ก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas) ก๊าซ LPG (Liquefied Petroleum Gas) และน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้จากพืชน้ำมัน เป็นต้น มลภาวะต่างๆ ที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิด ได้นำฐานข้อมูลของ National Greenhouse Gas Inventory Committee มาคำนวณหาค่ามลภาวะ และเปรียบเทียบกับการตรวจวัดจริง จากการใช้งานรถบัสโดยสารของยี่ห้อ Mercedes - Benz

การคำนวณหามลภาวะชนิดต่างๆ ได้นำสมการที่ (1.1) มาคำนวณหาค่ามลภาวะที่เกิดขึ้น ซึ่งค่ามลภาวะที่เกิดขึ้นจากการคำนวณตามสมการที่ (1.1) สามารถแสดงได้ดังตาราง 1.5

$$\frac{g}{km} = \frac{g}{MJ} \times \frac{MJ}{kg} \times \frac{kg}{L} \times \frac{L}{km} \qquad (1.1)$$

เมื่อ g/km คือปริมาณมลภาวะที่เกิดขึ้นของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

g/MJ คือผลกระทบที่เกิดจากเครื่องยนต์เครื่องนั้น

MJ/kg คือค่าการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง

kg/L คือค่าความหนาแน่นของเชื้อเพลิง

L/km คืออัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

ตาราง 1.5 ค่ามลภาวะที่เกิดจากการคำนวณ ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด (Tom Beer and *et al.*, 2000)

เชื้อเพลิง	g/km						
	CO_2	CH_4	N_2O	CO	NO_x	NMVOC	Particles
น้ำมันดีเซล	1,640	0.71	0.05	5.61	16.10	3.10	0.62
ไบโอดีเซล 100%	708	0.20	0.42	11.10	19.90	2.86	1.44
ไบโอดีเซล 20%	1,350	0.48	0.10	7.29	24.70	2.69	0.63

การวัดค่ามลภาวะจากการใช้งานรถ Mercedes-Benz โดยการนำเครื่องยนต์ไปขึ้นแท่น dynamometer ซึ่งค่าผลกระทบที่วัดได้ ดังแสดงในตาราง 1.6

ตาราง 1.6 ค่ามลภาวะที่วัดได้จากการใช้รถบัสยี่ห้อ Mercedes-Benz ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด (Tom Beer and *et al.*, 2000)

เชื้อเพลิง	g/km				
	CO_2	CO	THC	NO_x	PM
น้ำมันดีเซล	1,736.97	7.72	1.30	21.26	0.79
ไบโอดีเซล 100%	1,948.35	11.41	1.21	25.66	0.90
ไบโอดีเซล 20%	1,965.00	6.38	-	35.06	0.56

จากตาราง 1.5 และตาราง 1.6 พบว่ามลภาวะที่ได้จากการคำนวณมีค่าต่ำกว่าค่าที่เกิดจากการวัดจริง และเมื่อมีการใช้ LCA มาเป็นเครื่องมือในการตัดสินใจเลือกเชื้อเพลิง พบว่า ไบโอดีเซล 20% สามารถลดการเกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมลงได้ เมื่อใช้วิธี Eco-indicator 95 มาประเมินผลระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น

Edgar Furuholt (1995) เปรียบเทียบ LCA ของเชื้อเพลิง 3 ชนิดคือน้ำมันเบนซินธรรมดา น้ำมันเบนซินผสมสาร MTBE (Methyl-Tert-Buthyl-Ether) และน้ำมันดีเซล โดยวิเคราะห์ผลกระทบจากมลภาวะที่ปล่อยออกมา กับการใช้พลังงานในกระบวนการเข้าและออก เปรียบเทียบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลวิเคราะห์จาก 3 วิธีของการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมโดยใช้ทั้งวิธี Centre für Milieukunde Leiden (CML), Bundesamt für Umwelt Wald und Landschaft (BUWAL) และ Environmental Priority Strategies (EPS) โดยกำหนดหน่วยการทำงาน คือ การใช้เชื้อเพลิง 1000 ลิตร โดยเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ในการศึกษาคือเชื้อเพลิงในประเทศนอร์เวย์ สรุปได้ว่า

ก. ประเมินผลกระทบด้วยวิธี CML การประเมินผลกระทบด้วยวิธีการนี้จะคำนึงถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้น อันเนื่องมาจากการปลดปล่อยสารมลพิษสู่สิ่งแวดล้อมเป็นการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมขั้นกลาง ที่คำนวณจากการมีส่วนร่วมทำให้เกิดผลกระทบสิ่งแวดล้อมของสารมลพิษต่างๆ แล้วรวมเป็นผลกระทบสิ่งแวดล้อมรวมของผลิตภัณฑ์ตลอดวัฏจักรชีวิต สรุปได้ว่าน้ำมันเบนซินที่ผสมสาร MTBE มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าน้ำมันเบนซินธรรมดาและน้ำมันดีเซล

ข. ประเมินผลกระทบด้วยวิธี BUWAL อาศัยหลักการของระบบนิเวศน์หรือระยะทางไปยังจุดที่กำหนด (จุดสิ้นสุด) และน้ำหนักของมลภาวะจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับที่อยู่อาศัยหรือสภาพแวดล้อมที่อาศัยอยู่ สรุปได้ว่าน้ำมันเบนซินที่ผสมสาร MTBE มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าน้ำมันเบนซินธรรมดาและน้ำมันดีเซล

