



การพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรม

น้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด

DEVELOPMENT OF BIODIESEL PROCESS FROM CRUDE PALM OIL TO ENCOURAGE
SMALL-SCALE PALM OIL INDUSTRY IN TRAT PROVINCE

วิทยานิพนธ์

ของ

วิทยา เจริญเศรษฐกุล

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

มิถุนายน 2558

การพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรม
น้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด

DEVELOPMENT OF BIODIESEL PROCESS FROM CRUDE PALM OIL TO ENCOURAGE
SMALL-SCALE PALM OIL INDUSTRY IN TRAT PROVINCE

วิทยานิพนธ์
ของ
วิทยา เจริญเศรษฐกุล

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

มิถุนายน 2558



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรม
น้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด

Development of Biodiesel Process from Crude Palm Oil to Encourage
Small-scale Palm Oil Industry in Trat Province

วิทยา เจริญเศรษฐกุล

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานสอบวิทยานิพนธ์
(ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(รองศาสตราจารย์พอพันธ์ สุทธิวัฒน์)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สินัด โกศลนันท์)

..... กรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ มีมกระโทก)

ได้รับอนุมัติจากมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยนนต์ ประดิษฐ์ศิลป์)

วันที่ 30 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2559

วิทยา เจริญเศรษฐกุล. (2558). การพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อ
ส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด. วิทยานิพนธ์ วศ.ม.
(การจัดการงานวิศวกรรม). จันทบุรี : มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์พอพันธ์ สุทธิวัฒน์ คอ.ม. (วิศวกรรมเครื่องกล) ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สินัด โกศลนันท์ Ph.D. (Geotechnical Engineering) กรรมการ

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ
ศึกษาสมรรถนะการผลิต ศึกษาคุณภาพไบโอดีเซลก่อนและหลังการพัฒนากระบวนการผลิต
ไบโอดีเซลของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซล ในพื้นที่
จังหวัดตราด การศึกษาเพื่อวิเคราะห์กระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ โดยศึกษาดูงาน
จากโครงการโรงงานต้นแบบ ณ โรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา
อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ผลการวิจัยพบว่า สมรรถนะการผลิตภายหลังการพัฒนา
กระบวนการผลิตเพิ่มขึ้น โดยปริมาณผลิตภัณฑ์ไบโอดีเซลเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 120 จำนวน แรงงาน
ที่ใช้ในกระบวนการผลิตลดลงคิดเป็นร้อยละ 42.86 และระยะเวลาในกระบวนการผลิตลดลงคิดเป็น
ร้อยละ 33.96 ต้นทุนการผลิตไบโอดีเซลลดลง โดยก่อนการพัฒนามีต้นทุนการผลิต 79.34 บาทต่อ
ลิตร ภายหลังการพัฒนาด้านต้นทุนการผลิตลดลงเหลือ 32.28 บาทต่อลิตร และผลิตภัณฑ์ไบโอดีเซล
มีคุณภาพเป็นไปตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่องกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซล
สำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ. 2549

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

Wittaya Jaroensrettagul. (2015). **Development of Biodiesel Process from Crude Palm Oil to Encourage Small-scale Palm Oil Industry in Trat Province.** Thesis M. Eng. (Engineering Management). Chantaburi : Rambhai Barni Rajabhat University.

Thesis Advisors

Associate Professor Porphan Suttiwattana M.S. Ind. Ed. (Mechanical Engineering)	Chairman
Dr.Sinat Koslanant Ph.D. (Geotechnical Engineering)	Member

Abstract

Development of biodiesel from crude palm oil of the project for promotion of small-scale palm oil industrial to produce biodiesel in Trad province were studied the efficiency of production process. Quality of biodiesel were compared between before and after the development. The study analyzed the production of biodiesel from crude palm oil by observing activities from the model scheme at oil extraction plant and biodiesel production factory of Chaipattana foundation at Hua Hin District, Prachuap Khiri Khan. The results revealed that manufacturing process development can enhance efficiency of production and increasing quantity of biodiesel with 120%. Manpower reduced by 42.86% and decreased production time by 33.96%. The cost of biodiesel production decreased from 79.34 baht/liter to 32.28 baht/liter. The qualification of biodiesel product based on the proclamation of the Department of Energy Business, Ministry of Energy in 2006 with regard to the nature and quality of biodiesel for agricultural engines (Biodiesel Community).

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้โดยได้รับแนวทาง คำแนะนำ และคำปรึกษาจาก รองศาสตราจารย์พอพันธ์ สุทธิวัฒน์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สินาด โกศลนันท์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์เดชา วงศ์แก้ว คณบดีและประธานหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และอณูนิศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้คำปรึกษา ผู้วิจัย ขอขอบคุณอย่างสูง

ขอขอบคุณ คุณสุเชษ สัมโย ผู้อำนวยการโรงเรียนเนินทรายวิทยาคม และคณะครู ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัย ทั้งในด้านสถานที่ดำเนินการวิจัย ด้านบุคลากร ด้านวัตถุดิบผลปาล์มทะเลาย ด้านการทดลองผลิตไบโอดีเซล ด้านการนำไปไบโอดีเซลไปทดลองใช้กับเครื่องจักรกลการเกษตร ตลอดจนเอื้อเฟื้อและร่วมดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยี ขอขอบคุณคณะกรรมการบริหารโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่จังหวัดตราด และสมาชิกเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มในพื้นที่จังหวัดตราด ที่ให้ความร่วมมือนำวัตถุดิบผลปาล์มทะเลายเข้าร่วมทดลองผลิตไบโอดีเซล และนำกลับไปทดลองใช้สำหรับเครื่องจักรกลการเกษตรทดแทนน้ำมันดีเซล ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ที่ให้การสนับสนุนดำเนินการตีพิมพ์บทความวิจัยในวารสารวิจัยรำไพพรรณี ปีที่ 9 ฉบับที่ 1 (ตุลาคม 2557 – มกราคม 2558) เพื่อเผยแพร่บทความวิจัย ขอขอบคุณมูลนิธิชัยพัฒนาที่อนุเคราะห์ให้เข้าศึกษาดูงานมูลนิธิชัยพัฒนา และทดสอบคุณภาพไบโอดีเซล ด้วยกระบวนการทดสอบแบบประมาณการ ปริมาณกลีเซอริน โดยกระบวนการทรานส์เอสเตอร์ฟิเคชันด้วยเตาไมโครเวฟ พร้อมทั้งสนับสนุนโดยให้ผู้เชี่ยวชาญ คุณจิระพงศ์ รักประสูตร ผู้จัดการโครงการโรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มาเป็นที่ปรึกษาแนะนำงานวิจัยแล้วเสร็จ ขอขอบคุณ บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) และบริษัท บี.ที. ไบโอบเทค (ไทยแลนด์) จำกัด ช่วยดำเนินการทดสอบคุณภาพไบโอดีเซล ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่องกำหนดลักษณะ และคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ. 2549

สุดท้ายนี้ ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการวิจัยทุกประการ ที่เกิดแก่ทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยขอเทิดพระเกียรติพระอัจฉริยภาพของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ฯ ที่ทรงมีสายพระเนตรอันยาวไกล ทรงมองเห็นคุณค่าของปาล์มน้ำมันที่มีศักยภาพจะใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนได้

วิทยา เจริญเศรษฐกุล

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ.....	(1)
สารบัญตาราง.....	(2)
สารบัญภาพ.....	(3)
บทนำ	1
ความเป็นมา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
ขอบเขตของการวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	7
สัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย	9
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของปาล์มน้ำมัน.....	10
การเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันและคุณภาพทะลายปาล์ม	13
อุตสาหกรรมผลิตน้ำมันปาล์มดิบ (Crude Palm Oil, CPO)	16
กระบวนการแยกสกัดน้ำมันจากพีชน้ำมัน.....	18
กระบวนการทำให้น้ำมันพืชบริสุทธิ์	19
กระบวนการผลิตไบโอดีเซล	19
เปรียบเทียบคุณสมบัติของไบโอดีเซลกับน้ำมันดีเซล	20
การใช้ไบโอดีเซลในเครื่องยนต์.....	21
คุณภาพของไบโอดีเซลที่มีผลต่อเครื่องยนต์.....	21
กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร.....	25
การตรวจวัดสมรรถนะและการปล่อยมลพิษของรถยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซล	26
การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม	27
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	30
อุปกรณ์และวิธีการ.....	33
แผนผังการดำเนินการวิจัย	33

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ผลและการวิจารณ์	61
พัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ	61
ผลการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด	61
ผลการทดลองนำผลิตภัณฑ์ไบโอดีเซลจากกระบวนการผลิตที่ได้ ไปใช้งานกับเครื่องจักรกลการเกษตรของกลุ่มตัวอย่าง	66
สมรรถนะการผลิตไบโอดีเซลของโครงการ ฯ เปรียบเทียบก่อนการพัฒนาและหลังการพัฒนา	69
ผลการจัดอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาระบบการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด.....	71
ผลการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม	73
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ	73
ต้นทุนผันแปร.....	75
จุดคุ้มทุน.....	77
สรุปผล และข้อเสนอแนะ	78
สรุปผลการวิจัย.....	78
ประโยชน์ในทางประยุกต์ของผลการวิจัยที่ได้	79
ข้อเสนอแนะ	80
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	82
ภาคผนวก	85
ภาคผนวก ก การศึกษาฐานกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ ณ โครงการโรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	86
ภาคผนวก ข เครื่องมือวิจัยประกอบการพัฒนาระบบการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ คุณจิระพงศ์ รักประสูตร ผู้จัดการโครงการโรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	89

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ค ผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำมันไบโอดีเซล โดยโครงการโรงงานสกัดน้ำมันพืช และผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ด้วยกระบวนการทดสอบแบบประมาณการปริมาณกลีเซอริน โดยกระบวนการทรานส์เอส- เตอริฟิเคชันด้วยเตาไมโครเวฟ.....	115
ภาคผนวก ง ผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำมันไบโอดีเซลโดยบริษัท พีทีที โกลบอลเคมิคอล จำกัด (มหาชน) และศูนย์วิจัยและพัฒนา บริษัท พี.ที. ไบโอเทค (ไทยแลนด์) จำกัด	118
ภาคผนวก จ การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่องเทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลจากผลปาล์มน้ำมัน และประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล	123
ประวัติย่อผู้วิจัย	160

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 เปรียบเทียบปาล์มทะเลลายที่มีค่าร้อยละของน้ำมันต่างกันและน้ำหนักน้ำมันปาล์มดิบ	15
2 เปรียบเทียบปริมาณผลผลิตและคุณภาพของไบโอดีเซลก่อนและหลังการพัฒนาระบวนการผลิตไบโอดีเซล.....	62
3 เปรียบเทียบปริมาณเมทิลเอสเทอร์ซึ่งเป็นเกณฑ์วัดคุณภาพไบโอดีเซลที่ได้จากกระบวนการผลิต ทดสอบโดยโรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา อ.หัวหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์ ก่อนและหลังการพัฒนาระบวนการผลิตไบโอดีเซล..	64
4 เปรียบเทียบผลการทดสอบลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ. 2549 ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงานภายหลังการพัฒนา ทดสอบโดยสถาบันวิจัยและเทคโนโลยี ปตท. บริษัท พีทีที โกลบอลเคมิคอล จำกัด (มหาชน) และบริษัท บี.ที. ไบโอบเทค (ไทยแลนด์) จำกัด	65
5 เปรียบเทียบสมรรถนะการผลิตไบโอดีเซลของโครงการฯ ก่อนการพัฒนาและหลังการพัฒนา จากวัตถุดิบตั้งต้นผลปาล์มทะเลลาย 1,000 กิโลกรัม	70
6 ค่าใช้จ่ายในการพัฒนาระบวนการผลิตไบโอดีเซล จากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด	74
7 เปรียบเทียบต้นทุนค่าใช้จ่ายผันแปรต่อรอบการผลิตไบโอดีเซลจากวัตถุดิบตั้งต้นผลปาล์มทะเลลาย 1,000 กิโลกรัม ก่อนการพัฒนาและหลังการพัฒนา.....	76

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ทะลายปาล์มน้ำมัน.....	11
2 ลักษณะผลปาล์มแบบต่าง ๆ.....	11
3 ลักษณะผลปาล์มชนิดต่าง ๆ.....	12
4 ส่วนประกอบของผลปาล์มที่มีน้ำมัน.....	14
5 องค์ประกอบของทะลายปาล์มน้ำมัน.....	14
6 ขั้นตอนของกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม.....	18
7 การพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรม น้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด.....	33
8 พัฒนาระดับพื้นที่วางเครื่องหีบปาล์มเพื่อให้พื้นที่ติดตั้งระบบกรองแยกกากสลัดจ์ ปาล์มด้วยตะแกรงสั่นแทนแรงงานคน.....	35
9 ขั้นตอนการพัฒนาการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ.....	36
10 ขั้นตอนการพัฒนาการผลิตไบโอดีเซล.....	37
11 โตะสับปาล์มทำจากโลหะ ปรับสูงต่ำได้.....	38
12 มีดสับปาล์มทำจากโลหะ.....	38
13 เครื่องตีแยกผลปาล์ม และสายพานลำเลียงคัดแยกผลปาล์ม.....	39
14 คัดแยกวัตถุดิบ สับแยกทะลายปาล์มออกเป็นข้อผลปาล์ม และฝังบนลานตาก.....	40
15 ลักษณะข้อผลปาล์มและการฝังข้อผลปาล์มบนพื้นที่ลานในร่ม.....	40
16 ทดลองตีแยกผลปาล์มและคัดกากข้อปาล์มขนาดใหญ่บนสายพานลำเลียง.....	40
17 ลักษณะเตาทอดผลปาล์มภายหลังการพัฒนาและผลปาล์มทอดสุก.....	41
18 เครื่องหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบ.....	42
19 ท่อส่งลำเลียงผลปาล์มทอดสุกขึ้นสู่เครื่องหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบ.....	42
20 ระบบอุ่นน้ำมันปาล์มดิบทำด้วยท่อเหล็กให้ความร้อนด้วย Heater ขนาด 3,000 วัตต์.....	43
21 เครื่องกรองแบบตะแกรงสั่น ความละเอียดตะแกรงกรอง 0.5 x 0.5 มิลลิเมตร.....	43
22 ถังเหล็กสี่เหลี่ยม ขนาดความจุ 450 ลิตร พร้อมติดตั้งระบบให้ความร้อนด้วย Heater ขนาด 3,000 วัตต์ และใบกวนน้ำมัน 50 รอบต่อนาที ด้วยระบบสายพานทวนรอบ.....	44
23 เครื่องกรองความดันสูง กรองแยกด้วยผ้ากรองความละเอียด 1 ไมครอน.....	44

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
24 น้ำมันปาล์มดิบภายหลังการกรองแยกกากสลัดจ์ ถูกสูบขึ้นสู่ถังคักม.....	46
25 อุปกรณ์เครื่องซึ่งอิเล็กทรอนิกส์และ Hot Plate With Magnetic Stirrer.....	47
26 การไทเทรตเพื่อหาค่าร้อยละของกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบ.....	48
27 อุปกรณ์เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล โดยกระบวนการทดสอบด้วยเตาไมโครเวฟ.....	49
28 ระบบทำความร้อนและปั้มน้ำในกระบวนการล้างยางเหนียว และล้างไบโอดีเซล.....	50
29 พื้นที่จัดเก็บและถังผสมสารเคมี ป้องกันอันตรายต่อนักปฏิบัติการเคมี.....	52
30 ระบบปั้มน้ำมันขึ้นสู่ถังพักก่อนทำปฏิกิริยาไบโอดีเซล.....	52
31 ถังสแตนเลสไหลเวียนระบบกรองเกลือ.....	53
32 ระบบกรองเกลือดักแยกน้ำและสิ่งปนเปื้อน ภายในบรรจุตะแกรงกรองละเอียด.....	53
33 เครื่องทำความเย็น เพื่อลดอุณหภูมิไบโอดีเซลเป็น 10 องศาเซลเซียส.....	55
34 ผ้ากรองดักแยกไขไบโอดีเซลความละเอียด 1 ไมครอน และกระบอกอัดความดัน.....	55
35 ระบบปั้มน้ำมันสู่ระบบกรองดักแยกไขไบโอดีเซล และระบบกรองดักแยก ฯ.....	55
36 ระบบกรองเกลือแยกน้ำและความชื้นชุดที่ 2 หลังจากกรองแยกไขไบโอดีเซล.....	56
37 ระบบกรองผ่านไส้กรอง ก่อนนำไปใช้งาน.....	56
38 น้ำมันไบโอดีเซลที่ได้จากกระบวนการผลิตภายหลังการพัฒนา.....	66
39 ทดลองใช้ไบโอดีเซล B100 กับเครื่องจักรกลการเกษตรของโรงเรียนเนินทรายวิทยาคม.	66
40 ทดลองใช้ไบโอดีเซล B100 กับเครื่องลิตรเตอร์สำหรับสูบน้ำ.....	67
41 ทดลองใช้ไบโอดีเซล B100 กับเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับดินน้ำในนาทุ่ง.....	68
42 ทดลองใช้ไบโอดีเซล B100 กับรถยนต์เครื่องยนต์ดีเซล 4 สูบ ขนาด 2,500 ซีซี.....	68
43 นางสาวเบญจวรรณ อ่านเปรื่อง ผู้ว่าราชการจังหวัดตราด ให้เกียรติเป็นประธานและ บรรยายพิเศษ โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซล จากผลปาล์มน้ำมัน และประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตไบโ อดีเซล เมื่อวันที่ 15 ถึง 16 มีนาคม 2555 ณ ห้องประชุม โรงเรียนเนินทรายวิทยาคม.	72
44 ท่านผู้ว่าราชการจังหวัดตราด เยี่ยมชมโรงสกัดน้ำมันปาล์มดิบแปรรูปไบโอดีเซลของ โครงการร่วมกับผู้เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซล	72

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
45 ผู้เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการ ศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซล ของโครงการ.....	73
46 ท่านผู้ว่าราชการจังหวัดตราด และผู้เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการ เยี่ยมชมแปลง เพาะเห็ดฟางจากกากทะลาล์ปลาสด ซึ่งเป็นประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จาก การผลิตไบโอดีเซล.....	73
47 เครื่องแยกผลปลาล์มออกจากทะลาล์ปลาสด.....	93
48 เส้นใยติดตามร่องฟันเครื่องตีคัดแยกฯ.....	93
49 คัดแยกเศษทะลาล์ปลาสดที่ปนออกมา.....	94
50 ผลปลาล์มที่ผ่านกระบวนการคัดแยก.....	94
51 ผลปลาล์มที่มีขนาดมาตรฐาน.....	96
52 ผลปลาล์มผ่านกระบวนการทอดระเหยน้ำ.....	96
53 เตาทอดผลปลาล์มด้วยแก๊สหุงต้มก่อนการพัฒนา.....	96
54 เครื่องหีบสกัดน้ำมันปลาล์มดิบ.....	97
55 กากปลาล์มแห้งจากเครื่องหีบสกัดฯ.....	98
56 กรองน้ำมันปลาล์มดิบด้วยตะแกรงกรอง.....	98
57 กากปลาล์มเปียกที่ตกจากตะแกรงกรอง.....	98
58 น้ำมันปลาล์มดิบที่ใช้ทำดีกัม.....	100
59 ถ่ายยางเหนียวและตะกอนปนเปื้อน.....	100
60 ตรวจหาร้อยละกรดไขมันอิสระ.....	103
61 การทดสอบเคมีลิงในถังเคมีก่อนทำปฏิกิริยา.....	104
62 ถังคักแยกน้ำมันและน้ำ.....	105
63 ถังกรองเกลือ.....	106
64 ระบบการกรองผ่านไส้กรอง.....	106
65 ทดสอบค่าสัดส่วนความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล.....	107
66 เมทิลเอสเทอร์.....	138
67 ปลาล์มน้ำมัน.....	139
68 สบู่ดำ.....	139
69 กระบวนการสับแยก.....	141

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
70 กระบวนการตีผลปาล์ม.....	142
71 การทอดผลปาล์ม.....	142
72 ผลปาล์มหลังจากทอด.....	142
73 ผลปาล์มที่ผ่านกระบวนการทอดเข้าสู่เครื่องบีบสกัดด้วยระบบท่อสกรูลำเลียง.....	143
74 กระบวนการบีบสกัดน้ำมันจากผลปาล์มทอดสุก.....	143
75 น้ำมันที่ได้จากผลปาล์มดิบ.....	144
76 การให้ความร้อนแก่น้ำมันปาล์มดิบ.....	145
77 การตรวจหาค่าร้อยละของกรดไขมันอิสระจากน้ำมันปาล์มดิบ.....	145
78 น้ำมันปาล์มดิบที่ผ่านกระบวนการดักไขมัน.....	146
79 ปฏิกริยาลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบ.....	148
80 การตรวจหาค่าร้อยละของกรดไขมันอิสระจากน้ำมันปาล์มดิบภายหลังทำปฏิกิริยา.....	149
81 กระบวนการผสมสารเคมีเพื่อทำปฏิกิริยาไบโอดีเซล.....	149
82 กลีเซอรินที่ได้จากการแยกชั้น.....	150
83 ไบโอดีเซลที่ได้หลังจากการล้าง.....	151
84 การกำจัดน้ำที่ยังคงมีอยู่ในไบโอดีเซล.....	151
85 กระบวนการกรองไบโอดีเซล.....	152
86 ถังบรรจุไบโอดีเซล.....	153
87 การทดสอบความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล.....	153
88 การทดลองใช้งาน.....	154

บทนำ

ความเป็นมา

น้ำมันดีเซล เป็นพลังงานที่สำคัญสำหรับภาคการผลิตและภาคขนส่ง สำหรับประเทศไทย ต้องเผชิญกับสถานการณ์ทางสังคมเศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว และส่งผลกระทบอย่างรุนแรง ซึ่งรัฐบาลได้มีนโยบายให้ทุกภาคส่วนร่วมกันรณรงค์ประหยัดพลังงาน และส่งเสริมความมั่นคงด้านพลังงานชีวภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน และการใช้พลังงานชีวภาพที่เกี่ยวข้องกับภาคการผลิตและบริการ ตลอดจนปลูกจิตสำนึกในการใช้พลังงานชีวภาพอย่างมีประสิทธิภาพ และคุ้มค่า

จากสถานการณ์ปัจจุบัน ประเทศไทยมีความต้องการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในปริมาณมาก และความต้องการที่มีอัตราสูงขึ้นทุกปีตามสภาพเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมที่เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จากรายงานของกรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน พบว่า ปี 2554 มีการนำเข้าน้ำมันดิบ 46,089,832 ล้านลิตร ปี 2555 มีการนำเข้าน้ำมันดิบ 50,055,995 ล้านลิตร และในปี 2556 มีการนำเข้าน้ำมันดิบ 50,373,541 ล้านลิตร อัตราการนำเข้าน้ำมันดิบในปี 2555 เพิ่มขึ้นมากกว่าปี 2554 คิดเป็นร้อยละ 8.6 และอัตราการนำเข้าน้ำมันดิบในปี 2556 เพิ่มขึ้นมากกว่าปี 2554 คิดเป็นร้อยละ 9.29 (กรมธุรกิจพลังงาน. ออนไลน์. 2556) และจากการจำกัดการผลิตของกลุ่มประเทศโอเปก ส่งผลให้ประเทศไทยประสบภาวะวิกฤตจากการขาดแคลนน้ำมัน ดังนั้นเพื่อลดการพึ่งพาน้ำมันจากต่างประเทศ จึงจำเป็นต้องหาน้ำมันจากแหล่งอื่น ประกอบกับประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีผลผลิตทางการเกษตรจำนวนมาก อีกทั้งราคาผลผลิตทางการเกษตรตกต่ำ จึงเหมาะที่จะนำเอาผลผลิตทางการเกษตรมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำมันพืชและแปรรูปการผลิตเป็นไบโอดีเซล (Biodiesel) ที่เป็นพลังงานทดแทนทางเลือกหนึ่ง และสนองตอบต่อนโยบายของรัฐ ในการใช้พลังงานทดแทนที่สามารถผลิตขึ้นเองในประเทศ ช่วยประหยัดเงินตรา ลดการพึ่งพาน้ำมันดิบจากต่างประเทศ ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก คือ คาร์บอนไดออกไซด์ และมลพิษทางอากาศอื่น ที่อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพอนามัย จากงานวิจัยเพื่อแปรรูปน้ำมันปาล์มเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซลสำหรับเครื่องจักรกลการเกษตร (ชาคริต ทองอุไร และคณะ. 2545 : บทคัดย่อ) พบว่าไบโอดีเซลหรือเมทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มดิบที่ผลิตได้ มีคุณสมบัติ เชิงน้ำมันเชื้อเพลิง ไม่ต่างจากน้ำมันดีเซลมากนัก การทดลองใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องจักรกลการเกษตร และเครื่องยนต์ดีเซลภายในศูนย์การพัฒนาพิภพทอง เป็นระยะเวลานานมากกว่า 4 เดือน ไม่พบปัญหา และอุปสรรคการใช้งานแต่อย่างใด

จังหวัดตราดตั้งอยู่ภาคตะวันออกของประเทศไทยห่างจากกรุงเทพฯ 315 กิโลเมตร มีเนื้อที่ประมาณ 2,819 ตารางกิโลเมตร ลักษณะภูมิอากาศเป็นแบบร้อนชื้น กล่าวคือ ไม้ร้อนหรือหนาวจนเกินไปและมีปริมาณฝนมาก จากรายงานข้อมูลวิสาหกิจชุมชนจังหวัดตราด ปี 2554 รายงานโดยสำนักงานเกษตรจังหวัดตราด พบว่ามีพื้นที่การเกษตรประมาณ 497,741 ไร่ ครัวเรือนเกษตรกร 20,928 ครัวเรือน อาชีพของเกษตรกรคือ การปลูกข้าว ทำสวนผลไม้ ประเภทยูเรียน เงาะ ลองกอง สวนยางพารา และปาล์มน้ำมัน ฯลฯ โดยเฉพาะปาล์มน้ำมันมีเนื้อที่ปลูกรวม 50,681 ไร่ พื้นที่ให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันแล้ว 35,546 ไร่ และผลผลิตที่เก็บได้ 78,201 ตันต่อปี (สุกกร มานะพรหม. 2554 : 5 - 7) และโดยสภาพภูมิประเทศที่มีฝนตกชุกเกือบตลอดปี ซึ่งเหมาะกับการปลูกปาล์มน้ำมันจึงทำให้ผลผลิตทะลักเกิดปัญหาการล้นตลาด มีผลให้ราคาปาล์มน้ำมันตกต่ำและส่งผลกระทบต่อเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันอย่างต่อเนื่อง

ปี พ.ศ. 2552 มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประเภททุนวิจัยนวัตกรรมด้านพลังงานทดแทน ประจำปี 2551 เรื่อง “โครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่จังหวัดตราด” (พอพันธ์ สุทธิวัฒน์ สมบูรณ์ ไพบูลย์ และเดชา วงศ์แก้ว. 2553 : บทคัดย่อ) สถานที่ดำเนินการวิจัยอยู่ที่โรงเรียนเนินทรายวิทยาคมเลขที่ 152 หมู่ 4 ตำบลเนินทราย อำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด ซึ่งต่อมาได้เป็นสถานศึกษาที่ผ่านเกณฑ์การประเมินของกระทรวงศึกษาธิการให้เป็นสถานศึกษาแบบอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการบริหารจัดการตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง “สถานศึกษาพอเพียง 2554” (กระทรวงศึกษาธิการ. ประกาศ. 2555) โดยยึดแนวทางตามโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริด้านพลังงานทดแทน ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นการสกัดน้ำมันปาล์มดิบแปรรูปการผลิตไบโอดีเซล ในรูปของโรงงานขนาดเล็กในพื้นที่ภาคตะวันออกสู่ชุมชนท้องถิ่นผู้ปลูกปาล์มในพื้นที่จังหวัดตราด โดยมีสถาบันการศึกษาเป็นศูนย์กลางเพื่อน้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงด้านพลังงานทดแทนสู่ชุมชนท้องถิ่น มีกำลังการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ 200 ลิตร ถึง 250 ลิตรต่อรอบการผลิต โดยใช้ถึงปฏิกิริยาขนาด 300 ลิตร แต่เนื่องจากโครงการวิจัยดังกล่าวเป็นโครงการเริ่มต้น ในลักษณะเครือข่ายความร่วมมือระหว่างคณะกรรมการโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่จังหวัดตราด กับชุมชนท้องถิ่นผู้ปลูกปาล์ม ร่วมกันผลิตไบโอดีเซลเพื่อแลกเปลี่ยนและนำไปใช้งานในภาคเกษตรกรรมระดับชุมชน ซึ่งในกระบวนการผลิตยังขาดเทคโนโลยีการผลิตและอุปกรณ์เครื่องจักรที่สำคัญ ส่งผลกระทบต่อจำนวนแรงงานและระยะเวลาในแต่ละรอบการผลิต มีผลให้ต้นทุนการผลิตสูง และสมรรถนะการผลิตไม่เป็นไปตามกำลังการผลิตที่กำหนด (ผลิตได้ประมาณ 100 ลิตรต่อรอบการผลิต) ซึ่งกระทบต่อต้นทุนการผลิต นอกจากนี้อุปกรณ์เครื่องมือตรวจวิเคราะห์และทดสอบทาง

ห้องปฏิบัติการเคมีที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระในผลปาล์ม ซึ่งใช้งานอยู่ มีคุณภาพต่ำ ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการตรวจวิเคราะห์ ส่งผลต่อปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาไบโอดีเซล และมีผลต่อคุณภาพไบโอดีเซล

ดังนั้นหากมีการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ เพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด ให้สามารถเพิ่มสมรรถนะการผลิตได้ตามกำลังการผลิตของเครื่องจักรในโครงการฯ (200 ถึง 250 ลิตรต่อรอบการผลิต) และไบโอดีเซลที่ผลิตได้สามารถนำไปใช้กับเครื่องจักรกลการเกษตรโดยไม่เกิดผลกระทบต่อเครื่องยนต์ จะสามารถลดต้นทุนการผลิตไบโอดีเซลของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่จังหวัดตราด และเกิดความเชื่อมั่นต่อคุณภาพไบโอดีเซลที่ผลิตได้ ซึ่งนำไปสู่การขยายผล และส่งเสริมกระบวนการแปรรูปผลผลิตปาล์มน้ำมันเป็นไบโอดีเซล ซึ่งเป็นพลังงานชีวภาพ ในช่วงสภาวะวิกฤตราคาค่าผลผลิตปาล์มน้ำมันตกต่ำอย่างยั่งยืน อีกทั้งยังช่วยลดผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจจากการลดค่าใช้จ่ายค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในภาคเกษตรกรรมของเกษตรกร และช่วยลดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมจากการช่วยลดภาวะโลกร้อน เพราะเนื่องจากไบโอดีเซลมีการเผาไหม้สมบูรณ์กว่าน้ำมันดีเซลจากซากฟอสซิล รวมทั้งไบโอดีเซลเป็นพลังงานทางเลือกหนึ่งที่มีศักยภาพสูงมากในปัจจุบัน

จากเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นแรงจูงใจให้ผู้วิจัยมุ่งศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ โดยศึกษาจากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งศึกษากระบวนการผลิตก่อนการพัฒนาของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่จังหวัดตราด และขอเข้าศึกษาดูงานโครงการโรงงานต้นแบบ ณ โครงการโรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา อำเภอบางบาล จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ถึงสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซล และกำหนดวิธีดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ เปรียบเทียบสมรรถนะการผลิต และคุณภาพไบโอดีเซลของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่จังหวัดตราด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ
2. เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการผลิต และคุณภาพไบโอดีเซลของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่จังหวัดตราด ก่อนและหลังการพัฒนากระบวนการผลิต

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่จังหวัดตราด เป็นการเพิ่มสมรรถนะการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ ในด้านปริมาณผลิตภัณฑ์ไบโอดีเซลที่เพิ่มขึ้น ด้านระยะเวลาการผลิตที่ลดลง และจำนวนแรงงานที่ลดลงในแต่ละรอบการผลิต ซึ่งมีผลต่อดัชนีทุนการผลิตไบโอดีเซล สามารถลดค่าใช้จ่ายค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในภาคเกษตรกรรมของเกษตรกร โดยการใช้พลังงานทดแทนจากพืชพลังงาน ที่สามารถผลิตขึ้นเองในประเทศ นอกจากนี้ คุณภาพไบโอดีเซลที่ผลิตได้ สามารถนำไปใช้กับเครื่องจักรกลการเกษตร โดยไม่ต้องผสมกับปิโตรเลียมดีเซล และไม่เกิดผลกระทบต่อเครื่องยนต์ เป็นการลดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมจากการช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก คือ คาร์บอนไดออกไซด์ และมลพิษทางอากาศอื่นที่อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพมนุษย์ เช่น ฝุ่นละออง คาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน และซัลเฟอร์ออกไซด์ เป็นต้น อีกทั้งเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาช่วงสภาวะวิกฤตผลิตผลปาล์มน้ำมันราคาตกต่ำอย่างยั่งยืน โดยการนำผลิตผลปาล์มน้ำมันเป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำมันพืชและแปรรูปการผลิตเป็นไบโอดีเซล ที่เป็นพลังงานทดแทนทางเลือก เป็นการส่งเสริมความมั่นคงด้านพลังงานชีวภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน และการใช้พลังงานชีวภาพที่เกี่ยวข้องกับภาคการผลิตและบริการ ตลอดจนปลูกจิตสำนึกในการใช้พลังงานชีวภาพอย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่าตามนโยบายของรัฐบาล

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ คณะกรรมการบริหารโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่จังหวัดตราด ซึ่งเป็นเกษตรกรที่มีเครื่องจักรกลการเกษตรสำหรับใช้งานภาคเกษตรกรรมในครัวเรือน และเป็นเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มรายย่อยซึ่งมีผลิตผลปาล์มน้ำมันในพื้นที่ข้างเคียงสถานที่ดำเนินการวิจัย เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านการขนส่งวัตถุดิบผลปาล์มทะเลาะ และนำผลิตภัณฑ์ไบโอดีเซลที่ผลิตได้กลับไปทดลองใช้งานกับเครื่องจักรกลการเกษตร

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ คณะกรรมการบริหารโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่จังหวัดตราด ซึ่งเป็นเกษตรกรที่มีเครื่องจักรกลการเกษตรสำหรับใช้งานภาคเกษตรกรรมในครัวเรือน และเป็นเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มรายย่อย ซึ่งมีผลิตผลปาล์มน้ำมันในพื้นที่ข้างเคียงสถานที่ดำเนินการวิจัย เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านการขนส่งวัตถุดิบผลปาล์มทะเลาะ และนำผลิตภัณฑ์ไบโอดีเซลที่ผลิตได้กลับไปทดลองใช้งานกับเครื่องจักรกลการเกษตร อีกทั้งเพื่อความสะดวกในการติดตามประเมินผลการทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ จำนวน 4 คน ได้จากการเลือกแบบเจาะจง

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ มุ่งศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซลเพื่อศึกษาตัวแปรและความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีผลต่อสมรรถนะการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ โดยกำหนดเนื้อหาที่จะศึกษาดังนี้

2.1 ศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่จังหวัดตราด เพื่อหาสมรรถนะการผลิตก่อนการพัฒนา

2.2 ศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ ณ โครงการโรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งเป็นโครงการต้นแบบเพื่อจัดทำเครื่องมือวิจัยประกอบการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด

3. ขอบเขตด้านตัวแปร

เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การพัฒนาระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด จึงกำหนดขอบเขตด้านตัวแปรที่ศึกษาดังนี้

3.1 ตัวแปรอิสระ

3.1.1 ศึกษากระบวนการคัดเลือกวัตถุดิบผลปาล์มทะเลลายที่มีคุณภาพ

3.1.2 ศึกษากระบวนการคัดแยกผลปาล์มออกจากทะเลลายปาล์ม และการควบคุมเพื่อลดความสูญเสียของวัตถุดิบผลปาล์ม ซึ่งเป็นวัตถุดิบตั้งต้น

3.1.3 ศึกษากระบวนการยับยั้งปฏิกิริยาอนุมูลอิสระที่สร้างกรดไขมันอิสระในผลปาล์ม โดยการให้ความร้อนด้วยการทอด

3.1.4 ศึกษากระบวนการหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบโดยเครื่องหีบสกัดแบบรวมน้ำมันเปลือกและน้ำมันเมล็ดใน

3.1.5 ศึกษากระบวนการกรองแยกสิ่งปนเปื้อนในน้ำมันปาล์มดิบ ที่ได้จากการหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบ แบบรวมน้ำมันเปลือกและน้ำมันเมล็ดใน

3.1.6 ศึกษากระบวนการไทเทรตทางห้องปฏิบัติการเคมี เพื่อตรวจวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid) ในน้ำมันปาล์มดิบภายหลังการกรองแยกสิ่งปนเปื้อนในน้ำมันปาล์มดิบ

3.1.7 ศึกษากระบวนการแยกขางเหนียวในน้ำมันปาล์มดิบหรือการทำปฏิกิริยาดีกัมภายหลังการกรองแยกสิ่งปนเปื้อนในน้ำมันปาล์มดิบ โดยใช้กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 85 และน้ำ

3.1.8 ศึกษากระบวนการจัดการสารปนเปื้อน และกรดฟอสฟอริกในน้ำมันปาล์ม ภายหลังการทำปฏิกิริยาดีกัม โดยวิธีการล้างด้วยน้ำอุ่นอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

3.1.9 ศึกษากระบวนการในการทำปฏิกิริยาการเกิดไบโอดีเซลหรือการทำปฏิกิริยา ทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน แบบกระบวนการ 2 ขั้นตอน (Two-stage Process) ในถึงปฏิกิริยาแบบกึ่งปิด

3.1.10 ศึกษากระบวนการแยกกลีเซอรอลออกจากเมทิลเอสเทอร์

3.1.11 ศึกษากระบวนการจัดการเคมีปนเปื้อน และน้ำในเมทิลเอสเทอร์ภายหลัง การทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน

3.1.12 ศึกษาการวิเคราะห์คุณภาพความบริสุทธิ์ไบโอดีเซล โดยใช้การทดสอบด้วย เตาไมโครเวฟ เรียกว่า “กระบวนการทดสอบแบบประมาณการปริมาณกลีเซอรินโดยกระบวนการ ทรานส์เอสเตอริฟิเคชันด้วยเตาไมโครเวฟ”

3.2 ตัวแปรตาม

3.2.1 สมรรถนะการผลิตไบโอดีเซลของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม ขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่จังหวัดตราด ด้านปริมาณการผลิตเพิ่มขึ้น ระยะเวลาและจำนวน แรงงานในกระบวนการผลิตลดลง

3.2.2 ผลผลิตไบโอดีเซลที่ผลิตได้ มีคุณภาพตามประกาศกรมธุรกิจพลังงานเรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ. 2549

4. ขอบเขตด้านสถานที่

สถานที่ดำเนินการวิจัย ใช้สถานที่ของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม ขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่จังหวัดตราด ณ โรงเรียนเนินทรายวิทยาคม เลขที่ 152 หมู่ 4 ตำบลเนินทราย อำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด

5. ขอบเขตด้านเวลา

ขอบเขตด้านเวลา กำหนดช่วงเวลาศึกษาและดำเนินการวิจัยระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2554 ถึง เดือน เมษายน พ.ศ. 2555

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **การหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบ (Extruder)** คือ กระบวนการหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบออกจากผลปาล์มทอดสุกแบบหีบรวม ผลผลิตที่ได้จะมีน้ำมันปาล์มดิบ ประมาณร้อยละ 55 ของผลปาล์มทอดสุก ที่เหลือแยกเป็นกากปาล์มจากการหีบสกัด ประมาณร้อยละ 35 ของผลปาล์มทอดสุก และกากสลัดจ์ปาล์มชนิดหยาบรวมกับชนิดละเอียด ประมาณร้อยละ 10 ของผลปาล์มทอดสุก
2. **น้ำมันปาล์มดิบ** คือ น้ำมันจากส่วนเปลือกและเมล็ดในของผลปาล์มที่ได้จากการหีบสกัดผลปาล์มทอดสุกแบบหีบรวม โดยเครื่องหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบ
3. **การกรองน้ำมันปาล์มดิบ** คือ กระบวนการกรองแยกกากสลัดจ์ปาล์ม ทั้งชนิดหยาบ และชนิดละเอียดออกจากน้ำมันปาล์มดิบ
4. **การอุ่นน้ำมันปาล์มดิบ** คือ กระบวนการเพิ่มอุณหภูมิในน้ำมันปาล์มดิบ เพื่อลดความหนืดในน้ำมันพืช ก่อนนำไปผ่านกระบวนการกรองแยกกากสลัดจ์ปาล์ม
5. **กระบวนการแยกยางเหนียว (Degumming Process)** คือ การแยกสารไม่พึงประสงค์ประเภทสารฟอสฟาไทด์ (Phosphatides) หรือยางเหนียว (Gum) ออกจากน้ำมันปาล์ม ซึ่งมีผลต่อการเก็บรักษาน้ำมันปาล์ม เนื่องจากยางเหนียวจะทำปฏิกิริยากับอากาศส่งผลให้มีกลิ่นหืน และยางเหนียวจะเกาะติดภาชนะเป็นอุปสรรคต่อการใช้งาน นอกจากนี้ยางเหนียวที่ตกค้างในไบโอดีเซลจะไม่เกิดการเผาไหม้ และจะกลายเป็นถ่านในห้องเผาไหม้
6. **ถังปฏิกิริยา** คือ ถังลักษณะทรงกระบอกก้นรูปทรงกรวยทำจากวัสดุโลหะสแตนเลส แล้วบุด้วยฉนวนภายใน ติดตั้งใบพัดกวนน้ำมันและอุปกรณ์ให้ความร้อน ใช้ทำปฏิกิริยาแยกยางเหนียวในระบบเปิด และทำปฏิกิริยาลดกรดไขมันอิสระต่อเนื่องถึงปฏิกิริยาการเกิดไบโอดีเซล ในระบบกึ่งปิด
7. **การล้างน้ำ (Washing)** คือ กระบวนการชะล้างแอลกอฮอล์ กลีเซอริน สารเร่งปฏิกิริยาล้างปนเปื้อน และทำให้น้ำมันมีสภาพเป็นกลาง
8. **การระเหยน้ำ** คือ กระบวนการขจัดน้ำปนเปื้อนในน้ำมันที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส หลังจากผ่านกระบวนการล้างน้ำ
9. **กลีเซอริน** คือ ส่วนที่เกิดพร้อมกับปฏิกิริยาไบโอดีเซล และแยกชั้นจากไบโอดีเซล มีลักษณะสีดำข้นเนื่องจากเป็นกลีเซอรินที่ไม่บริสุทธิ์ (กลีเซอริน+น้ำ+ไบโอดีเซล เกิดจากกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มทำปฏิกิริยากับสารละลายเมทานอล) ซึ่งสามารถนำไปผ่านกระบวนการแยกชั้นเพื่อนำไบโอดีเซลที่ปนเปื้อนกลับสู่กระบวนการผลิตใหม่ได้ประมาณร้อยละ 40

10. การกรองเกลือ (Salt Filter) คือ กระบวนการกรองดักแยกน้ำและความชื้นออกจากไบโอดีเซลด้วยเกลือ เนื่องจากเกลือมีคุณสมบัติช่วยดูดซับความชื้นและไม่ละลายในน้ำมัน เกลือจะทำหน้าที่ดูดซับความชื้นและละลายกลายเป็นน้ำเกลือ โดยน้ำเกลือซึ่งมีน้ำหนักมากกว่าไบโอดีเซลจะแยกชั้นตกลงสู่ด้านล่างตามหลักแรงโน้มถ่วงเป็นการขจัดความชื้นในไบโอดีเซล

11. การกรองไขไบโอดีเซล คือ กระบวนการกรองดักแยกไขไบโอดีเซล โดยปกติไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันปาล์มเป็นไตรกลีเซอไรด์ที่มีองค์ประกอบของกรดไขมันอิ่มตัวสูง จะเปลี่ยนสภาพกลายเป็นไขไบโอดีเซลเมื่ออุณหภูมิต่ำ ซึ่งไขไบโอดีเซลนี้มีผลต่อระบบเครื่องยนต์ที่นำไปใช้งาน จึงต้องนำไปตกผลึกไขไบโอดีเซลที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปกรองดักแยกไขไบโอดีเซล และตะกอนด้วยเครื่องกรองความดันสูง ความละเอียดผ้ากรอง 1 ไมครอน ซึ่งเป็นการแยกส่วนกรดไขมันอิ่มตัวออกไปจะช่วยลดจุดขุ่นไบโอดีเซล

12. การกรองผ่านไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง คือ กระบวนการกรองไบโอดีเซล ในขั้นตอนสุดท้ายก่อนนำไปใช้งาน โดยสามารถกรองกลีเซอรินเหลือไม่เกินร้อยละ 0.24 โดยมวลทำให้ไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 96.5 และไม่มีสารแขวนลอยปนเปื้อน

13. โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ มีสูตรทางเคมี KOH มีคุณสมบัติเป็นด่าง ใช้เป็นสารเร่งปฏิกิริยาไบโอดีเซล

14. ไบโอดีเซล (Biodiesel) คือ น้ำมันเชื้อเพลิงที่ผลิตได้จากการนำน้ำมันปาล์มดิบที่ผ่านกระบวนการแยกยางเหนียวแล้วหรือน้ำมันที่ใช้ปรุงอาหารแล้วมาแปรสภาพ โดยผ่านกระบวนการเคมีที่เรียกว่า ทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน (Transesterification Process) โดยให้น้ำมันพืชทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ เช่น เมทานอลหรือเอทานอล และมีด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ได้เป็นน้ำมันที่อยู่ในรูปเมทิลเอสเทอร์หรือเอทิลเอสเทอร์

15. B100 คือ ไบโอดีเซลในอัตราส่วนร้อยละ 100 ซึ่งไม่มีอัตราส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงปิโตรเลียมดีเซล ส่วน B5 หมายความว่า มีไบโอดีเซลในอัตราส่วนร้อยละ 5 และปิโตรเลียมดีเซลในอัตราส่วนร้อยละ 95

สัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย

สัญลักษณ์และคำย่อ

g

kg

 m^3 cm^3

ml

mm

mol

L

h

%

KOH

 H_3PO_4 H_2SO_4 H_2O

FFA

W

V

ความหมาย

กรัม

กิโลกรัม

ลูกบาศก์เมตร

ลูกบาศก์เซนติเมตร

มิลลิลิตร

มิลลิเมตร

โมล

ลิตร

ชั่วโมง

เปอร์เซ็นต์หรือร้อยละ

โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์

กรดฟอสฟอริก

กรดซัลฟิวริก

น้ำ

กรดไขมันอิสระ

วัตต์ (หน่วยพลังงานไฟฟ้า)

โวลต์ (หน่วยแรงดันไฟฟ้า)

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด ผู้วิจัยได้ค้นคว้าจากเอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของปาล์มน้ำมัน
2. การเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันและคุณภาพทะลายปาล์ม
3. อุตสาหกรรมผลิตน้ำมันปาล์มดิบ (Crude Palm Oil, CPO)
4. กระบวนการแยกสกัดน้ำมันจากพืชปาล์ม
5. กระบวนการทำให้น้ำมันพืชบริสุทธิ์
6. กระบวนการผลิตไบโอดีเซล
7. เปรียบเทียบคุณสมบัติของไบโอดีเซลกับน้ำมันดีเซล
8. การใช้ไบโอดีเซลในเครื่องยนต์
9. คุณภาพของไบโอดีเซลที่มีผลต่อเครื่องยนต์
10. กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร
11. การตรวจวัดสมรรถนะและการปล่อยมลพิษของรถยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซล
12. การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม
13. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของปาล์มน้ำมัน

สถานวิจัยพืชกรรมปาล์มน้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ธีระพงศ์ จันทนิยม, 2553 ก : 6 - 8) ได้สรุปลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของปาล์มน้ำมันดังนี้

1. ทะลายปาล์ม ประกอบด้วยก้านทะลาย ช่อทะลายย่อย และผลปาล์ม โดยมีน้ำหนักผลปาล์มร้อยละ 45 ถึง 80 ตามความสมบูรณ์และขนาดของทะลายปาล์ม เมื่อสุกแก่เต็มที่มีน้ำหนักประมาณ 1 ถึง 60 กิโลกรัม แปรตามชนิดของสายพันธุ์ อายุและปัจจัยสิ่งแวดล้อม ทะลายปาล์มที่เหมาะสมควรมีน้ำหนักระหว่าง 15 ถึง 25 กิโลกรัม เนื่องจากเป็นขนาดที่ทำให้สัดส่วนของผลปาล์มต่อทะลายมากที่สุด และมีค่าร้อยละของปริมาณน้ำมันสูงสุด จำนวนทะลายต่อต้นมีความแตกต่างกันตามชนิดของพันธุ์หรือความสมบูรณ์ โดยมีสหสัมพันธ์ทางลบกับน้ำหนักทะลาย คือ ขนาดทะลายใหญ่จะให้จำนวนทะลายน้อย และจำนวนทะลายมากจะให้ทะลายเล็ก ลักษณะทะลายปาล์มดังกล่าวประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ทะลายปาล์มน้ำมัน

ที่มา : ชีระพงศ์ จันทรมนิม. 2553 ก : 6

2. ผลปาล์มน้ำมัน ไม่มีก้านผล (Sessile Drup) รูปร่างมีหลายแบบ ตั้งแต่รูปรียาวแหลม จนถึงรูปไข่หรือรูปยาวรี ความยาวผลประมาณ 2 ถึง 5 เซนติเมตร น้ำหนักผลประมาณ 3 ถึง 30 กรัม ผลปาล์มประกอบด้วยผิวเปลือกนอก (Exocarp) ชั้นเปลือกนอก (Mesocarp) ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเส้นใย สีส้มแดง เมื่อสุกและมีน้ำมันอยู่ในชั้นนี้ (เรียกว่าน้ำมันเปลือกนอก) ปาล์มน้ำมันที่ปลูกเป็นการค้า โดยทั่วไปพบว่า มีสีผลที่ผิวเปลือกนอก 3 ลักษณะ คือ แบบที่ 1 เมื่อผลดิบเป็นสีเขียว ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นสีส้มเมื่อสุกเรียกลักษณะนี้ว่า *Virescens* โดยทั่วไปพบน้อยกว่า แบบที่ 2 ซึ่งเรียกว่า *Nigrescens* ผลดิบมีสีดำปลายผลมีสีงาช้าง และจะเปลี่ยนเป็นสีแดงเมื่อสุกแล้วส่วนแบบที่ 3 เรียกว่า *Albescens* มีสีเปลือกเมื่อสุกเป็นสีเหลืองซีด พบพบน้อยมากลักษณะผลปาล์ม ดังภาพประกอบ 2



ลักษณะผลปาล์มแบบ *Nigrescens*



ลักษณะผลปาล์มแบบ *Virescens*

ภาพประกอบ 2 ลักษณะผลปาล์มแบบต่างๆ

ที่มา : ชีระพงศ์ จันทรมนิม. 2553 ก : 7

จากลักษณะของผลปาล์มทำให้แบ่งชนิดของปาล์มน้ำมันได้ 3 ชนิด ดังภาพประกอบ 3 ได้แก่

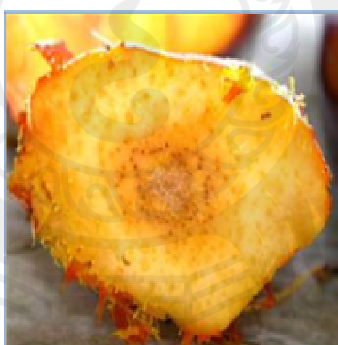
2.1 ดุรา (Dura) มีกะลาหนา 2 ถึง 8 มิลลิเมตร และไม่มีวงเส้นประสีดำอยู่รอบกะลามิชั้นเปลือกนอกบางร้อยละ 35 ถึง 60 ของน้ำหนักผล มียีนควบคุมเป็นลักษณะเด่น (Dominant, Sh+Sh+) ซึ่งใช้เป็นแม่พันธุ์

2.2 พิสิเฟอร์า (Pisifera) มียีนควบคุมเป็นลักษณะด้อย (Recessive, Sh-Sh-) ลักษณะผลไม่มีกะลาหรือมีกะลาบาง มีข้อเสียคือ ช่อดอกตัวเมียมักเป็นหมัน (Abortion) ทำให้ผลฝ่อลีบทะเลาะเล็กเนื่องจากผลไม่พัฒนา ผลผลิตทะเลาะต่ำมากไม่ใช้ปลูกเป็นการค้า แต่ใช้เป็นต้นพ่อพันธุ์ในการผลิตลูกผสม

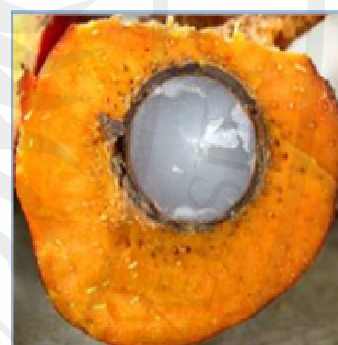
2.3 เทเนอร์า (Tenera) มีกะลาบาง ตั้งแต่ 0.5 ถึง 4 มิลลิเมตร มีวงเส้นประสีดำอยู่รอบกะลามิชั้นเปลือกนอกมากกว่าร้อยละ 60 ถึง 90 ของน้ำหนักผล ลักษณะเทเนอร์า (Sh+Sh-) เป็นพันธุ์ทาง (Heterozygous) เกิดจากการผสมข้ามระหว่างลักษณะดูรากับพิสิเฟอร์า



ผลปาล์มแบบดูรา



ผลปาล์มแบบพิสิเฟอร์า



ผลปาล์มแบบเทเนอร์า

ภาพประกอบ 3 ลักษณะผลปาล์มชนิดต่างๆ

ที่มา : ชีระพงศ์ จันทนิยม. 2553 ก : 8

3. เมล็ดปาล์ม มีลักษณะแข็งประกอบด้วยกะลา (Endocarp) และเนื้อในขนาดของเมล็ดขึ้นอยู่กับความหนาของกะลาและขนาดของเนื้อใน กะลาจะประกอบด้วยอาหารต้นอ่อน (Endosperm) หรือเนื้อในสีขาวอมเทาซึ่งมีน้ำมันสะสมอยู่ (เรียกว่าน้ำมันเมล็ดใน)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

การเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันและคุณภาพทะลายปาล์ม

สถานวิจัยพืชกรรมปาล์มน้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ธีระพงศ์ จันทรมนิม, 2553 ข : 1 - 6) ได้สรุปวิธีการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันและคุณภาพทะลายปาล์ม ดังนี้

การเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มที่ถูกต้องจะทำให้ทะลายปาล์มมีคุณภาพ มีค่าร้อยละของปริมาณน้ำมันสูง ซึ่งมีผลต่อราคาทะลายปาล์มด้วย (ร้อยละของปริมาณน้ำมัน หมายถึง ร้อยละของน้ำหนักน้ำมันที่หีบได้เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักทะลายปาล์มสดที่เกษตรกรนำมาขายให้กับโรงงาน) ปัจจัยที่กำหนดค่าร้อยละของปริมาณน้ำมันในทะลายจะประกอบด้วย 3 ปัจจัย ได้แก่ องค์ประกอบของผลปาล์มน้ำมัน องค์ประกอบของทะลายปาล์ม และความสูงของผลในทะลาย ซึ่งแต่ละปัจจัยต่างก็มีผลต่อค่าร้อยละของปริมาณน้ำมันทั้งสิ้น

1. ปัจจัยที่มีผลต่อค่าร้อยละของปริมาณน้ำมัน

1.1 องค์ประกอบของผลปาล์มน้ำมัน ประกอบด้วย 4 ส่วนดังภาพประกอบ 4 ได้แก่

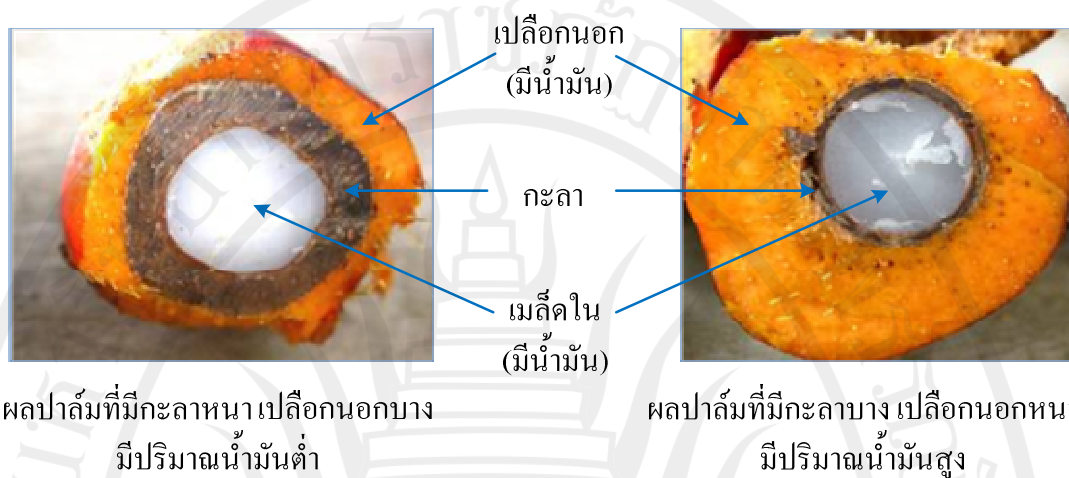
1.1.1 ผิวเปลือกนอก (Exocarp) องค์ประกอบส่วนนี้เป็นผิวนอกของปาล์ม มีผลต่อค่าร้อยละของปริมาณน้ำมันน้อยมาก

1.1.2 เปลือกนอก (Mesocarp) เป็นชั้นเนื้อเยื่อเส้นใยสีแดงส้มเมื่อปาล์มสุกจะมีน้ำมันในชั้นนี้ ความหนาของชั้นเปลือกนอกจะเป็นปัจจัยที่สำคัญในการกำหนดค่าร้อยละของปริมาณน้ำมัน ผลปาล์มที่มีชั้นเปลือกนอกหนา จะให้ค่าร้อยละของปริมาณน้ำมันมากกว่าผลปาล์มที่มีเปลือกนอกบาง

1.1.3 กะลา (Endocarp) เป็นเปลือกแข็งซึ่งห่อหุ้มเนื้อเยื่อภายใน เมล็ดผลปาล์มที่มีกะลาหนามีค่าร้อยละของปริมาณน้ำมันของทะลายน้อยกว่าผลปาล์มที่มีกะลาบาง

1.1.4 เมล็ดใน (Kernel) เป็นเนื้อในที่มีสีขาวอมเทา เนื้อส่วนนี้จะมีน้ำมันสะสมอยู่ ซึ่งไม่ค่อยมีผลต่อค่าร้อยละของปริมาณน้ำมันมากนัก เพราะองค์ประกอบนี้จะผสมกับเปลือกนอก หากเมล็ดมีขนาดใหญ่จะทำให้เปลือกนอกบางลง ซึ่งทั้ง 2 ส่วน จะมีน้ำมันอยู่

จะเห็นได้ว่าการที่ค่าร้อยละของปริมาณน้ำมันจะมีมากหรือน้อยจะต้องคำนึงตั้งแต่การคัดเลือกพันธุ์ปาล์มที่จะนำมาปลูก



ภาพประกอบ 4 ส่วนประกอบของผลปาล์มที่มีน้ำมัน

ที่มา : ชีระพงศ์ จันทรนิยม. 2553 ข : 1

2. องค์ประกอบของทะลายปาล์มประกอบด้วย แกนทะลาย แขนงทะลาย ผลปาล์มดิบ และผลปาล์มสมบูรณ์ ดังภาพประกอบ 5 โดยผลปาล์มจะเป็นส่วนที่มีน้ำมัน ดังนั้นหากองค์ประกอบของทะลายมีค่าร้อยละของผลปาล์มมาก ก็จะทำให้ปาล์มมีค่าร้อยละของปริมาณน้ำมันมาก แต่ในทางตรงกันข้ามหากทะลายปาล์มมีค่าร้อยละของแกน แกนทะลาย และของผลดิบมาก ก็จะทำให้ค่าร้อยละของปริมาณน้ำมันต่ำ



ภาพประกอบ 5 องค์ประกอบของทะลายปาล์ม

ที่มา : ชีระพงศ์ จันทรนิยม. 2553 ข : 2

3. ความสุกของผลปาล์ม โดยปกติพัฒนาการของผลปาล์มตั้งแต่ระยะติดผลจนกระทั่งผลปาล์มสุก จะใช้เวลาประมาณ 20 สัปดาห์ โดยช่วง 3 สัปดาห์แรกจะมีพัฒนาการในด้านความยาวผลปาล์ม หลังจาก 3 สัปดาห์แล้วผลปาล์มจะมีการพัฒนาของชั้นเปลือกนอกและเนื้อใน โดยการขยายของเปลือกจะดำเนินไปพร้อมกับการพัฒนาของเนื้อในและการสังเคราะห์น้ำมันในเนื้อในจนกระทั่ง 13 ถึง 14 สัปดาห์ ผลจะหยุดการขยายของเปลือกนอก หลังจากสัปดาห์ที่ 14 จะมีการสังเคราะห์น้ำมันในเปลือกชั้นนอก โดยในสัปดาห์ที่ 15 จะมีการสะสมน้ำมันอย่างรวดเร็วจนกระทั่งสัปดาห์ที่ 20 การสังเคราะห์น้ำมันในชั้นเปลือกนอกจะสิ้นสุดลง และเริ่มมีการร่วงของผล ระยะนี้ถือว่าเป็นระยะที่สุกและเหมาะสมที่จะเก็บเกี่ยว

4. คุณภาพของทะลายปาล์มกับปริมาณน้ำมันปาล์มดิบที่ต่างกัน ปริมาณน้ำมันปาล์มดิบที่ผลิตได้แต่ละครั้งขึ้นอยู่กับคุณภาพของวัตถุดิบ ได้แก่ ความสุกของผลปาล์ม คุณภาพพันธุ์ปาล์ม ปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ และค่าร้อยละของน้ำมันของผลปาล์ม เช่น โรงงานสกัดมีทะลายปาล์มสด 4 ชนิด ซึ่งมีค่าร้อยละของน้ำมันที่ต่างกัน คือ ร้อยละ 13 15 18 และ 21 ทะลายปาล์มสดที่มีค่าร้อยละของน้ำมันที่ 13 อาจเกิดจากเกษตรกรตัดปาล์มดิบ ทะลายเน่าหรือมีสิ่งเจือปนมาก ในขณะที่เดียวกัน ทะลายที่สุกพอดี คุณภาพพันธุ์ดีจะมีค่าร้อยละของน้ำมันที่ 21 ดังตาราง 1 ซึ่งหากวัตถุดิบส่วนใหญ่ที่นำเข้ากระบวนการผลิตมีคุณภาพต่ำ จะทำให้ปริมาณน้ำมันปาล์มดิบที่ผลิตได้ต่ำไปด้วย ซึ่งมีผลต่อต้นทุนการผลิตโดยรวม

ตาราง 1 เปรียบเทียบปาล์มทะลายที่มีค่าร้อยละของน้ำมันต่างกันและน้ำหนักน้ำมันปาล์มดิบ

รายละเอียด	ค่าร้อยละของน้ำมันจากทะลายสด			
	13	15	18	21
1) น้ำมันที่สกัดได้จากปาล์มทะลาย 100 kg	13 kg	15 kg	18 kg	21 kg
2) น้ำหนักทะลายปาล์มที่จะให้น้ำมันปาล์มดิบ 1 กิโลกรัม	7.69 kg	6.67 kg	5.55 kg	4.76 kg

ที่มา : ชีระพงศ์ จันทนิยม. 2553 ข : 6

อุตสาหกรรมผลิตน้ำมันปาล์มดิบ (Crude Palm Oil : CPO)

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ปลูกได้ตลอดปี เริ่มให้ผลผลิตเมื่ออายุ 2.5 ถึง 3 ปี และเก็บเกี่ยวผลผลิตได้นานถึง 25 ปี ต้นปาล์มที่ปลูกให้น้ำมันไร่ละประมาณ 800 กิโลกรัมต่อปี ซึ่งสูงกว่าพืชน้ำมันอื่น ๆ ถึง 5 เท่า ผลปาล์มน้ำมันสามารถให้ผลผลิตน้ำมัน 2 ชนิด คือ น้ำมันปาล์มสกัดจากเนื้อปาล์มและน้ำมันเมล็ดในปาล์มสกัดจากเมล็ดปาล์ม โดยเฉลี่ยปาล์ม 1 ผล จะมีน้ำมันปาล์ม 9 ส่วน และน้ำมันเมล็ดในปาล์ม 1 ส่วน น้ำมันที่สกัดจากผลปาล์มสดจะมีเบต้าแคโรทีน โปรวิตามินเอ และวิตามินอี ในปริมาณสูง น้ำมันปาล์มประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว และกรดไขมันอิ่มตัวในสัดส่วนที่สมดุล ด้วยเหตุที่มีวิตามินอีสูง จึงทำให้น้ำมันปาล์มมีเสถียรภาพสูง กรดไขมันไม่อิ่มตัวส่วนใหญ่จะประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวพันธะเดี่ยวโอเลอิกร้อยละ 40 ขณะที่กรดไขมันอิ่มตัว ประกอบด้วยกรดปาล์มมิก ร้อยละ 44 และกรดสเตียริก ร้อยละ 5

อุตสาหกรรมผลิตน้ำมันปาล์มดิบมีกระบวนการผลิตที่สามารถสรุปเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

1. การอบนิ่งผลปาล์ม (Fruit Bunch Sterilization) ปาล์มสดจะถูกส่งจากลานเทเข้าสู่หม้ออบ โดยใช้ราง (Rail Track) ทำการอบในหม้ออบนิ่งรับแรงดันด้วยไอน้ำที่ความดัน 3 บาร์ อุณหภูมิ 130 ถึง 150 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 70 ถึง 90 นาที รวมเวลาการอบนิ่ง 2 ชั่วโมงต่อรอบ
2. การนวดแยกทะลายจากผลปาล์ม (Bunch Threshing) ผลปาล์มสดที่นิ่งเสร็จแล้วจะถูกลำเลียงเข้าเครื่องนวดแยกทะลายจากผลปาล์ม โดยทะลายปาล์มเปล่าจะถูกแยกไปใช้ประโยชน์เพื่อเป็นวัสดุเพาะเห็ดหรือนำไปถมดินในสวนปาล์ม ส่วนผลปาล์มจะถูกส่งไปขั้นตอนที่ 3 ต่อไป
3. การกวนผลปาล์ม (Fruit Digestion) ผลปาล์มที่ถูกแยกจากเครื่องนวดแยกจะถูกส่งเข้าหม้อกวนซึ่งมีใบกวนผลปาล์มให้ยุบ ระหว่างการกวนจะเพิ่มความร้อนด้วยไอน้ำอุณหภูมิประมาณ 80 ถึง 90 องศาเซลเซียส และกวนไว้ประมาณ 15 นาทีในหม้อกวน เพื่อช่วยให้ส่วนที่เป็นน้ำมันหรือเนื้อเยื่อของผลปาล์มแยกออกจากส่วนที่เป็นเมล็ดใน (Nut) ง่ายต่อการหีบหรือบีบน้ำมันออกในขั้นตอนต่อไป
4. การหีบหรือบีบน้ำมันจากผลปาล์ม (Pressing) ผลปาล์มจากหม้อกวนจนนิ่มแล้วจะถูกส่งเข้าเครื่องบีบน้ำมัน (Screw Press) น้ำมันปาล์มจะถูกแยกออกจากส่วนที่เป็นของแข็งซึ่งประกอบด้วยเมล็ดและไฟเบอร์ และส่วนของแข็งจะถูกแยกออกจากกันโดยใช้ระบบแยกด้วยลม จากนั้นนำเมล็ดปาล์มแยกเข้าเครื่องกะเทาะให้เมล็ดแตก ได้เมล็ดใน (Kernel) และกะลา (Shell) จากนั้นนำเมล็ดในและกะลาเข้าเครื่องแยกด้วยลมและความถ่วงจำเพาะ (Clay Bath) เพื่อแยกเมล็ดในและกะลาออกจากกัน เส้นใยที่เหลือจากการหีบน้ำมันจะนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำในโรงงาน ส่วนกะลาที่จะนำไปขายเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงต่อไป สำหรับน้ำมันปาล์มดิบที่สกัดหรือบีบออกมาได้จะส่งไปกรองเพื่อแยกสิ่งสกปรกหรือสิ่งเจือปน

5. การกลั่นกรองแยกสิ่งสกปรกหรือสิ่งเจือปนออกจากน้ำมันปาล์ม (Clarification and Centrifugation) ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้

5.1 การกรองน้ำมันดิบ น้ำมันปาล์มดิบที่บีบได้จะผ่านตะแกรงสั่นเพื่อแยกกากเส้นใย และอนุภาคของแข็งขนาดเล็ก เช่น เศษทรายออกจากน้ำมันดิบ

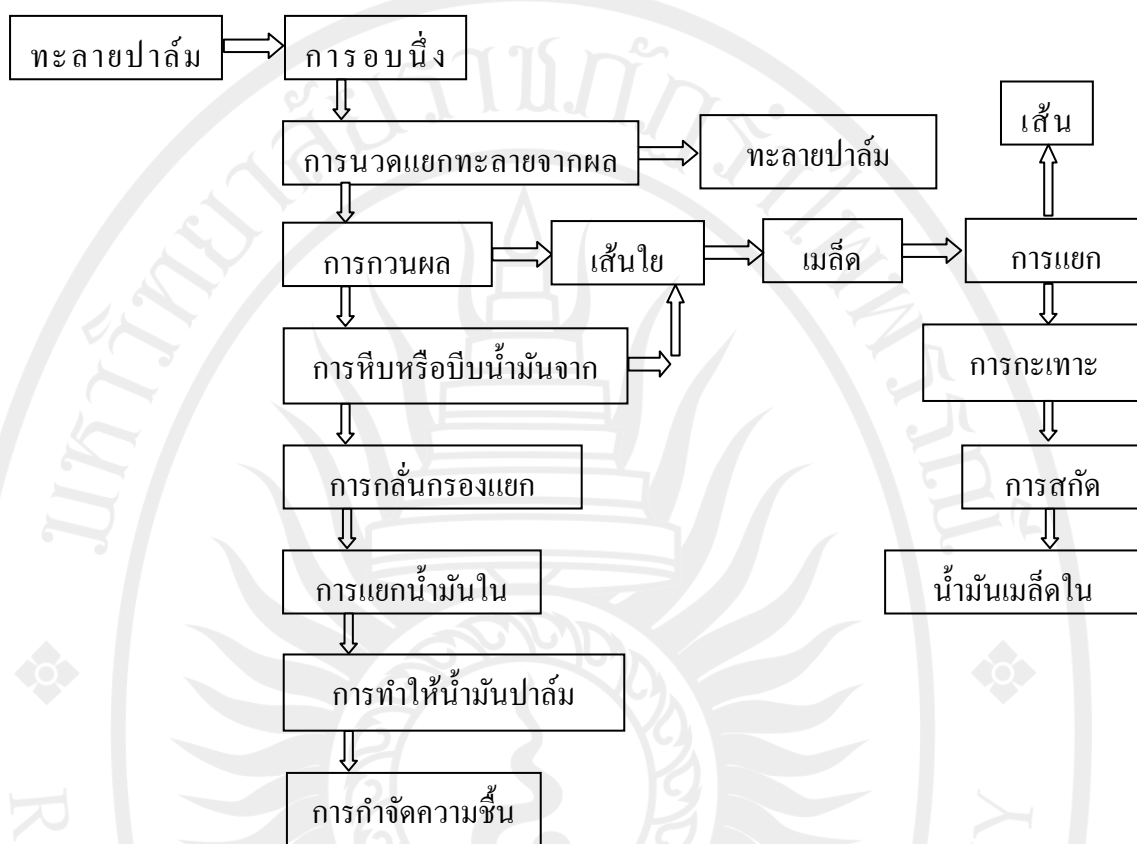
5.2 การแยกน้ำมันในถังจม น้ำมันปาล์มที่ผ่านการแยกเศษทรายจะเข้าไปยังถังตกจม (Setting Tank) เพื่อแยกน้ำมันและส่วนปนเปื้อนออกจากกัน โดยให้ความร้อนด้วยไอน้ำโดยตรง หรืออาจจะให้ความร้อนผ่านท่อปิด การแยกน้ำและน้ำมันออกจากกันอาศัยแรงโน้มถ่วงในการแยก น้ำและอนุภาคของแข็งจะจมอยู่ด้านล่างของถังจนส่วนน้ำมันที่ลอยอยู่ด้านบนของถังจะนำไปผ่าน กรวยดักเก็บเพื่อทำให้บริสุทธิ์ต่อไป เนื่องจากน้ำที่แยกได้จากถังจมยังมีน้ำมันและอนุภาคของแข็ง เจือปนอยู่ (น้ำสลัดจ์) จึงต้องนำไปผ่านเข้าเครื่อง Decanter เพื่อแยกเอาน้ำ น้ำมัน และกากของแข็ง (Decanter Cake) ออกจากกัน น้ำมันที่ได้จากเครื่องแยกดังกล่าว จะนำไปรวมกับน้ำมันอีกครั้งโดยใช้ บ่อซึ่งมีการพ่นไอน้ำผสมลงไปเพื่อเพิ่มอุณหภูมิ ส่งผลให้น้ำมันแยกตัวจากน้ำได้ดี น้ำมันที่ได้จากการแยกนี้จะนำกลับไปรวมกับน้ำมันที่ถังจม ส่วนน้ำที่เหลือจะส่งไปที่ระบบบำบัดน้ำเสีย

5.3 การทำน้ำมันให้บริสุทธิ์ น้ำมันที่ได้จากการแยกโดยใช้ถังจมยังมีความชื้นและ สิ่งเจือปนต่าง ๆ อยู่ จึงต้องนำไปผ่านเข้าเครื่องทำน้ำมันให้บริสุทธิ์ เพื่อเหวี่ยงแยกสิ่งเจือปนออก

5.4 การกำจัดความชื้น น้ำมันปาล์มดิบที่ได้จากการทำน้ำมันให้บริสุทธิ์ยังมีน้ำเจือปน อยู่เล็กน้อย การกำจัดน้ำออกทำได้โดยการระเหยน้ำภายใต้สุญญากาศ (Vacuum) โดยค่าความชื้น และสิ่งสกปรกในน้ำมันปาล์มดิบมีค่ารวมกันไม่เกินร้อยละ 0.5

5.5 การบีบน้ำมันจากเมล็ดในปาล์มดิบ เป็นการนำเมล็ดใน (Kernel) ที่อบแห้งแล้ว ไปทำการบีบเอาน้ำมันเมล็ดในออก โดยตีให้แตกด้วยเครื่องตีเมล็ดใน (Grinder) แล้วนำไปบดด้วย เครื่องบดเมล็ดใน (Roller Crucher) ก่อนนำเข้าเครื่องบีบเมล็ดใน น้ำมันที่ได้จะส่งเข้าถังเพื่อรอ จำหน่าย ซึ่งเรียกว่าน้ำมันปาล์มดิบ

ขั้นตอนทั้งหมดนี้จำเป็นต้องใช้น้ำและพลังงานในการขับเคลื่อนเครื่องจักรค่อนข้างมาก ทำให้เกิดน้ำเสียที่เกิดจากขั้นตอนการนึ่งผลปาล์มและการแยกน้ำออกจากน้ำมัน ซึ่งเป็นน้ำเสียที่มี สิ่งสกปรกอยู่ในรูปของไขมัน น้ำมัน และสารอินทรีย์ปนเปื้อน หากไม่มีการบำบัดความสกปรกใน น้ำเสียเหล่านี้ ก่อนระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ก็จะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำและ สิ่งแวดล้อม รวมทั้งก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นรบกวน (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2551 : 7)



ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนของกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2551 : 8

กระบวนการแยกสกัดน้ำมันจากพืชน้ำมัน

กระบวนการแยกสกัดน้ำมันจากพืชน้ำมัน (Oil Extraction) มีวิธีการแยกได้ 2 วิธีดังนี้

1. การสกัดน้ำมันด้วยการบีบอัด (Pressing) เหมาะสำหรับพืชน้ำมันที่มีปริมาณน้ำมันเป็นองค์ประกอบมากกว่าร้อยละ 25 เช่น เนื้อมะพร้าวแห้ง ผลปาล์มน้ำมัน ถั่วลิสง เมล็ดละหุ่ง โดยการบีบอัดน้ำมันออกจากเมล็ดหรือผลของพืชน้ำมันนั้น ๆ ด้วยเครื่องสกัดแบบเกลียวอัด (Expeller)
2. การสกัดด้วยตัวทำละลาย (Solvent Extraction) เหมาะสำหรับพืชน้ำมันที่มีปริมาณน้ำมันต่ำกว่าร้อยละ 25 เช่น ถั่วเหลือง รำข้าว เมล็ดฝ้าย เมล็ดนุ่น โดยใช้ตัวทำละลาย เช่น เฮกเซน สกัดน้ำมันออกจากเมล็ดพืชน้ำมันนั้น ๆ ด้วยการละลายในเครื่องสกัด (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2550 : 10)

กระบวนการทำให้น้ำมันพืชบริสุทธิ์ (Purification)

น้ำมันพืชแต่ละชนิดที่สกัดจากเมล็ดหรือผลพืชน้ำมัน ยังเป็นน้ำมันพืชดิบที่มีส่วนประกอบของกรดไขมันอิสระ สี กลิ่น และสิ่งเจือปนอื่น ๆ ซึ่งไม่เหมาะที่จะใช้เพื่อการบริโภค รวมทั้งใช้ในการผลิตไบโอดีเซล จำเป็นต้องกำจัดสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ออกหรือทำให้บริสุทธิ์ก่อน จึงสามารถใช้และเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลานานได้ ซึ่งมี 2 วิธี คือ

1. การทำให้บริสุทธิ์โดยวิธีทางเคมีหรือทำปฏิกิริยากับด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ เมื่อทำปฏิกิริยากับกรดไขมันอิสระในปริมาณที่พอเหมาะกับการปริมาณกรดไขมันอิสระที่มีอยู่จะได้เอสเทอร์หรือไบโอดีเซลที่ต้องการ แต่จะต้องล้างสบู่และด่างที่มากเกินไปออกจนน้ำมันมีสภาพเป็นกลาง วิธีนี้จึงมีการสูญเสียน้ำมันสูง และต้องทำการฟอกสีและดูดกลืนตามลำดับ
2. การทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีทางกายภาพ เป็นกรรมวิธีที่นิยมใช้ในปัจจุบันโดยนำน้ำมันมะพร้าวหรือน้ำมันปาล์มดิบจากกระบวนการสกัด เข้าทำการกำจัดยางเหนียวด้วยกรดฟอสฟอริกฟอกสีด้วยผงฟอกสี จากนั้นจึงส่งน้ำมันเข้าสู่กระบวนการกลั่นที่อุณหภูมิสูงและความดันต่ำกว่าบรรยากาศ เพื่อแยกกรดไขมัน กลิ่น และสีออก แล้วกรองอีกครั้งจึงได้น้ำมันบริสุทธิ์ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2550 : 12)

กระบวนการผลิตไบโอดีเซล

กระบวนการผลิตไบโอดีเซล ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. Pre-treatment เป็นการสกัดยางเหนียว สิ่งสกปรกและน้ำออกจากน้ำมันปาล์มดิบ
2. Reaction Step เป็นการทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน โดยการเติมเมทานอลหรือใช้เอทานอลพร้อมทั้งสารเร่งปฏิกิริยา เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ภายใต้อุณหภูมิสูงได้เป็นเมทิลเอสเทอร์หรือเอทิลเอสเทอร์ พร้อมทั้งได้กลีเซอรินในสัดส่วนประมาณร้อยละ 10 ซึ่งจะถูกแยกออกจากไบโอดีเซลหลังจากที่ปล่อยให้เกิดการแยกชั้น
3. Washing เป็นการนำเอาไบโอดีเซลที่ได้จากปฏิกิริยาทรานส์เอสเตอริฟิเคชันไปล้างน้ำเพื่อกำจัดกลีเซอริน และสารปนเปื้อนอื่น ๆ ที่สามารถละลายน้ำได้
4. Methanol Recovery เป็นกระบวนการกลั่น เพื่อดึงเมทานอลที่เหลือจากปฏิกิริยากลับมาใช้ใหม่
5. Drying เป็นการกำจัดน้ำออกจากไบโอดีเซล
6. Glycerin Evaporation Unit เป็นการทำกลีเซอรินให้บริสุทธิ์ที่ร้อยละ 80
7. Glycerin Distillation Unit เป็นการทำกลีเซอรินบริสุทธิ์ที่ร้อยละ 99.7 (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. ม.ป.ป. : 12)

เปรียบเทียบคุณสมบัติของไบโอดีเซลกับน้ำมันดีเซล

ไบโอดีเซลเป็นผลผลิตที่ได้จากน้ำมันพืชที่ผ่านกระบวนการทางเคมีให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล อย่างไรก็ตามเนื่องจากน้ำมันดีเซลและไบโอดีเซล มีองค์ประกอบและโครงสร้างที่แตกต่างกัน ทำให้ไบโอดีเซลยังคงมีคุณสมบัติที่แตกต่างจากน้ำมันดีเซล ซึ่งบางคุณสมบัติเป็นข้อได้เปรียบและบางคุณสมบัติเป็นข้อเสียเปรียบ เมื่อนำไบโอดีเซลมาใช้เป็นเชื้อเพลิง เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล เช่น ไบโอดีเซลมีจุดวาบไฟสูงกว่าน้ำมันดีเซลทำให้มีความปลอดภัย ในการขนส่งมากกว่า เป็นต้น โดยทั่วไปแล้วสามารถเปรียบเทียบคุณสมบัติของไบโอดีเซลกับน้ำมันดีเซลได้ดังนี้

1. ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงสะอาด ไม่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ ทำให้ไอเสียที่ปล่อยออกจากเครื่องยนต์ไม่ก่อให้เกิดภาวะฝนกรด เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ เมื่อถูกเผาไหม้แล้วกำมะถันในน้ำมันดีเซลจะเปลี่ยนรูปเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และกรดซัลฟิวริก หรือกรดกำมะถัน ตามลำดับ เกิดเป็นมลพิษทางอากาศ เมื่อฝนตกจะชะล้างมลพิษเหล่านี้เกิดเป็นฝนกรดได้

2. น้ำมันดีเซลไม่มีออกซิเจนอยู่ในโครงสร้างโมเลกุล และมีองค์ประกอบของสาร Aromatic Compound ร้อยละ 20 ถึง 40 ขณะที่ไบโอดีเซลไม่มีสารประกอบประเภท Aromatic Compound แต่มีออกซิเจนอยู่ในโครงสร้างโมเลกุล ร้อยละ 10 ถึง 12 ทำให้เมื่อใช้ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ไอเสียที่เกิดขึ้นมีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและมีความต่ำกว่าการใช้้ำมันดีเซล

3. ไบโอดีเซลมีจุดวาบไฟสูงกว่าน้ำมันดีเซล จึงมีค่าการจุดระเบิดในเครื่องยนต์ต่ำกว่าน้ำมันดีเซล

4. น้ำมันดีเซลไม่มีพันธะคู่ในโครงสร้างโมเลกุล แต่ไบโอดีเซลมีพันธะคู่ในน้ำมันพืช ซึ่งมีปริมาณที่แตกต่างกันตามชนิดของน้ำมันพืช ทำให้ไบโอดีเซลไม่เสถียรตัวเกิดออกซิเดชันได้เร็วกว่าน้ำมันดีเซล และมีระยะเวลาเก็บรักษาหลังการผลิตสั้นกว่าน้ำมันดีเซล

5. ไบโอดีเซลมีคุณสมบัติในการหล่อลื่นเครื่องยนต์ดีกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้ช่วยลดการสึกหรอของเครื่องยนต์ได้ดี ไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชต่างชนิดกันจะมีคุณสมบัติแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันพืชเป็นสารประกอบไตรกลีเซอไรด์ที่มีกรดไขมันอยู่ในโครงสร้างของไตรกลีเซอไรด์ ร้อยละ 94 ถึง 96 ของน้ำหนักโมเลกุล ทำให้น้ำมันมีคุณสมบัติทั้งทางเคมี และกายภาพเป็นไปตามกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบอยู่ ดังนั้นเมื่อนำน้ำมันพืชชนิดนั้น ๆ มาเป็นวัตถุดิบตั้งต้น ในการผลิตไบโอดีเซล จะได้ไบโอดีเซลที่มีคุณสมบัติตามกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบนั้น ๆ ด้วย (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2550 : 14)

การใช้ไบโอดีเซลในเครื่องยนต์

การใช้ไบโอดีเซลเป็นผลดีต่อเครื่องยนต์ดีเซล และยืดอายุการใช้งานของเครื่องยนต์ เพราะไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณสมบัติในการหล่อลื่นดีกว่าเชื้อเพลิงดีเซล สามารถใช้แทนเชื้อเพลิงดีเซลได้ร้อยละ 100 โดยไม่มีความเปลี่ยนแปลงในด้านกำลังเครื่องยนต์ ความสามารถในการติดเครื่องยนต์และกำลังการหมุนของเครื่อง ไบโอดีเซลให้พลังงานจากค่าซีเทนที่สูงกว่าเชื้อเพลิงดีเซล (ค่าซีเทน 53 หรือมากกว่าเทียบกับค่าซีเทน 47 สำหรับดีเซลเครื่องยนต์หมุนเร็ว) มีความหนืดใกล้เคียงกับเชื้อเพลิงดีเซล มีความคงตัวที่ดี มีค่าจุดวาบไฟสูงกว่าเชื้อเพลิงดีเซลมาก (167 องศาเซลเซียส เทียบกับ มากกว่า 52 องศาเซลเซียส) จึงมีความปลอดภัยในการขนส่งและเก็บรักษา ไบโอดีเซลมีคุณสมบัติในการหล่อลื่นเป็นเยี่ยม ถนอมรักษาเครื่องยนต์ ลดการเสียดสีของโลหะในเครื่องยนต์ได้ดีกว่าการใช้เชื้อเพลิงดีเซล รายงานจากประเทศมาเลเซียกล่าวว่า การใช้ไบโอดีเซลแม้เพียงร้อยละ 5 ก็ลดการเสียดสีระหว่างโลหะในระบบได้อย่างมีนัยสำคัญ การใช้ไบโอดีเซลหล่อลื่นเครื่องยนต์สามารถแทนที่หัวเชื้อผสมเชื้อเพลิงดีเซลได้ โดยสามารถผลิตได้เองในประเทศ ไบโอดีเซลใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลได้ทุกชนิดทั้งรอบหมุนเร็วและหมุนช้า เมื่อใช้งานในประเทศไทย (อุณหภูมิกลางวัน 15 ถึง 40 องศาเซลเซียส จะใช้ในอัตราส่วนเท่าใดก็ได้โดยไม่ต้องทำการดัดแปลงชิ้นส่วนเครื่องยนต์แต่อย่างใด (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2551 : 15)

คุณภาพของไบโอดีเซลที่มีผลต่อเครื่องยนต์

1. ปริมาณเมทิลเอสเทอร์ (Methyl Ester) แสดงถึงความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซลและการเกิดปฏิกิริยาการผลิตไบโอดีเซลที่สมบูรณ์ มาตรฐานกำหนดไว้ให้มีปริมาณมากกว่าร้อยละ 96.5 โดยน้ำหนัก เมื่อปริมาณเอสเทิร์น้อยกว่าที่กำหนดชี้บ่งถึงยังมีโมโนกลีเซอไรด์ ไดกลีเซอไรด์ หรือไตรกลีเซอไรด์ อยู่ในไบโอดีเซลในปริมาณสูงกว่าที่กำหนดส่งผลให้ความหนืดของไบโอดีเซลมีค่าสูง และเกี่ยวเนื่องกับการอุดตันในหัวฉีดหรือกระบอกสูบของเครื่องยนต์

2. ความหนาแน่น ณ อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส (Density at 15°C) เป็นตัวแปรที่สำคัญในการออกแบบระบบหัวฉีดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ค่าความหนาแน่นเป็นตัวบ่งบอกถึงปริมาณของพลังงานเชื้อเพลิง เมื่อค่าความหนาแน่นมีค่ามากก็จะให้พลังงานความร้อนมากขึ้นตามไปด้วย เมื่อเทียบกับปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงในปริมาณเดียวกัน ความหนาแน่นของไบโอดีเซลจากวัตถุดิบน้ำมันพืช แต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ปริมาณเมทานอลที่ตกค้างในไบโอดีเซลยังเป็นสาเหตุให้ความหนาแน่นมีค่าต่ำอีกด้วย

3. ความหนืด ณ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (Viscosity at 40°C) เกี่ยวข้องกับการไหล การฉีดเป็นฝอยของหัวฉีดในห้องเผาไหม้ การฉีดเป็นฝอยขนาดเล็กจะทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์

ความหนืดของไบโอดีเซลที่ผลิตได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันพืชที่เป็นวัตถุดิบ ความหนืดยังเป็นดัชนีแสดงการเสื่อมสภาพของไบโอดีเซล เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันอีกทางหนึ่ง

4. จุดวาบไฟ (Flash point) เป็นค่าอุณหภูมิต่ำสุดเมื่อเปลวไฟผ่านเหนือไอของน้ำมันแล้วทำให้น้ำมันติดไฟ มาตรฐานกำหนดให้มีค่าจุดวาบไฟมากกว่า 120 องศาเซลเซียส ปริมาณเมทานอลที่หลงเหลือในไบโอดีเซลในปริมาณมากกว่าร้อยละ 0.2 ส่งผลให้จุดวาบไฟมีค่าต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส ซึ่งมีผลต่อการขนส่งเคลื่อนย้ายและการจัดเก็บไบโอดีเซล

5. กำมะถัน (Sulphur) ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงที่มีปริมาณกำมะถันต่ำ เนื่องจากน้ำมันพืชที่ใช้ในการผลิตมักมีองค์ประกอบของกำมะถันต่ำกว่า 15 ppm องค์ประกอบกำมะถันในน้ำมันเมื่อถูกเผาไหม้จะเปลี่ยนเป็นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งถูกปล่อยออกมาพร้อมไอเสียเครื่องยนต์ และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

6. กากถ่านร้อยละ 10 ของกากที่เหลือจากการกลั่น (Capon Residue, on 10 % Distillation Residue) ปริมาณกากถ่านมีความสัมพันธ์กับปริมาณกลีเซอไรด์ กรดไขมันอิสระ สบู่ ตัวเร่งปฏิกิริยาตกค้างในไบโอดีเซล โดยหากมีปริมาณกากถ่านสูงกว่าข้อกำหนด แสดงว่ายังคงมีสารที่กล่าวข้างต้นหลงเหลืออยู่ในไบโอดีเซล และแสดงถึงปริมาณของกากถ่านที่เหลืออยู่หลังจากการเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ กากถ่านมีผลต่อการอุดตันในหัวฉีดหรือที่ลูกสูบทำให้กำลังของเครื่องยนต์ลดลง เครื่องยนต์สกปรกและต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องบ่อยครั้ง

7. เถ้าซัลเฟต (Sulfated Ash) เกิดจากการเผาไหม้ของสารปนเปื้อนตกค้างในไบโอดีเซล เช่น สบู่และตัวเร่งปฏิกิริยา ปริมาณเถ้าซัลเฟตมีผลต่อการอุดตันในเครื่องยนต์

8. น้ำ (Water) ปริมาณน้ำในน้ำมันทำให้การเผาไหม้ไม่ดี นอกจากนั้น น้ำในไบโอดีเซลยังเป็นสาเหตุให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลติกระหว่างน้ำกับเอสเทอร์ เกิดเป็นกรดไขมันอิสระ ซึ่งส่งผลต่อการกัดกร่อนในเครื่องยนต์ และเป็นตัวเร่งให้เกิดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในถังเก็บน้ำมัน ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้หัวฉีดอุดตัน

9. สิ่งปนเปื้อนทั้งหมด (Total Contaminate) สารปนเปื้อนในไบโอดีเซล ส่วนใหญ่เป็นผลมาจากกระบวนการทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน และปฏิกิริยาข้างเคียง เช่น ปฏิกิริยาการเกิดสบู่ของกรดไขมันอิสระ และตัวเร่งปฏิกิริยาเบส ตัวเร่งปฏิกิริยาและสารที่ไม่สะปอนิฟาย ได้แก่ ไขมันที่ไม่อยู่ในรูปของกลีเซอไรด์ กรดไขมันอิสระ Fatty Alcohol สารประกอบไฮโดรคาร์บอน แอลกอฮอล์อย่างแข็ง Triterpene Alcohol สารประกอบแคโรทีน วิตามิน และอื่น ๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัตถุดิบน้ำมันพืชเริ่มต้น โดยทั่วไปสิ่งปนเปื้อนทั้งหมดจะถูกกำจัดออกจากไบโอดีเซล ในขั้นตอนการล้างน้ำ สิ่งปนเปื้อนในไบโอดีเซลมีผลเสียต่อเครื่องยนต์หลายด้าน เช่น คุณสมบัติด้านความเสถียรของไบโอดีเซลระหว่างการเก็บรักษา เนื่องจากสารประกอบของสารที่ไม่สะปอนิฟายเปลี่ยนสภาพกลายเป็นสารที่มีผลในการลดคุณสมบัติด้านความเสถียรของไบโอดีเซล

10. การกัดกร่อนแผ่นทองแดง (Corrosion Strip Copper) แสดงการกัดกร่อนของน้ำมันต่อโลหะที่ใช้เป็นชิ้นส่วนในเครื่องยนต์ดีเซล เนื่องจากปริมาณกรด เช่น กรดไขมันอิสระ และสารประกอบซัลเฟอร์ในน้ำมัน ซึ่งค่าการกัดกร่อนนี้มีผลต่อการทำงานของเครื่องยนต์

11. เสถียรภาพการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ณ อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส (Oxidation Stability at 110° C) การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน เนื่องจากการเกิดสารประเภทเพอร์ออกไซด์ (Peroxide Linkage) ขึ้นระหว่างพันธะคู่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่อยู่ในโครงสร้างของไบโอดีเซล ปฏิกิริยาดังกล่าวเกิดเมื่อน้ำมันสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศโดยที่ความร้อนและแสงแดดมีผลช่วยเร่งปฏิกิริยา ในขณะที่โลหะ เช่น ทองแดงและตะกั่ว ก็เป็นตัวเร่งให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น ผลของปฏิกิริยาทำให้เกิดสารพอลิเมอร์ (Oxidation Polymerization) และของแข็งที่ไม่ละลายในไบโอดีเซล เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันนอกจากจะขึ้นกับประเภทและคุณสมบัติของน้ำมันพืชที่เป็นวัตถุดิบแล้ว ยังขึ้นกับกระบวนการผลิตอีกด้วย โดยกระบวนการผลิตที่มีการให้ความร้อนสูงแก่ไบโอดีเซลเป็นระยะเวลานาน อาจส่งผลให้เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนดให้มีค่าสูงกว่า 6 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส

12. ค่าของกรด (Acid Value) แสดงความเป็นกรดในไบโอดีเซล เป็นผลมาจากปริมาณกรดไขมันอิสระในวัตถุดิบน้ำมันพืชและปริมาณกรดที่ใช้ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล ซึ่งมีผลต่อการกัดกร่อนในเครื่องยนต์ ทำให้อายุการใช้งานของปั๊มและไส้กรองน้ำมันลดลง นอกจากนี้ยังแสดงถึงการเสื่อมสภาพของน้ำมันเนื่องจากเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลติกจากปริมาณน้ำที่ปนอยู่ในน้ำมัน และผลของสภาวะในการจัดเก็บ

13. ค่าไอโอดีน (Iodine Value) แสดงพันธะคู่ในน้ำมัน ซึ่งเป็นคุณสมบัติเฉพาะของน้ำมันพืช ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล ค่าไอโอดีนต่ำแสดงถึงการมีสัดส่วนกรดไขมันอิ่มตัวในโครงสร้างไบโอดีเซลสูง ทำให้ไม่มีแนวโน้มในการเกิดออกซิเดชัน นอกจากนี้ค่าไอโอดีนยังมีความสัมพันธ์กับจุดขุ่น ซึ่งแสดงถึงอุณหภูมิที่น้ำมันเริ่มเกิดไขหรือจับตัวเป็นก้อนแข็ง ไบโอดีเซลที่มีค่าไอโอดีนต่ำจะมีจุดขุ่นสูง ซึ่งมีผลต่อการใช้งานสภาพอากาศเย็น ไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบมีค่าไอโอดีน 50 ถึง 55 โดยประกาศกรมธุรกิจพลังงานกำหนดให้ค่าไอโอดีนต้องไม่สูงกว่า 120 กรัมไอโอดีนต่อ 100 กรัม

14. กรดลิโนเลนิกเมทิลเอสเทอร์ (Linolenic Acid Methyl Ester) แสดงถึงพันธะคู่หรือความไม่อิ่มตัวของไบโอดีเซล ซึ่งมีแนวโน้มทำให้เกิดพอลิเมอร์ในเครื่องยนต์ ทำให้เกิดการอุดตันและการเสื่อมสภาพของน้ำมันเครื่อง ปริมาณกรดลิโนเลนิกเมทิลเอสเทอร์ ขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันพืชที่เลือกมาใช้เป็นวัตถุดิบ

15. เมทานอล (Methanol) เป็นสารตั้งต้นจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล ซึ่งจำเป็นต้องกำจัดออกให้หมดก่อนนำไปใช้ งาน จุดวาบไฟขั้นต่ำของไบโอดีเซล คือ 130 องศาเซลเซียส ถ้าไบโอดีเซลยังมีเมทานอลปะปนอยู่จะทำให้ไบโอดีเซลมีจุดวาบไฟต่ำลงด้วย ซึ่งมีผลต่อความปลอดภัยในการเก็บรักษาการขนส่ง และการนำมาใช้ในเครื่องยนต์ เมทานอลมีค่าความเข้มข้นมากกว่าร้อยละ 5 จะมีผลกระทบต่อค่าซีเทนและความหล่อลื่นของน้ำมัน

16. ปริมาณโมโนกลีเซอไรด์ (Monoglyceride) ไดกลีเซอไรด์ (Diglyceride) และไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) แสดงถึงความสมบูรณ์ของปฏิกิริยาในการผลิตไบโอดีเซล ปริมาณโมโนกลีเซอไรด์ ไดกลีเซอไรด์ และไตรกลีเซอไรด์ ที่เหลือจากการเกิดปฏิกิริยาทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน ที่ไม่สมบูรณ์ส่งผลให้เกิดการอุดตันบริเวณหัวฉีดกระบอกสูบและวาล์วภายในเครื่องยนต์

17. กลีเซอรินอิสระ (Free Glycerin) คือ ปริมาณกลีเซอรินที่ตกค้างในไบโอดีเซล ซึ่งมีสาเหตุจากการแยกกลีเซอรินไม่สมบูรณ์ ทำให้มีปัญหาการแยกชั้นของกลีเซอรินในการจัดเก็บไบโอดีเซล รวมถึงการสะสมที่บริเวณด้านล่างของถังน้ำมันและมีผลต่อการอุดตันที่หัวฉีดและระบบลำเลียงน้ำมัน

18. กลีเซอรินทั้งหมด (Total Glycerin) คือ ปริมาณของกลีเซอรินอิสระและปริมาณของกลีเซอรินในโมเลกุล โมโนกลีเซอไรด์ ไดกลีเซอไรด์ และไตรกลีเซอไรด์ ที่เจือปนในองค์ประกอบไบโอดีเซล ซึ่งเป็นผลจากการเกิดปฏิกิริยาทรานส์เอสเตอริฟิเคชันไม่สมบูรณ์ มีผลก่อให้เกิดการอุดตันที่บริเวณหัวฉีดและไส้กรอง และปัญหาการใช้งานในสภาพอากาศเย็น

19. โลหะกลุ่ม 1 (โซเดียมและโพแทสเซียม) โลหะกลุ่ม 2 (แคลเซียมและแมกนีเซียม) เป็นการวัดปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาเบส สบู่ และโลหะหนัก จากน้ำที่ใช้ในขั้นตอนการล้างไบโอดีเซล ที่หลงเหลือในผลิตภัณฑ์ไบโอดีเซล แคลเซียมยังมีคุณสมบัติเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ดีสำหรับกระบวนการพอลิเมอไรซ์ของเอสเทอร์อีกด้วย ข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลตามประกาศกรมธุรกิจพลังงานกำหนดให้ปริมาณโลหะกลุ่ม 1 และโลหะกลุ่ม 2 ไม่สูงกว่าอย่างละ 5.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

20. ฟอสฟอรัส (Phosphorus) เป็นสารปนเปื้อนในวัตถุดิบน้ำมันพืชตั้งแต่เริ่มต้น หากไม่ทำการกำจัดออกจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล จะทำให้ไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีฟอสฟอรัสปะปนอยู่ด้วยซึ่งจะทำความเสียหายให้กับอุปกรณ์กระตะไลดักสก๊อนเวเตอร์ (Catalytic Converter) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการแพร่มลพิษ ตามมาตรฐานข้อบังคับของการแพร่มลพิษ

21. จุดขุ่น (Cloud Point) หมายถึงอุณหภูมิที่เริ่มปรากฏให้เห็นความขุ่นจากการตกผลึกเป็นไขในน้ำมันเชื้อเพลิง โดยการทำให้อุณหภูมิเย็นลงภายใต้การควบคุมอุณหภูมิ หากน้ำมันมีจุดขุ่นมัวหรือจุดหมอกสูงเกินไป จะทำให้เกิดการตกผลึกได้ง่าย มีไขก่อตัวอยู่ตามจุดต่าง ๆ ของท่อ ทำให้การฉีดพ่นน้ำมันให้เป็นฝอยได้ยากในห้องเครื่องยนต์และเกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์

22. จุดไหลเท (Pour Point) หมายถึงอุณหภูมิที่น้ำมันเป็นของเหลวพอที่จะไหลได้ เมื่อได้รับความเย็นในเครื่องมือการหาจุดไหลเท ซึ่งเป็นการบ่งบอกถึงความสามารถในการไหลของน้ำมันภายในท่อน้ำมันของรถยนต์ได้ที่อุณหภูมิต่ำ ๆ น้ำมันเชื้อเพลิงไม่ควรมีจุดไหลเทสูงเนื่องจากในสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมในประเทศเขตหนาว จะทำให้น้ำมันหนืด จนไม่สามารถไหลผ่านท่อต่าง ๆ ได้ จนส่งผลให้เครื่องยนต์สตาร์ทไม่ติด อย่างไรก็ตามจุดไหลเทของไบโอดีเซลขึ้นกับความอืดตัวของน้ำมัน โดยที่น้ำมันที่มีความอืดตัวสูงจะมีจุดไหลเทสูงเช่นกัน

23. ใส้กรองเกิดการอุดตัน (Cold Filter Plugging Point) จุดอุดตันใส้กรองที่อุณหภูมิต่ำ และการทดสอบการไหลที่อุณหภูมิต่ำ ทั้งสองพารามิเตอร์นี้ เป็นการอธิบายถึงสภาพการกรอง (Filterability) ของน้ำมันเชื้อเพลิงที่อุณหภูมิต่ำ โดยกำหนดอุณหภูมิสูงสุดที่เชื้อเพลิงส่วนหนึ่งไม่ผ่านเครื่องกรองมาตรฐานภายในเวลาที่กำหนด เมื่อถูกทำให้เย็นภายใต้สภาวะมาตรฐาน แสดงให้เห็นว่า CFPP มีความสัมพันธ์กับจุดขุ่น

24. ค่าซีเทน (Cetane Number) เป็นค่าดัชนีชี้บ่งถึงคุณสมบัติในการจุดติดไฟ (Ignition Quality) ของน้ำมัน โดยน้ำมันดีเซลที่มีค่าซีเทนสูง จะมีระยะเวลาในการจุดติดไฟสั้น ซึ่งจะช่วยให้เครื่องยนต์สตาร์ทติดง่ายแม้ในสภาวะที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้เครื่องยนต์ร้อนได้เร็วขึ้นโดยไม่เกิดการสะดุด ไม่เกิดควันขาว คราบยางเหนียว (Varnish) และคราบเขม่าในเครื่องยนต์ แต่หากน้ำมันมีค่าซีเทนสูงเกินไป อาจทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์และทำให้เกิดควันที่ท่อไอเสีย

25. ปริมาณน้ำและตะกอน (Water and Sediment) หมายถึงปริมาณน้ำและอนุภาคของตะกอนหรือของแข็งในเกณฑ์ที่ต่ำที่สุดที่สามารถยอมรับได้ โดยปกติตามมาตรฐานสากลของไบโอดีเซลจะมีค่าเท่ากับน้ำมันดีเซล หากในน้ำมันมีปริมาณน้ำและตะกอนเจือปนอยู่สูง จะทำให้เกิดตะกอนในเครื่องยนต์ ซึ่งการเกิดตะกอนดังกล่าวจะขัดขวางการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิง จากถังเก็บไปยังห้องเผาไหม้ และอาจทำให้เกิดการสึกกร่อนของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในเครื่องยนต์ทำให้อายุการใช้งานของเครื่องยนต์สั้นลง (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2550 : 25)

กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน)

กรมธุรกิจพลังงาน ได้กำหนดชนิดของไบโอดีเซลและชนิดของเครื่องยนต์ที่ราชการอนุญาตให้ใช้กับไบโอดีเซล B100 โดยประกาศไว้ในราชกิจจานุเบกษาตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) เล่ม 123 ตอนพิเศษ 79 ง. ประกาศ ณ วันที่ 30 มิถุนายน พ.ศ. 2549 โดยวัตถุประสงค์ของประกาศดังกล่าว เพื่อเป็นการส่งเสริมและสนับสนุนให้ชุมชนได้มีการผลิตและการใช้ไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร ทั้งนี้เครื่องยนต์การเกษตรให้เป็นไปตามนิยามข้อ 3 ในประกาศคือ “เครื่องยนต์การเกษตร”

หมายความว่าเครื่องยนต์สูบเดี่ยว 4 จังหวะสูบนอนระบายความร้อนด้วยน้ำ โดยกำหนดลักษณะ และคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตรไว้ดังนี้ (กรมธุรกิจพลังงาน. ประกาศ. 2549)

1. ความหนาแน่น ณ อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)
(Density at 15 °C, kg/m³) = 860 - 900
2. ความหนืด ณ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (เซนติสโตกส์ (มม.²/วินาที))
(Viscosity at 40 °C, cSt) = 1.9 - 8.0
3. จุดวาบไฟ (องศาเซลเซียส)
(Flash Point, °C) = > 120
4. กำมะถัน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
(Sulphur, %wt.) = < 0.0015
5. ค่าซีเทน (Cetane Number) = > 47.0
6. เถ้าซัลเฟต (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
(Sulphated Ash, %wt.) = < 0.02
7. น้ำและตะกอน (ร้อยละโดยปริมาตร)
(Water and Sediment, %vol.) = < 0.2
8. การกัดกร่อนแผ่นทองแดง (Copper Strip Corrosion) = < NO.3
9. ค่าความเป็นกรด (มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์/กรัม)
(Acid Number, mg KOH/g) = < 0.80
10. กลีเซอรินอิสระ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
(Free Glycerin, %wt.) = < 0.02
11. กลีเซอรินทั้งหมด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
(Total Glycerin, %wt.) = < 1.5

การตรวจวัดสมรรถนะและการปล่อยมลพิษของรถยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซล

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2551 : ออนไลน์) ได้ว่าจ้างที่ปรึกษา 2 หน่วยงาน คือ กรมอุทกหารเรือ และกรมควบคุมมลพิษ เพื่อทดสอบสมรรถนะและการปล่อยมลพิษ ของรถยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซล โดยทำการทดสอบการใช้ไบโอดีเซลในสัดส่วนที่แตกต่างกัน คือ B2 B5 B20 B40 B50 และ B100 ผลการทดสอบ ดังนี้

1. สมรรถนะเครื่องยนต์

ผลการทดสอบรถยนต์ของกรมอุทหาเรื่อ พบว่า รถยนต์ที่ใช้ B100 เครื่องยนต์จะมีกำลังมากที่สุดทุกความเร็วรอบ รองลงมา คือ รถยนต์ที่ใช้ B40 B20 และ B5 ตามลำดับ ส่วนน้ำมันดีเซลทำให้เครื่องยนต์มีกำลังน้อยที่สุด กล่าวคือ เมื่อใช้น้ำมันที่มีส่วนผสมของไบโอดีเซลในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นจะทำให้เครื่องยนต์มีกำลังสูงขึ้น ซึ่งผลการทดสอบดังกล่าวมีความขัดแย้งกับผลการทดสอบของกรมควบคุมมลพิษ โดยผลการทดสอบของกรมควบคุมมลพิษ ระบุว่า หากใช้น้ำมันที่มีส่วนผสมของไบโอดีเซล จะทำให้เครื่องยนต์มีกำลังลดลง โดยน้ำมันที่มีส่วนผสมของไบโอดีเซลมากขึ้น ยิ่งทำให้เครื่องยนต์มีกำลังลดลง

2. อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

ผลการทดสอบรถยนต์ของกรมอุทหาเรื่อ พบว่า รถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันดีเซลที่มีส่วนผสมของไบโอดีเซลมีอัตราการสิ้นเปลืองไม่แตกต่างกัน ประมาณ 12 ลิตรต่อกิโลเมตร ขณะที่ผลการทดสอบของกรมควบคุมมลพิษ พบว่า น้ำมันดีเซลที่มีส่วนผสมของไบโอดีเซลมีอัตราการสิ้นเปลืองน้อยกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้รถยนต์สามารถวิ่งได้ในระยะทางที่เพิ่มขึ้น

3. การปล่อยมลพิษควันดำ

ผลการทดสอบรถยนต์ของกรมอุทหาเรื่อ พบว่า รถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลที่มีส่วนผสมของไบโอดีเซลมีค่าของควันดำน้อยกว่ารถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล โดยรถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น ยิ่งทำให้ค่าควันดำลดลง กล่าวคือ ควันดำของรถยนต์ที่ใช้ B100 มีค่าต่ำที่สุด สอดคล้องกับผลการทดสอบของกรมควบคุมมลพิษ

4. ก๊าซจากท่อไอเสีย (THC CO และ CO₂)

ผลการทดสอบรถยนต์ของกรมอุทหาเรื่อพบว่ารถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลที่มีส่วนผสมของไบโอดีเซลมีปริมาณการปล่อยก๊าซส่วนที่เป็นก๊าซพิษ คือ CO และ TCH น้อยมาก และต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กรมควบคุมมลพิษกำหนด ส่วนก๊าซที่ไม่ใช่ก๊าซพิษ คือ CO₂ มีปริมาณการปล่อยก๊าซสูงกว่าน้ำมันดีเซลเล็กน้อย สอดคล้องกับผลการทดสอบของกรมควบคุมมลพิษ

การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

เศรษฐศาสตร์วิศวกรรมเป็นการวิเคราะห์เพื่อให้เกิดการประหยัดทรัพยากรโดยเน้นความคุ้มค่าและก่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด แต่เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดเป็นการประเมินต้นทุนเทียบกับผลตอบแทนที่ได้รับจากการลงทุน ประกอบไปด้วย

1. ค่าใช้จ่ายเริ่มต้น (First cost) คือต้นทุนเริ่มแรกเป็นค่าใช้จ่ายสำหรับลงทุนเริ่มต้น เช่น เครื่องจักร ที่ดิน เป็นต้น

2. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (Operating cost) ต้นทุนในการดำเนินการ คือค่าใช้จ่ายที่ต้องเตรียมไว้เพื่อดำเนินการกับทรัพย์สินที่ต้องลงทุนไปเพื่อให้เกิดผลการผลิตแบ่งเป็น

2.1 ค่าใช้จ่ายคงที่ (Fixed cost) คือค่าใช้จ่ายที่คงที่ไม่แปรไปตามปริมาณการผลิต เช่น ค่าเสื่อมราคาค่าเสียโอกาสของทุนในเครื่องจักร

2.2 ค่าใช้จ่ายผันแปร (Variable cost) คือค่าใช้จ่ายที่แปรไปตามปริมาณการผลิต เช่น ค่าไฟฟ้าค่าใช้จ่ายเหล่านี้จะแปรเปลี่ยนตามการผลิต

ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการผลิตหาได้จาก

$$AC = FC + VC$$

เมื่อ

AC = ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตต่อปี (บาท/ปี)

FC = ค่าเสื่อมราคาของเครื่องจักร (D) + ค่าเสียโอกาสในการลงทุน (R)

VC = ค่าแรงงาน (W) + ค่าไฟฟ้า (E) + ค่าเชื้อเพลิง + ค่าบำรุงรักษา (M) + ต้นทุนอื่นๆ

ค่าเสื่อมราคา (คิดวิธีเส้นตรง)

$$D = (P - S) / L$$

ค่าเสียโอกาสในการลงทุน

$$R = (P + S) / 2 \times i$$

จากสมการเมื่อ

P = ราคาซื้อหรือสร้างเครื่องจักร (บาท)

L = อายุการใช้งานเครื่องจักร (สัปดาห์หรือน้อย) = 10 ปี

S = ราคาเครื่องจักรเมื่อครบ 10 ปี = $0.1P$ (บาท)

D = ค่าเสื่อมราคาต่อปี (บาท/ปี)

R = ค่าเสียโอกาสในการลงทุนต่อปี (บาท/ปี)

i = อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 8 ต่อปี (ธนาคารกรุงเทพ. ออนไลน์. 2555)

ต้นทุนค่าเสียโอกาส (Opportunity Cost) คือมูลค่าของผลตอบแทนจากกิจกรรมที่สูญเสียโอกาสไปในการเลือกทำกิจกรรมอย่างหนึ่ง ต้นทุนค่าเสียโอกาสเป็นต้นทุนที่ถูกอ้างถึงในวิชาเศรษฐศาสตร์เพราะมันบ่งบอกถึงการเลือกตัวเลือกที่เป็นที่ต้องการทั้งหมดแต่ไม่สามารถเลือกพร้อมกันได้และเป็นแนวคิดที่สำคัญในการที่จะใช้ทรัพยากรที่มีจำกัดให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

ต้นทุนค่าเสียโอกาสไม่ได้หมายถึงมูลค่ารวมแต่หมายถึงเฉพาะมูลค่าที่ให้ผลตอบแทนดีที่สุดในการบรรดาตัวเลือกอื่นที่เสียโอกาสไปเท่านั้น

การคำนึงถึงต้นทุนค่าเสียโอกาสเป็นความแตกต่างที่สำคัญที่สุดของต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์และต้นทุนทางบัญชี ต้นทุนค่าเสียโอกาสนับว่าเป็นต้นทุนที่แท้จริงในการทำกิจกรรมใด ๆ ก็ตาม เพราะมันทำให้เห็นถึงโอกาสซึ่งเป็นต้นทุนที่ถูกซ่อนอยู่ อย่างไรก็ตามการคำนวณหาต้นทุนค่าเสียโอกาสนั้น ส่วนใหญ่ทำได้ยากเป็นการคำนวณคาดคะเนเหตุการณ์ที่ไม่ได้เกิดขึ้นจริง

จุดคุ้มทุน (Break Even Point : BEP) ในการหาจุดคุ้มทุนในครั้งนี้ใช้สมการดังต่อไปนี้

$$BEPs = FC / (SUu - VCu)$$

เมื่อ

$$BEPs = \text{จุดคุ้มทุน (หน่วย)}$$

$$FC = \text{ค่าใช้จ่ายคงที่ (บาท)}$$

$$SUu = \text{ราคาขายต่อหน่วย (บาท/หน่วย)}$$

$$VCu = \text{ค่าใช้จ่ายแปรผันต่อหน่วย (บาท/หน่วย)}$$

ระยะเวลาในการคืนทุน ใช้สมการดังต่อไปนี้

$$PBP = MC / P \text{ เมื่อ}$$

$$PBP = \text{ระยะเวลาในการคืนทุน (ปี)}$$

$$MC = \text{ราคาซื้อหรือสร้างเครื่องจักร (บาท)}$$

$$P = \text{กำไร (บาท/ปี)}$$

ในการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์วิศวกรรมมีการตั้งสมมุติฐานของการลงทุนดังนี้

1. ราคาผลิตภัณฑ์คงที่ เพราะฉะนั้น รายได้จากการวิเคราะห์จะเป็นเส้นตรง
2. ผลิตภัณฑ์สามารถขายได้หมดไม่ว่าจะผลิตเท่าไร
3. อัตราดอกเบี้ยคงที่
4. ต้นทุนคงที่และต้นทุนแปรผันแยกออกจากกันได้ชัดเจน
5. การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจไม่มีผลต่อราคาผลิตภัณฑ์
6. นโยบายระดับบริหาร วิทยาการ และประสิทธิภาพของการดำเนินงานไม่เปลี่ยนแปลง

(วันชัย วิจิรวนิช และชอุ่ม พลอยมีค่า. 2538 : 22)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับในประเทศไทยได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซล มาอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ปี 2545 ซึ่งได้แก่

โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา (2551) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการผลิตไบโอดีเซล โดยเริ่มจากการที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงมีพระราชดำริให้นำน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์มาทดลองใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลในปี พ.ศ. 2543 โดยทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เป็นผู้เริ่มดำเนินการสร้างโรงงานขนาดเล็กสำหรับผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ จึงได้มีการศึกษาทดลองนำน้ำมันพืชมาใช้เป็นเชื้อเพลิง โดยเริ่มศึกษาจากปาล์มน้ำมันพบว่าสามารถนำน้ำมันพืชมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้แต่ต้องกำจัดยางเหนียว (Gum) ในน้ำมันพืชออกก่อน ต่อมาในปี 2547 เริ่มทำการศึกษาเกี่ยวกับการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว โดยกรมอุทกหารเรือกองทัพเรือร่วมกับบริษัทราชาไบโอดีเซลจำกัด ดำเนินการด้านอุปกรณ์การผลิตและงานทดลองวิจัยเบื้องต้น ต่อมาในปี พ.ศ. 2548 บริษัทบางจากปิโตรเลียมจำกัด (มหาชน) ได้น้อมเกล้าฯ ถวายเกี่ยวกับการปรับปรุงกระบวนการผลิตไบโอดีเซล เพื่อให้ได้ไบโอดีเซลที่มีคุณภาพดีขึ้นและต้นทุนการผลิตลดลง โดยวัตถุดิบใช้น้ำมันพืชใช้แล้ว กระบวนการผลิตใช้เอทิลแอลกอฮอล์ ความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.5 เป็นตัวทำปฏิกิริยาและใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ เอทิลเอสเตอร์ และกลีเซอริน ซึ่งไบโอดีเซลที่ได้ต้องผ่านกระบวนการล้างน้ำประปาเพื่อแยกเอทิลแอลกอฮอล์กับโซดาไฟที่ผสมอยู่ จากนั้นนำไปผ่านเครื่องแยกน้ำเพื่อแยกน้ำที่ยังเหลือออกจากไบโอดีเซล และผ่านเครื่องทำความสะอาดไบโอดีเซล (ภายในบรรจุเกลือสินเธาว์ที่มีลักษณะเป็นผลึก) จะได้ไบโอดีเซลที่สะอาดพร้อมนำไปใช้งาน โดยผลิตภัณฑ์ไบโอดีเซลที่ได้ (สูตร B100) มีคุณสมบัติดังนี้ คือ มีค่าสีแทนเท่ากับ 55 มีความหนืดสูงกว่าน้ำมันดีเซลเหมาะกับเครื่องยนต์รอบต่ำ และไม่มีส่วนประกอบของสารซัลเฟอร์ ดังนั้นในการเผาไหม้จึงไม่เกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ไม่เกิดควันดำและมีสารช่วยหล่อลื่น

ชาคริต ทองอุไร และคณะ (2544) ได้ศึกษาการผลิตไบโอดีเซลจากผลิตผลปาล์มน้ำมัน โดยเมทิลเอสเตอร์ได้ถูกผลิตจากผลิตผลปาล์มน้ำมันหลายชนิด คือ น้ำมันทอดใช้แล้ว น้ำมันปาล์มรีไฟน์ น้ำมันปาล์มแยกกัม และลดกรดชนิดหีบรวม (เกรดบี) ไบโอดีเซลชนิดนี้ และ Superhard Stearin การผลิตใช้กระบวนการทรานเอสเตอริฟิเคชันแบบเบส โดยใช้เมทิลเอสเตอร์เป็นสารเข้าทำปฏิกิริยา และใช้โซดาไฟเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา กรรมวิธีการผลิตแบ่งเป็น 6 ขั้นตอน คือ การเตรียมน้ำมัน การเตรียมน้ำมัน การทำปฏิกิริยา การแยกกลีเซอรอล การล้าง และการขจัดน้ำ ผลผลิตถูกตรวจวัดองค์ประกอบด้วยเทคนิค Thin Layer Chromatograph พบว่าเมทิลเอสเตอร์ที่ผลิตได้มีความบริสุทธิ์เกือบร้อยละ 100 เมื่อการผลิตเหมาะสม โดยใช้สัดส่วนเชิงโมลของน้ำมันต่อเมทิลแอลกอฮอล์เป็น 1 : 6 หรือ

เมทิลแอลกอฮอล์ประมาณร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก และโซดาไฟ ร้อยละ 0.5 ถึง 1 ของน้ำมัน อุณหภูมิการทำปฏิกิริยาเท่ากับ 60 ถึง 80 องศาเซลเซียส โดยมีการกวนประมาณ 15 ถึง 30 นาที และปล่อยให้เกิดปฏิกิริยาต่อ 3 ถึง 4 ชั่วโมง เมทิลเอสเทอร์ที่ได้มีสมบัติหลายประการใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว เช่น ความหนืด ค่าความหนาแน่น ค่าความร้อน และช่วงอุณหภูมิการกลั่น แต่จุดไหลเทจะสูงกว่าน้ำมันดีเซล เนื่องจากการมีสัดส่วนเมทิลเอสเทอร์ที่อิ่มตัวที่มีจุดหลอมเหลวสูงในปริมาณที่สูง

ชาคริต ทองอุไร และคณะ (2545) ได้ศึกษาการวิจัยเพื่อแปรรูปน้ำมันปาล์มเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซลสำหรับเครื่องจักรกลการเกษตร โดยมีวัตถุประสงค์ในการผลิตเมทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มดิบ เพื่อใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลในเครื่องจักรกลการเกษตรและเครื่องยนต์ดีเซล น้ำมันปาล์มดิบถูกผ่านกระบวนการแยกยางเหนียว (Degum) และลดกรดก่อนเข้าทำปฏิกิริยา ใช้เมทานอลเป็นแอลกอฮอล์ในการทำปฏิกิริยาและ โซดาไฟเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทรานเอสเตอริฟิเคชัน สัดส่วนการทำปฏิกิริยาของน้ำมัน : เมทานอล : และโซดาไฟ โดยน้ำหนักเท่ากับ 100 : 20 : 1 ถึงปฏิกิริยาใช้อุปกรณ์กระบวนการกลั่นน้ำมันปาล์มของศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่มีอยู่แล้ว เมทิลเอสเทอร์ที่ผลิตได้มีสมบัติเชิงน้ำมันเชื้อเพลิงไม่ต่างจากน้ำมันดีเซลมากนัก การทดลองใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องจักรกลการเกษตรและเครื่องยนต์ดีเซลภายในศูนย์การพัฒนาพิกุลทองได้ดำเนินการนานมากกว่า 4 เดือน โดยไม่พบปัญหาและอุปสรรคของการใช้งานแต่อย่างใด

วิชัย ออมทรัพย์สิน และคณะ (2549) ได้ศึกษาการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยการผลิตที่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพของไบโอดีเซล การทดลองดำเนินการในห้องปฏิบัติการที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ระหว่างปี 2548 ถึงปี 2549 โดยศึกษาอิทธิพลของชนิดและปริมาณสารเร่งปฏิกิริยา 2 ชนิด คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์และโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ ที่อัตราร้อยละ 1.0 1.2 และ 1.4 โดยน้ำหนัก ความเร็วในการทำปฏิกิริยา 3 ระดับ คือ 350 400 และ 450 รอบต่อนาที การทำปฏิกิริยาครั้งนี้ใช้เมทานอลประมาณร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เวลาทำปฏิกิริยา 30 นาที ปรากฏว่าการผลิตไบโอดีเซลโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์และโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์อัตราร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก ความเร็ว 350 รอบต่อนาที ให้ผลผลิตไบโอดีเซลปริมาณสูงสุดร้อยละ 89.47 และ 90.67 โดยมีค่าความบริสุทธิ์ร้อยละ 98.97 และ 96.16 ตามลำดับ และจากผลการวิเคราะห์คุณสมบัติน้ำมันเชื้อเพลิงพบว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานไบโอดีเซลต่างประเทศ และมาตรฐานของกรมธุรกิจพลังงาน

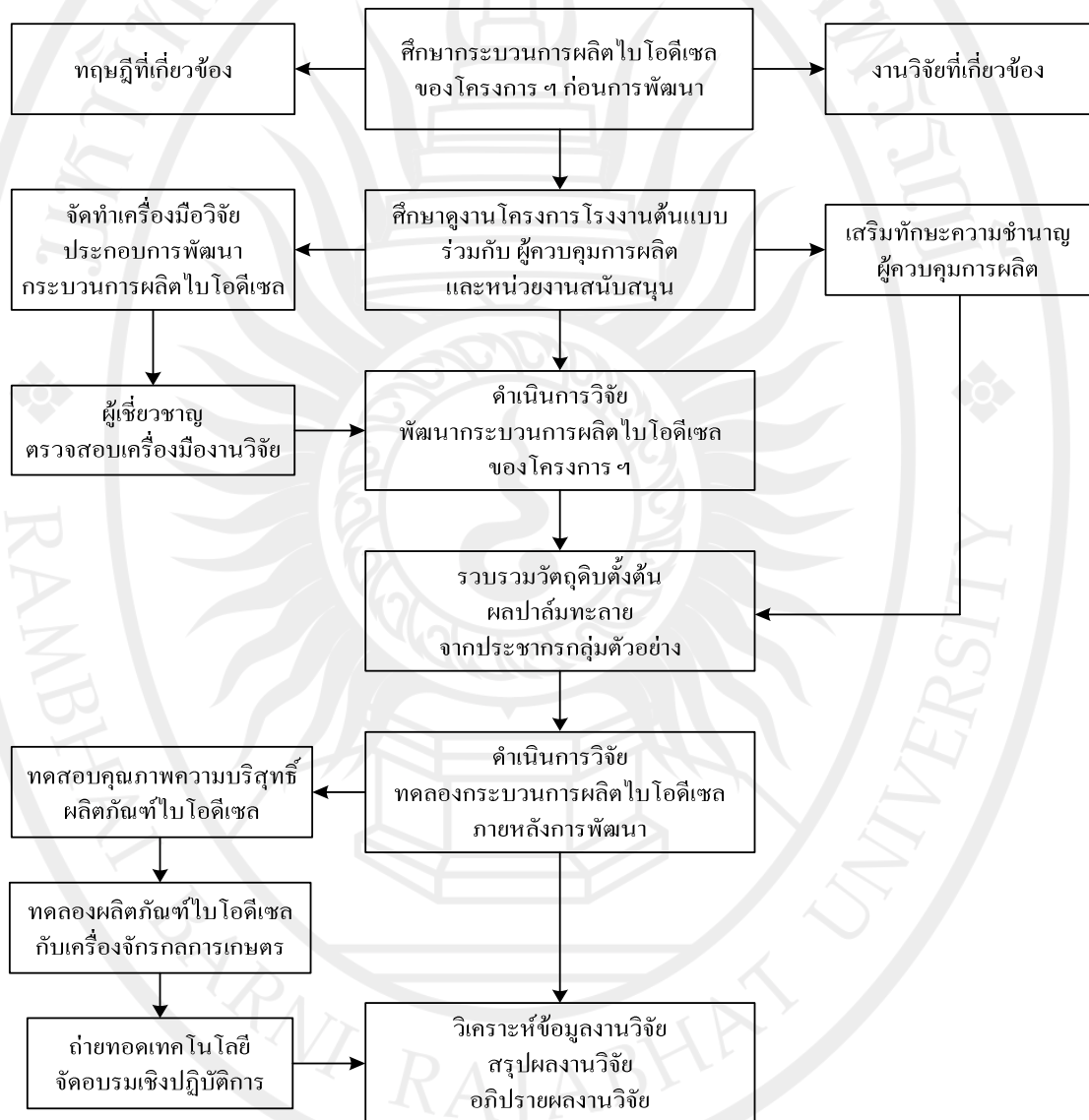
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) (2551) ได้ศึกษาโครงการศึกษาและสาธิตการผลิตไบโอดีเซลระดับชุมชน โดยใช้พื้นที่ศูนย์ทดลองทางวิชาการพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ตำบลคลองหลา อำเภอกลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา วัตถุดิบที่ใช้ใน

การทดลอง คือ น้ำมันปาล์มดิบซึ่งมีค่ากรดไขมันอิสระ (คิดเทียบเท่ากรดปาล์มมิก) ร้อยละ 7.24 โดยน้ำหนัก การผลิตไบโอดีเซลในเครื่องต้นแบบประกอบด้วยการทำปฏิกิริยาแบบ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกทำปฏิกิริยาเอสเตอริฟิเคชัน โดยมีกรดซัลฟูริกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อให้กรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มเปลี่ยนเป็นไบโอดีเซล ขั้นตอน 2 ทำปฏิกิริยาทรานเอสเตอริฟิเคชันโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อเปลี่ยนไขมันซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันปาล์มให้เปลี่ยนรูปเป็นไบโอดีเซล โดยไบโอดีเซลที่ผ่านการแยกชั้นจากกลีเซอรินแล้ว จะต้องผ่านการล้างล้างจากไบโอดีเซลโดยน้ำอุ่นที่อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส เพื่อกำจัดกลีเซอรินที่ยังหลงเหลือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ และสบู่ จากนั้นกำจัดน้ำที่หลงเหลืออยู่ด้วยเครื่องระเหยน้ำ ไบโอดีเซลที่ผ่านขั้นตอนการผลิตทั้งหมดแล้วจะผ่านชุดกรองไบโอดีเซลเพื่อกำจัดตะกอนแข็ง สิ่งเจือปนที่อาจมีอยู่ ไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีคุณภาพตามมาตรฐาน ผลได้ของกระบวนการผลิตมีค่าร้อยละ 88 โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มที่เข้ากระบวนการผลิต ปริมาณการสูญเสียไบโอดีเซลที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากสบู่จากปฏิกิริยาสะปอนิฟิเคชันของไตรกลีเซอไรด์ และกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบ ที่หลงเหลือจากปฏิกิริยาเอสเตอริฟิเคชันกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาดังสำหรับปฏิกิริยาทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน ปริมาณสบู่ดังกล่าวส่งผลต่อขั้นตอนการแยกชั้นกลีเซอริน และขั้นตอนการล้างไบโอดีเซล ทำให้มีปริมาณไบโอดีเซลสูญเสียไปกับชั้นกลีเซอริน และน้ำล้างจำนวนหนึ่ง

อุปกรณ์และวิธีการ

แผนผังการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ เพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด มีแผนผังการการวิจัยดังนี้



ภาพประกอบ 7 การพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ เพื่อส่งเสริม

อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาแนวทางการพัฒนาและจัดทำเครื่องมือประกอบการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด

ตอนที่ 2 ดำเนินการวิจัยพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด

ตอนที่ 3 รวบรวมวัตถุดิบตั้งต้นผลปาล์มทะเลจากกลุ่มตัวอย่างและทดลองกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ

ตอนที่ 4 การทดสอบความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซลและการทดลองใช้งานไบโอดีเซล

ตอนที่ 5 จัดอบรมเชิงปฏิบัติการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด

ตอนที่ 6 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

ตอนที่ 1 ศึกษาแนวทางการพัฒนาและจัดทำเครื่องมือประกอบการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด

เครื่องมือในงานวิจัย

ใช้การเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามในการวิจัยเชิงคุณภาพจะใช้วิธีการสังเกต การสัมภาษณ์ และจัดทำเครื่องมือวิจัยประกอบการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซล

วิธีดำเนินการ

1. ศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซลก่อนการพัฒนาของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่จังหวัดตราด โดยศึกษาเทคโนโลยีการผลิต อุปกรณ์ เครื่องจักรที่สำคัญ ทักษะและความชำนาญของผู้ควบคุมการผลิตที่มีผลต่อสมรรถนะการผลิตไบโอดีเซล ตลอดจนแนวทางการพัฒนากระบวนการผลิต

2. ศึกษาฐานโครงการอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กอันเนื่องมาจากพระราชดำริจากโครงการโรงงานต้นแบบ ณ โรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา อำเภอสหัสขันธ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ (ภาคผนวก ก) โดยเชิญผู้ควบคุมการผลิต และหน่วยงานสนับสนุน คือ บุคลากรโรงเรียนเนินทรายวิทยาคม ซึ่งเป็นสถานที่ดำเนินการวิจัย ร่วมศึกษาฐานเพื่อเสริมทักษะความชำนาญของผู้ควบคุมการผลิต

3. จัดทำเครื่องมือวิจัย ประกอบการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด ตรวจสอบเครื่องมือวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญ คุณจิระพงศ์ รักประสูตร ผู้จัดการโรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา อำเภอสหัสขันธ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ (ภาคผนวก ข)

ตอนที่ 2 ดำเนินการวิจัยพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด

1. พัฒนาพื้นที่การหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบ เพื่อให้มีพื้นที่ติดตั้งระบบกรองแยกกากสลัดจ์ปาล์มด้วยตะแกรงสั่นแทนแรงงานคน

1.1 วัสดุอุปกรณ์

1.1.1 เหล็กทรงน้ำ ขนาดความหนา 6 มิลลิเมตร ยาว 2.10 เมตร จำนวน 9 ท่อน

1.1.2 เครื่องเชื่อมเหล็ก

1.2 วิธีดำเนินการ

จากการศึกษาเทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลจากผลปาล์มทะลาย พบว่าพื้นที่การหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบ จำเป็นต้องพัฒนาติดตั้งระบบกรองแยกกากสลัดจ์ปาล์มด้วยเครื่องจักรแทนแรงงานคน จึงดำเนินการพัฒนาเพิ่มพื้นที่ส่วนการหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบ โดยยกระดับพื้นที่วางเครื่องหีบปาล์ม จากความสูงเดิม 1.05 เมตร เพิ่มเป็นความสูง 2.10 เมตร ทำให้มีพื้นที่ว่างเพิ่มขึ้นได้เครื่องหีบปาล์ม ขนาดพื้นที่กว้าง 3.00 เมตร ยาว 4.00 เมตร สูง 2.10 เมตร เพื่อให้มีพื้นที่ติดตั้งระบบกรองแยกกากสลัดจ์ปาล์มด้วยตะแกรงสั่นแทนแรงงานคน ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 พัฒนาระดับพื้นที่วางเครื่องหีบปาล์มเพื่อให้มีพื้นที่ติดตั้งระบบกรองแยกกากสลัดจ์ปาล์มด้วยตะแกรงสั่นแทนแรงงานคน

2. พัฒนาระบบผลิตน้ำมันปาล์มดิบ แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการพัฒนาการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ ดังภาพประกอบ 9 และขั้นตอนการพัฒนาการผลิตไบโอดีเซล ดังภาพประกอบ 10

ขั้นตอนการพัฒนาการผลิตไบโอดีเซล



ภาพประกอบ 10 ขั้นตอนการพัฒนาการผลิตไบโอดีเซล

2.1 ขั้นตอนการพัฒนาการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ

2.1.1 พัฒนาระบบตีแยกผลปาล์มออกจากทะลายปาล์ม

วัตถุดิบใช้ผลปาล์มทะลายในการทดลอง จำนวน 1,000 กิโลกรัม โดยควบคุมคัดเลือกวัตถุดิบตามลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของปาล์มน้ำมัน และวิธีการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันและคุณภาพทะลายปาล์ม

วัสดุอุปกรณ์

(1) โตะสับปาล์ม ขนาดความสูง 50 เซนติเมตร ปรับสูงต่ำได้ ทำจากโลหะ จำนวน 2 ชุด ดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 โตะสับปาล์มทำจากโลหะ ปรับสูงต่ำได้

(2) มีดสับปาล์มทำจากโลหะเหล็ก จำนวน 4 เล่ม ดังภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 มีดสับปาล์มทำจากโลหะ

(3) เครื่องตีแยกผลปาล์ม ตัวถังภายนอกทำจากโลหะแผ่นเหล็กหนา 2 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร ภายในตัวถังทำจากเหล็กหนา 3.1 มิลลิเมตร มีวนเป็นทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 เซนติเมตร รองรับด้วยเบร้ง มีท่อนเหล็กตันยาว 5 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว วางเป็นแนวตามทรงกระบอก จำนวน 4 แถว ๆ ละ 16 ท่อน เป็นชุดเคลื่อนที่ และมีท่อนเหล็กตันยาว 10 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว ยึดติดกับโครงตัวถัง จำนวน 4 แถว รวม 53 ท่อน เป็นชุดอยู่กับที่ ทำงานสัมพันธ์กันคอยเกี่ยวลูกปาล์มออกจากช่อทะลายปาล์ม ดันกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3 แรงม้า ระบบไฟฟ้า 1 เฟส ทดรอบความเร็วด้วยเกียร์ทด อัตราทด 60 ต่อ 1 คงเหลือความเร็วรอบ 25 รอบต่อนาที

(4) สายพานลำเลียง ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ 2 แรงม้า 3 เฟส ทดรอบความเร็วด้วยเกียร์ทด อัตราทด 60 ต่อ 1 จำนวน 1 ชุด ดังภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 เครื่องตีแยกผลปาล์ม และสายพานลำเลียงคัดแยกผลปาล์ม

วิธีดำเนินการ

(1) เพื่อให้กระบวนการตีแยกผลปาล์มน้ำมันออกจากทะลายปาล์มด้วยเครื่องตีแยกผลปาล์มสามารถทำงานได้ต่อเนื่องไม่หยุดชะงักเนื่องจากการชำรุดของเครื่องตีผลปาล์ม วัตถุดิบผลปาล์มน้ำมันไม่ชำรุดเสียหาย ลดการเกิดกรดไขมันอิสระในผลปาล์มน้ำมัน จึงต้องลดขนาดผลปาล์มทะลาย โดยการทดลองสับแยกเป็นช่อผลปาล์ม ด้วยมีดและโต้ะสำหรับสับช่อทะลายปาล์มน้ำมัน ทำการบันทึกผลการทดลอง

(2) นำช่อทะลายปาล์มที่ผ่านการสับแยกเป็นช่อผลปาล์ม ไปผึ่งทิ้งไว้บนลานตากในร่ม ประมาณ 3 วัน ดังภาพประกอบ 14 และภาพประกอบ 15



ภาพประกอบ 14 คัดแยกวัตถุดิบ สับแยกทะลายปาล์มออกเป็นข้อผลปาล์ม และฝังบนลานตาก



ภาพประกอบ 15 ลักษณะข้อผลปาล์มและการฝัข้อผลปาล์มบนพื้นที่ลานในร่ม

(3) ทดลองตีแยกผลปาล์มด้วยเครื่องตีแยกผลปาล์ม และคัดแยกกากทะลายปาล์มออกจากผลปาล์มน้ำมันที่ถูกตีหลุดร่วงด้วยระบบสายพานลำเลียง ดังภาพประกอบ 16



ภาพประกอบ 16 ทดลองตีแยกผลปาล์มและคัดกากข้อปาล์มขนาดใหญ่บนสายพานลำเลียง

(4) ทำการบันทึกผลการทดลอง เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการผลิตก่อนการพัฒนาและหลังการพัฒนา

2.1.2 พัฒนาระบบเตาทอดผลปาล์มน้ำมัน

วัสดุอุปกรณ์

(1) เตาทอดผลปาล์มน้ำมันโดยใช้การก่ออิฐอมุและฉาบด้วยปูน ขนาดกว้าง 1.5 เมตร ยาว 4 เมตร สูง 0.8 เมตร สำหรับวางกระทะทอดผลปาล์มน้ำมันเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร จำนวน 3 ใบ และก่อบล็อกควันสูง 3 เมตร

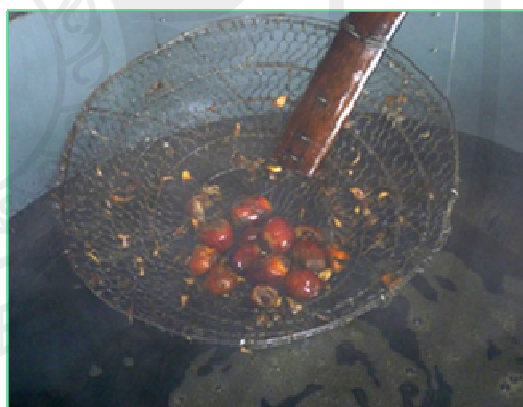
(2) เศษไม้ฟืน 150 กิโลกรัม

(3) ผลปาล์มน้ำมันที่ได้จากกระบวนการตัดแยกออกจากทะลายปาล์ม

(4) น้ำมันพืชใช้แล้วจากผลปาล์มน้ำมัน จำนวน 5 ปี๊บ

วิธีดำเนินการ

ทดลองทอดผลปาล์มน้ำมันที่ได้จากกระบวนการตัดแยกออกจากทะลายปาล์มเพื่อขจัดความชื้นในผลปาล์ม ดังภาพประกอบ 17 บันทึกผลการทดลองเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการผลิตก่อนการพัฒนาและหลังการพัฒนา



ภาพประกอบ 17 ลักษณะเตาทอดผลปาล์มภายหลังการพัฒนาและผลปาล์มทอดสุก

2.1.3 พัฒนาการหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

วัสดุอุปกรณ์

(1) เครื่องหีบสกัด ขนาดโครงเครื่อง 0.75 x 3.00 x 1.08 เมตร ทำจากเหล็กเหนียวน้ำหนัก 1,500 กิโลกรัม กำลังการผลิต 2 ตันต่อวัน ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ขนาด 30 แรงม้า ระบบไฟฟ้า 3 เฟส ชุดเกียร์ ชุดเกลียวบีบสกัดน้ำมัน และชุดเหวนสกัดน้ำมันทำจากเหล็กชุบแข็ง ทำการบีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบแบบหีบรวม โดยใส่ผลปาล์มทอดสุกซึ่งไม่แยกเมล็ดทางช่องใส่ด้านบนของเครื่อง เครื่องหีบสกัดจะบีบอัดผลปาล์มทอดสุก ได้เป็นน้ำมันปาล์มดิบที่อุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซลเซียส และกากปาล์มแห้งจากการหีบ ดังภาพประกอบ 18



ภาพประกอบ 18 เครื่องหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

(2) ท่อส่งลำเลียง (Screw Conveyor) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว ยาว 4 เมตร ทำด้วยเหล็กหนา 3 มิลลิเมตร มีชุดกรวยรับด้านล่างขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ชนิด เกียร์มอเตอร์ ขนาด 3 แรงม้า ระบบไฟฟ้า 3 เฟส จำนวน 1 ชุด ดังภาพประกอบ 19



ภาพประกอบ 19 ท่อส่งลำเลียงผลปาล์มทอดสุกขึ้นสู่เครื่องหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

(3) ระบบอุ่นน้ำมันปาล์มดิบทำด้วยท่อเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ยาว 80 เซนติเมตร ให้ความร้อนด้วย Heater (Immersion Heater With Thermostat 8x300 mm., 220 V, 3000 W, Tube SUS 304) ต่อท่อแยกขึ้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ด้วยระบบน้ำล้นเพื่ออุ่น น้ำมันปาล์มดิบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จำนวน 1 ชุด ดังภาพประกอบ 20



ภาพประกอบ 20 ระบบอุ่นน้ำมันปาล์มดิบทำด้วยท่อเหล็กให้ความร้อนด้วย Heater ขนาด 3,000 วัตต์

(4) เครื่องกรองแบบตะแกรงสั้น ความละเอียดตะแกรงกรอง 0.5 x 0.5 มิลลิเมตร ทำงานระบบสั้นโดยถ่วงแกนเพลาด้วยชุดตุ้มเหวี่ยง ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 1/2 แรงม้า ระบบไฟฟ้า 220 โวลต์ จำนวน 1 ชุด ดังภาพประกอบ 21



ภาพประกอบ 21 เครื่องกรองแบบตะแกรงสั้น ความละเอียดตะแกรงกรอง 0.5 x 0.5 มิลลิเมตร

(5) ถังเหล็กสี่เหลี่ยม ขนาดความจุ 450 ลิตร พร้อมติดตั้งระบบให้ความร้อนด้วย Heater (Immersion Heater With Thermostat 8x300 mm., 220 V, 3000 W, Tube SUS 304) จำนวน 1 ชุด

(6) ไบโกลวน้ำมันพร้อมติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/3 แรงม้า 220 โวลต์ ลดความเร็วไบโกลวนน้ำมันเหลือ 50 รอบต่อนาที ด้วยระบบสายพานตรอบ จำนวน 2 ชุด ดังภาพประกอบ 22



ภาพประกอบ 22 ถังเหล็กสี่เหลี่ยม ขนาดความจุ 450 ลิตร พร้อมติดตั้งระบบให้ความร้อนด้วย Heater ขนาด 3,000 วัตต์ และใบกวนน้ำมัน 50 รอบต่อนาที ด้วยระบบสายพานตรอบ

(7) เครื่องกรองความดันสูง (Filter Press) กรองแยกด้วยผ้ากรองความละเอียด 1 ไมครอน จำนวน 28 ผืน พร้อมวาล์วเปิดน้ำมัน จำนวน 14 ตัว จำนวน 1 ชุด (Model : YBLL 1.6, Shaoxing Food Machinery Work, Made in China) ดังภาพประกอบ 23



ภาพประกอบ 23 เครื่องกรองความดันสูง กรองแยกด้วยผ้ากรองความละเอียด 1 ไมครอน

- (8) ปั๊มมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 1 แรงม้า ระบบไฟฟ้า 3 เฟส จำนวน 1 ชุด
- (9) ปั๊มลม จำนวน 1 ชุด
- (10) ถังพักน้ำมันปาล์มดิบ ขนาด 250 ลิตร จำนวน 1 ใบ
- (11) ผลปาล์มน้ำมันทอดสุก ที่ได้จากกระบวนการทอดผลปาล์ม
- (12) ตู้คอนโทรลแผงควบคุมระบบไฟฟ้า 3 เฟส

วิธีดำเนินการ

- (1) พัฒนาคิดตั้งระบบลำเลียงผลปาล์มน้ำมันทอดสุกขึ้นสู่เครื่องหีบสกัด ด้านบนโรงงานแทนแรงงานคนด้วยท่อส่งลำเลียงผลปาล์ม (Screw Conveyor)
- (2) พัฒนาคิดตั้งระบบอุ่นน้ำมันปาล์มดิบที่ไหลออกจากเครื่องหีบสกัด ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เพื่อลดความหนืดและไม่ให้น้ำมันปาล์มดิบแปรสภาพเกิดเป็นไข ก่อนไหลลงสู่เครื่องกรองแยกกากสลัดจ์หยาบด้วยตะแกรงสั่น
- (3) พัฒนาระบบกรองแยกกากสลัดจ์ปาล์มหยาบออกจากน้ำมันปาล์มดิบ แทนแรงงานคนในการตักแยกกากสลัดจ์ปาล์มออกจากตะแกรงกรอง โดยติดตั้งเครื่องกรองแบบ ตะแกรงสั่น
- (4) พัฒนาคิดตั้งถังเหล็กสี่เหลี่ยม ขนาดความจุ 450 ลิตร เพื่อรองรับ น้ำมันปาล์มดิบจากเครื่องกรองแบบตะแกรงสั่น พร้อมระบบให้ความร้อนเพื่อระเหยน้ำปนเปื้อนใน น้ำมันปาล์มดิบ ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ใช้ใบกวนน้ำมันช่วยกระจายความร้อนด้วยมอเตอร์ ไฟฟ้าความเร็วรอบใบกวน 50 รอบต่อนาที ก่อนปั๊มส่งน้ำมันปาล์มดิบเข้าสู่เครื่องกรองความดันสูง (Filter Plate) ในขั้นตอนต่อไป
- (5) พัฒนาคิดตั้งเครื่องกรองความดันสูง กรองแยกกากสลัดจ์ปาล์มละเอียด ออกจากน้ำมันปาล์มดิบด้วยผ้ากรองความละเอียด 1 ไมครอน จำนวน 1 ชุด ทำงานสูบน้ำมันด้วย มอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 1 แรงม้า ระบบไฟฟ้า 3 เฟส และติดตั้งระบบปั๊มลมช่วยไล่น้ำมันในผ้ากรอง 1 ระบบพร้อมติดตั้งถังพักน้ำมันปาล์มดิบ ขนาด 250 ลิตร เพื่อรองรับน้ำมันปาล์มดิบก่อนปั๊มส่งขึ้น สู่ถังปฏิกิริยาดีกัม
- (6) ทดลองระบบการหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบ โดยใช้ผลปาล์มทอดสุก ที่ได้จากกระบวนการทอดขจัดความชื้น
- (7) บันทึกผลการทดลองเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการผลิตก่อนการ พัฒนาและหลังการพัฒนา

2.1.4 พัฒนาระบบดีกัม

วัสดุอุปกรณ์

- (1) ระบบท่อ (Piping) ทำด้วยเหล็ก ขนาด 1 นิ้ว สูบน้ำมันปาล์มดิบสู่ถัง ดีกัม ด้วยเกียร์ปั๊มมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 1 แรงม้า ระบบไฟฟ้า 3 เฟส 380 โวลต์ จำนวน 1 ชุด
- (2) น้ำมันปาล์มดิบ ที่ได้จากกระบวนการหีบสกัด กรองแยกกากสลัดจ์ หยาบ และกากสลัดจ์ละเอียด

วิธีดำเนินการ

- (1) พัฒนาคิดตั้งระบบท่อ (Piping) ป้อนส่งน้ำมันปาล์มดิบที่ได้จากกระบวนการหีบสกัด กรองแยกกากสลัดจ์หยาบ และกากสลัดจ์ละเอียด สู่อังคิคมแทนแรงงานคน
- (2) ทดลองระบบป้อนส่งน้ำมันปาล์มดิบสู่กระบวนการดักแก๊ส ดังภาพประกอบ 24
- (3) บันทึกผลการทดลองเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการผลิตก่อนการพัฒนาและหลังการพัฒนา



ภาพประกอบ 24 น้ำมันปาล์มดิบภายหลังการกรองแยกกากสลัดจ์ ถูกสูบขึ้นสู่อังคิคม

2.2 ขั้นตอนการพัฒนาการผลิตไบโอดีเซล

2.2.1 พัฒนาการไทเทรตวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบก่อนและหลังการทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน

วัสดุอุปกรณ์

- (1) เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ (ยี่ห้อ OHAUS ความละเอียด 0.01 กรัม) จำนวน 1 เครื่อง
- (2) Hot Plate With Magnetic Stirrer (ยี่ห้อ LMS รุ่น HTP-1003)
- (3) บิวเรตขนาด 25 มิลลิลิตร พร้อมขาตั้ง จำนวน 1 ชุด
- (4) ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 3 ใบ
- (5) กระบอกตวงขนาด 5 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน
- (6) กระบอกตวงขนาด 50 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน
- (7) กรวยแยกขนาด 250 มิลลิลิตร พร้อมขาตั้ง จำนวน 1 ชุด
- (8) บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร จำนวน 1 ใบ

- (9) บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 1 ใบ
- (10) ขวดวัดปริมาตร ขนาด 1,000 มิลลิลิตร จำนวน 1 ใบ
- (11) หลอดหยด จำนวน 1 อัน
- (12) แท่งแก้วคนสารเคมี จำนวน 1 อัน
- (13) ซ้อนตักสารเคมี เบอร์ 1 จำนวน 1 อัน
- (14) น้ำมันปาล์มดิบ จำนวน 10 กรัม
- (15) โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ จำนวน 5.61 กรัม
- (16) น้ำกลั่น จำนวน 1,000 มิลลิลิตร
- (17) สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน อินดิเคเตอร์เข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 6 มิลลิลิตร

- (18) เอทานอล ร้อยละ 95 จำนวน 200 มิลลิลิตร

วิธีดำเนินการ

- (1) จัดหาอุปกรณ์การไทเทรตวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบ ด้วยการสั่งซื้อจากบริษัทจำหน่ายเครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ดังภาพประกอบ 25
- (2) ทดลองวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบก่อนและหลังการทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ดังภาพประกอบ 26
- (3) บันทึกผลการทดลองเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพไบโอดีเซล ก่อนการพัฒนาและหลังการพัฒนา



ภาพประกอบ 25 อุปกรณ์เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ และ Hot Plate With Magnetic Stirrer



ภาพประกอบ 26 การไทเทรตเพื่อหาค่าร้อยละของกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบ

2.2.2 พัฒนาการตรวจสอบคุณภาพของไบโอดีเซล โดยวิธีการทดสอบด้วยเตาไมโครเวฟ เรียกว่า “กระบวนการทดสอบแบบประมาณการปริมาณกลีเซอริน โดยกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชันด้วยเตาไมโครเวฟ”

วัสดุอุปกรณ์

- 1) เครื่องอบไมโครเวฟ (ยี่ห้อ LG รุ่น MS2029GW) จำนวน 1 เครื่อง
- (2) หลอด Centrifuge ขนาด 100 มิลลิลิตร สเตลละเอียด 0.05 มิลลิลิตร (Brand : Koehler, USA.) จำนวน 3 หลอด
- (3) ที่จับหลอด Centrifuge จำนวน 3 ชุด
- (4) เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์(ยี่ห้อ OHAUS ความละเอียด 0.01 กรัม) จำนวน 1 เครื่อง
- (5) บีกเกอร์ ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 3 ใบ
- (6) หลอดหยด จำนวน 1 อัน
- (7) น้ำมันไบโอดีเซล จำนวน 60 กรัม
- (8) โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ จำนวน 3 กรัม
- (9) เมทานอล จำนวน 100 กรัม

วิธีดำเนินการ

- (1) จัดหาอุปกรณ์การตรวจสอบคุณภาพของไบโอดีเซล โดยวิธีการทดสอบด้วยเตาไมโครเวฟ เรียกว่า “กระบวนการทดสอบแบบประมาณการปริมาณกลีเซอริน โดยกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชันด้วยเตาไมโครเวฟ” ด้วยการชั่งเตาไมโครเวฟ และหลอด Centrifuge ขนาด 100 มิลลิลิตร

(2) ทดลองตรวจสอบคุณภาพของไบโอดีเซล โดยวิธีการทดสอบด้วยเตาไมโครเวฟ เรียกว่า “กระบวนการทดสอบแบบประมาณการปริมาณกลีเซอริน โดยกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชันด้วยเตาไมโครเวฟ” ดังภาพประกอบ 27

(3) บันทึกผลการทดลองเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพไบโอดีเซล ก่อนการพัฒนาและหลังการพัฒนา



ภาพประกอบ 27 อุปกรณ์เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล โดยวิธีการทดสอบด้วยเตาไมโครเวฟ

2.2.3 ตรวจสอบและควบคุมถึงปฏิกิริยาไบโอดีเซลระบบกึ่งปิด เพื่อควบคุมปริมาณเมทานอล

วัสดุอุปกรณ์

(1) ปั๊มสุญญากาศ จำนวน 1 ระบบ (Single Stage Rotary Vacuum Pumps, Model : SV-020, Motor 0.9 W, 220 VAC, 50 Hz)

วิธีดำเนินการ

(1) ตรวจสอบและควบคุมการระเหยของเมทานอล ซึ่งเป็นตัวทำปฏิกิริยาในระหว่างการทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน จากถึงปฏิกิริยาไบโอดีเซลแบบกึ่งปิด มีผลให้ไม่เกิดการรั่วซึมของเมทานอลระเหยเป็นไอ และเป็นการป้องกันอันตรายจากการสูดดมไอระเหยเมทานอลในระหว่างการทำปฏิกิริยาไบโอดีเซล

(2) พัฒนาดัดตั้งปั๊มสุญญากาศขนาด 1 แรงม้า ระบบไฟฟ้า 1 เฟส เพื่อใช้ดูดไอระเหยน้ำร้อนจากถึงปฏิกิริยาไบโอดีเซลแบบกึ่งปิด เพื่อแก้ปัญหาคาบแน่นของไอน้ำ กลายเป็นหยดน้ำปนเปื้อนในไบโอดีเซล ในขั้นตอนการระเหยน้ำปนเปื้อนในไบโอดีเซลที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส จำนวน 1 ระบบ และทดลองดูดไอระเหยน้ำร้อนจากถึงปฏิกิริยาไบโอดีเซลแบบกึ่งปิด

2.2.4 พัฒนาระบบล้างน้ำ

วัสดุอุปกรณ์

- (1) Heater (Immersion Heater With Thermostat 8x300 mm., 220 V, 3000 W, Tube SUS 304) จำนวน 1 ชุด
- (2) ภาชนะอลูมิเนียมขนาดความจุ 60 ลิตรพร้อมขาตั้ง จำนวน 1 ชุด
- (3) ระบบปั้มน้ำด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/2 แรงม้า ระบบไฟฟ้า 1 เฟส 220 โวลต์ จำนวน 1 ชุด

วิธีดำเนินการ

- (1) พัฒนาติดตั้งระบบทำความร้อนของน้ำประปาด้วย Heater ขนาด 3,000 วัตต์ 220 โวลต์ ทำอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ลงในภาชนะอลูมิเนียมขนาดความจุ 60 ลิตร
- (2) พัฒนาติดตั้งระบบปั้มน้ำด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 1/2 แรงม้า ระบบไฟฟ้า 1 เฟส 220 V ปั้มน้ำที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ขึ้นสู่กระบวนการล้างในถังดัก และถังปฏิกริยาไบโอดีเซล ดังภาพประกอบ 28
- (3) ทดลองระบบล้างน้ำที่ดำเนินการพัฒนาแล้ว



ภาพประกอบ 28 ระบบทำความร้อนและปั้มน้ำในกระบวนการล้างยางเหนียว และล้างไบโอดีเซล

2.2.5 พัฒนาระบบความปลอดภัยของกระบวนการผลิตไบโอดีเซล

วัสดุอุปกรณ์

- (1) ถังพลาสติก ขนาด 200 ลิตร จำนวน 1 ใบ
- (2) ไบกวนสารเคมีทำงานด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 1/4 แรงม้า ระบบไฟฟ้า 1 เฟส 220 โวลต์ ลดความเร็วรอบด้วยระบบสายพานทดรอบ จำนวน 1 ชุด

(3) ปัมป์เคมีขนาด 90 วัตต์ ระบบไฟฟ้า 1 เฟส จำนวน 1 ชุด (“Senso” Magnet Drive Sealless Pump, Model : PMD 1531, 1”)

- (4) ระบบท่อ (Piping) ปัมป์ส่งสารเคมี จำนวน 1 ชุด
- (5) หน้ากากป้องกันไอระเหยของสารเคมี จำนวน 3 อัน
- (6) แวนตากันสารเคมี จำนวน 3 อัน
- (7) ถังมียาง จำนวน 20 คู่
- (8) รองเท้าบูท จำนวน 20 คู่
- (9) เสื้อคลุมขณะปฏิบัติงาน จำนวน 20 ตัว

วิธีดำเนินการ

(1) พัฒนาสร้างถังผสมสารเคมี โดยใช้ถังพลาสติก 200 ลิตร ติดตั้งในห้องควบคุมและจัดเก็บสารเคมี ทำการผสมสารเคมีโดยใช้ใบกวนช่วยในการผสม ทำงานด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 1/4 แรงม้า ระบบไฟฟ้า 1 เฟส 220 โวลต์ ลดความเร็วรอบด้วยระบบสายพานทดรอบ เพื่อป้องกันอันตรายจากสารละลายกรดเข้มข้นและสารละลายด่างเข้มข้นกระเด็นใส่ผู้ปฏิบัติงานขณะผสมสารเคมี ดังภาพประกอบ 29

(2) ติดตั้งปัมป์เคมี เพื่อปัมป์ส่งสารเคมีขึ้นสู่ถังพักสารเคมีด้านบนโรงงาน ก่อนค่อย ๆ เติมสารเคมีลงสู่ถังปฏิกริยาไบโอดีเซล โดยใช้ปัมป์เคมี ขนาด 90 วัตต์ ระบบไฟฟ้า 1 เฟส พร้อมระบบท่อ (Piping) ปัมป์ส่งสารเคมีแทนการขนย้ายสารเคมีขึ้นบันไดสู่ถังปฏิกริยาด้านบนด้วยแรงงานคน ดังภาพประกอบ 30

(3) ทดสอบระบบปัมป์สารเคมี

(4) จัดหาอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล สำหรับส่วนเกี่ยวข้องที่ปฏิบัติงานกับสารเคมี และผู้เข้าศึกษาดูงานประกอบด้วย หน้ากากป้องกันไอระเหยเข้าทางลมหายใจ แวนตากันสารเคมี ถังมียาง รองเท้าบูท เสื้อคลุมขณะปฏิบัติงาน เพื่อควบคุมและป้องกันอันตรายจากสารเคมี



ภาพประกอบ 29 พื้นที่จัดเก็บและถังผสมสารเคมี ป้องกันอันตรายต่อนักปฏิบัติการเคมี



ภาพประกอบ 30 ระบบปั๊มเคมีขึ้นสู่ถังพักก่อนทำปฏิกิริยาไบโอดีเซล

2.2.6 พัฒนาระบบกรองเกลือ

วัสดุอุปกรณ์

- (1) ถังสแตนเลส ขนาดความจุ 400 ลิตร จำนวน 1 ใบ (ตราเรือใบ)
- (2) ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ภายในบรรจุตะแกรงกรองสแตนเลส ความละเอียด 0.2 x 0.2 มิลลิเมตร จำนวน 3 ชุด
- (3) เกลือแกง จำนวน 9 กิโลกรัม

วิธีดำเนินการ

- (1) ติดตั้งถังสแตนเลส ขนาดความจุ 400 ลิตร เพื่อรองรับการไหลเวียนระบบกรองเกลือ ดังภาพประกอบ 31

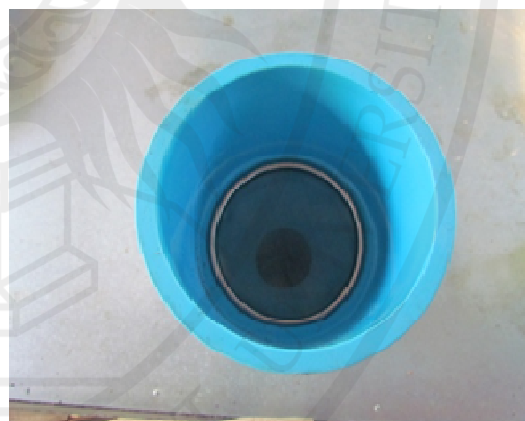
- (2) พัฒนาระบบกรองเกลือใหม่ ทำด้วยท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ภายในบรรจุตะแกรงกรองสแตนเลส ความละเอียด 0.2 x 0.2 มิลลิเมตร ไหลเวียนน้ำมันไบโอดีเซล

ผ่านการกรองเกลือแยกชั้นด้วยแรงโน้มถ่วง จำนวน 3 ชุด ใช้การกรองเกลือ 5 รอบ ๆ ละ 60 นาที เป็นการปล่อยให้น้ำมันไบโอดีเซลไหลเวียนช้า ๆ เพื่อให้สามารถกรองแยกชั้นของน้ำและสิ่งปนเปื้อนในไบโอดีเซลสมบูรณ์ ดังภาพประกอบ 32

(3) ทดลองการทำงานของระบบกรองเกลือ



ภาพประกอบ 31 ถังสแตนเลสไหลเวียนระบบกรองเกลือ



ภาพประกอบ 32 ระบบกรองเกลือตกแยกน้ำและสิ่งปนเปื้อน ภายในบรรจุตะแกรงกรองละเอียด

2.2.7 พัฒนาระบบกรองแยกไขไบโอดีเซลและตะกอนปนเปื้อน วัสดุอุปกรณ์

(1) เครื่องทำความเย็น ขนาด 375 ลิตร (ยี่ห้อ Haier รุ่น HCF368H-2)
จำนวน 1 เครื่อง

(2) ถุงผ้ากรองความละเอียด 1 ไมครอน จำนวน 1 ถุง

(3) มอเตอร์เกียร์ปั๊ม 2 แรงม้า 3 เฟส จำนวน 1 ชุด

(4) ถังพลาสติก ขนาด 200 ลิตร จำนวน 1 ใบ

(5) ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ภายในบรรจุตะแกรงกรองสแตนเลส ความละเอียด 0.2 x 0.2 มิลลิเมตร จำนวน 3 ชุด

(6) เกลือแกง จำนวน 9 กิโลกรัม

(7) ไม้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงความละเอียด 1 ไมครอน จำนวน 10 ชุด

วิธีดำเนินการ

(1) พัฒนาระบบตกผลึกไขใบโอดีเซลที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่องทำความเย็น ขนาด 375 ลิตร เพื่อลดอุณหภูมิใบโอดีเซลเป็น 10 องศาเซลเซียส จะมีผลึกไขใบโอดีเซลเกิดขึ้นจำนวนมากที่อุณหภูมิดังกล่าว แล้วจึงปั๊มส่งใบโอดีเซลซึ่งมีไขใบโอดีเซลปนอยู่เข้าสู่ระบบกรองดักแยกไขใบโอดีเซล ดังภาพประกอบ 33

(2) พัฒนาระบบกรองดักแยกไขใบโอดีเซลความดันสูง ดักกรองไขใบโอดีเซลด้วยถุงผ้ากรอง ความละเอียด 1 ไมครอน ในกระบอกอัดความดันด้วยมอเตอร์เกียร์ปั๊ม 2 แรงม้า 3 เฟส เพื่อกรองดักไขใบโอดีเซลที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ก่อนส่งไปเก็บในถังพัก ขนาด 200 ลิตร เพื่อรอให้อุณหภูมิคงที่ที่อุณหภูมิห้อง แล้วจึงส่งไปแยกน้ำและความชื้นที่อาจเกิดขึ้นในใบโอดีเซลขณะอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงในระบบกรองเกล็ดชุดที่ 2 ดังภาพประกอบ 34 และภาพประกอบ 35

(3) พัฒนาระบบกรองเกล็ดชุดที่ 2 เพิ่มอีก 1 ระบบ ทำด้วยท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ภายในบรรจุตะแกรงกรองสแตนเลส ความละเอียด 0.2 x 0.2 มิลลิเมตร ไหลเวียนกรองเกล็ดด้วยระบบน้ำสั่น จำนวน 3 ชุด ใช้เวลากรองเกล็ด 1 รอบ ดังภาพ ประกอบ 36

(4) พัฒนาระบบกรองผ่านไม้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงความละเอียด 1 ไมครอน ต่อแบบขนาน โดยติดตั้งไม้กรองพร้อมวาล์วเปิดปิด จำนวน 10 ชุด เพื่อใช้กรองใบโอดีเซลเป็นขั้นตอนสุดท้าย ดังภาพประกอบ 37

(5) ทดลองระบบกรองแยกไขใบโอดีเซลและตะกอนปนเปื้อน



ภาพประกอบ 33 เครื่องทำความเย็น เพื่อลดอุณหภูมิไบโอดีเซลเป็น 10 องศาเซลเซียส



ภาพประกอบ 34 ผ้ากรองดักแยกไขไบโอดีเซลความละเอียด 1 ไมครอน และกระบอกอัดความดัน



ภาพประกอบ 35 ระบบปั๊มส่งน้ำมันสู่ระบบกรองดักแยกไขไบโอดีเซล และระบบกรองดักแยก ฯ



ภาพประกอบ 36 ระบบกรองเกลือแยกน้ำและความชื้นชุดที่ 2 หลังจากกรองแยกไขไบโอดีเซล



ภาพประกอบ 37 ระบบกรองผ่านไส้กรอง ก่อนนำไปใช้งาน

ตอนที่ 3 รวบรวมวัตถุดิบตั้งต้นผลปาล์มทะเลจากกลุ่มตัวอย่างและทดลองกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ

วิธีดำเนินการ

1. รวบรวมวัตถุดิบผลปาล์มทะเลจากประชากรกลุ่มตัวอย่าง เพื่อทดลองและหาสมรรถนะการผลิตเปรียบเทียบก่อนการพัฒนาและหลังการพัฒนารวม 5 รอบการผลิต โดยมีรายชื่อดังนี้

1.1 โรงเรียนเนินทรายวิทยาคม ปริมาณปาล์มทะเล 1,500 กิโลกรัม

1.2 นายสายันต์ บินลอย ปริมาณปาล์มทะเล 840 กิโลกรัม

1.3 นายชาติ นัดดาหลง ปริมาณปาล์มทะเล 1,600 กิโลกรัม

1.4 นายวิทยา เจริญเศรษฐกุล ปริมาณปาล์มทะเล 1,200 กิโลกรัม

2. ดำเนินการผลิตไบโอดีเซลตามกระบวนการที่ได้พัฒนาขึ้นตอนการผลิตไบโอดีเซล และทดลองสมรรถนะของระบบการผลิตไบโอดีเซลที่ได้รับการพัฒนา จำนวน 5 รอบการผลิต
3. เปรียบเทียบสมรรถนะการผลิตไบโอดีเซลของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมัน ปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด ก่อนและหลังการพัฒนา

ตอนที่ 4 การทดสอบความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซลและการทดลองใช้งานไบโอดีเซล

1. การทดสอบความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล

วิธีดำเนินการ

- 1.1 ส่งตัวอย่างไบโอดีเซล ทดสอบคุณภาพ B100 ก่อนการพัฒนา จำนวน 1 ตัวอย่าง และภายหลังการพัฒนา จำนวน 3 ตัวอย่าง เพื่อทดสอบปริมาณเมทิลเอสเทอร์ ณ โครงการโรงงาน สกัดน้ำมันพืชและผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร ทดสอบโดยใช้เตาไมโครเวฟ เรียกว่า “กระบวนการทดสอบแบบประมาณการปริมาณกลีเซอริน โดย กระบวนการทรานส์เอสเตอริฟิเคชันด้วยเตาไมโครเวฟ” วิธีการทดสอบความบริสุทธิ์ของ ไบโอดีเซล ดังรายละเอียดเอกสารประกอบภาคผนวก ก
- 1.2 ส่งตัวอย่างไบโอดีเซล ทดสอบคุณภาพ B100 หลังการพัฒนาจำนวน 1 ตัวอย่าง โดยบริษัท พีทีที โกลบอลเคมิคอล จำกัด (มหาชน) ซึ่งเป็นบริษัทในเครือสถาบันวิจัยและ เทคโนโลยี ปตท. โดยกำหนดรายละเอียด การทดสอบตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน กำหนด ลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ.2549 จำนวน 11 พารามิเตอร์ ดังรายละเอียดเอกสารประกอบภาคผนวก ง
- 1.3 ส่งตัวอย่างไบโอดีเซล ทดสอบคุณภาพ B100 หลังการพัฒนาจำนวน 1 ตัวอย่าง โดยบริษัท บี.ที. ไบโอบเทค (ไทยแลนด์) จำกัด โดยกำหนดรายละเอียด การทดสอบตามประกาศกรม ธุรกิจพลังงาน กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ.2549 จำนวน 1 พารามิเตอร์ดังรายละเอียดเอกสารประกอบภาคผนวก ง
- 1.4 เปรียบเทียบผลการทดสอบความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล (B100) ก่อนและหลัง การพัฒนาการผลิตไบโอดีเซลของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่ จังหวัดตราด

2. นำผลิตภัณฑ์ไบโอดีเซลจากกระบวนการผลิตที่ได้ไปทดลองใช้งานกับเครื่องจักรกลการเกษตรของกลุ่มตัวอย่าง

วิธีดำเนินการ

1.1 โรงเรียนเนินทรายวิทยาคม (สถานที่ดำเนินการวิจัย) โดยครูณที รัตนพิทักษ์ ทดลองใช้ไบโอดีเซลกับเครื่องยนต์รถไถเดินตามและรถแทรกเตอร์ ระยะเวลาทดลองใช้งาน 2 เดือน ติดตามผลการทดลองใช้งานโดยวิธีสัมภาษณ์

1.2 นายสาอันธ์ บินลอย เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มทดลองใช้ไบโอดีเซลกับเครื่องสูบน้ำในสวนปาล์ม ระยะเวลาทดลองใช้งาน 2 เดือน ติดตามผลการทดลองใช้งานโดยวิธีสัมภาษณ์

1.3 นายชาติ นัสดาหลง เกษตรกรผู้ปลูกปาล์ม ทดลองใช้ไบโอดีเซลกับเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวที่ใช้ตักน้ำในนาทุ่