ค. ประเมินผลกระทบด้วยวิธี EPS การประเมินผลกระทบด้วยวิธีการนี้จะกำหนดหน่วยของผลกระทบสิ่งแวดล้อมแต่ละประเภทเรียกว่า Unit Effect จากนั้นแปลงหน่วยให้เป็นความเต็มใจในการจ่ายเงิน (Willingness to Pay) เพื่อป้องกันปัญหาสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากหน่วยผลกระทบนั้นๆ โดยดูณขนาดของผลกระทบสิ่งแวดล้อมต่อ Unit Effect กับราคาที่เต็มใจจ่าย สรุปได้ว่าน้ำมันเบนซินที่ผสมสาร MTBE มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าน้ำมันเบนซินธรรมดาและน้ำมันดีเซล

เห็นได้ว่าการประเมินผลกระทบทั้ง 3 วิธี แนวโน้มไปในแนวทางเดียวกันคือน้ำมันเบนซินที่ผสมสาร MTBE มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าน้ำมันเบนซินธรรมดาและน้ำมันดีเซล

Nicolas B.C. Ahouissoussi and Michael E. Wetzstein (No date) วิเคราะห์ต้นทุนของไบโอดีเซลจากเมล็ดเร็บ กำหนดอัตราดอกเบี้ย 5% ต่อปี อายุโครงการ 30 ปี การวิเคราะห์ต้นทุนใช้หลักการของวิธีมูลค่าปัจจุบัน (Present Worth) คือ การเปลี่ยนต้นทุนที่จะเกิดขึ้นในอนาคต มาเป็นต้นทุนในปัจจุบัน พบว่าไบโอดีเซลจากเมล็ดเร็บ ต้นทุนการผลิตลิตรละ 13.90 บาท ซึ่งสูงกว่าน้ำมันดีเซล โดยน้ำมันดีเซลลิตรละ 5.54 บาท เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนที่เกิดขึ้น ของไบโอดีเซลจากเมล็ดเร็บ พบว่าเกิดขึ้นมาจากกระบวนการเปลี่ยนจากน้ำมันเมล็ดเร็บ ให้เป็นไบโอดีเซล สูงที่สุด เพราะในขั้นตอนนี้ ใช้เมทานอล เพื่อทำปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชั่น ซึ่งเมทานอลมีราคาสูงถึงลิตรละ 16.51 บาท ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตไบโอดีเซลสูงขึ้นตามไปด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากงานวิจัยที่ได้ศึกษาดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ถึงแม้ว่าการใช้เชื้อเพลิงไบโอดีเซล จะไม่พบว่ามีปัญหากับเครื่องยนต์ แต่กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงไบโอดีเซลจากน้ำมันใช้แล้ว จะเห็นได้ว่ามีการใช้ทั้งพลังงาน และสารเคมี ที่ล้วนแล้วแต่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงมีการนำหลักการของ LCA มาประยุกต์ใช้ เพื่อชี้ให้เห็นผลกระทบที่จะเกิดขึ้นแต่ละขั้นตอนของการผลิตไบโอดีเซล จากน้ำมันใช้แล้ว และเมื่อผู้บริโภคตัดสินใจเลือกใช้ ต้นทุนถือเป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้ จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อประเมินวัฏจักรชีวิต ของไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว และสามารถวิเคราะห์ต้นทุนที่เกิดขึ้นได้ตลอดทั้งโครงการผลิตไบโอดีเซลด้วยเครื่องผลิตไบโอดีเซล CMU-2

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.3.1 ศึกษาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว ในระบบการผลิตขนาดเล็ก

1.3.2 วิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว ในระบบการผลิตขนาดเล็ก

1.3.3 เปรียบเทียบอัตราส่วนผสมไบโอดีเซลที่มีผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตที่น้อยสุดในการนำมาใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลทั่วไป

1.4 ขอบเขตของโครงงานวิจัย

1.4.1 น้ำมันไบโอดีเซลที่ใช้ในการวิจัย มาจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว ด้วยเครื่อง CMU-2 ซึ่งมีขนาดกำลังผลิต 150 ลิตร ติดตั้งและดำเนินการโดยสถานจัดการและอนุรักษ์พลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

1.4.2 เปรียบเทียบผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิต จากการใช้งานน้ำมันไบโอดีเซลในสูตรผสมต่างๆ อันได้แก่ B25, B75 และ B100 เปรียบเทียบกับผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของน้ำมันดีเซลตลอดวัฏจักรชีวิต

1.4.3 วิธีการประเมินผลระทบทางสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตคือ *NETS* (Numerical Eco-load Total Standardization)

1.4.4 การประเมินต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิต อ้างอิง อัตราดอกเบี้ย 7.75% ต่อปี อัตราเงินเฟ้อ 3% ต่อปี (ธนาคารแห่งประเทศไทย, มกราคม 2550) และระยะโครงการ 10 ปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1.5.1 ทำให้ทราบผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของสูตรผสมต่างๆ ของไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว

1.5.2 ทำให้ทราบต้นทุนที่แท้จริงที่เกิดขึ้นกับระบบผลิตไบโอดีเซลขนาดเล็ก

1.5.3 งานวิจัยนี้สามารถเป็นต้นแบบในการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของเชื้อเพลิงทดแทนประเภทอื่นๆ อีกต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved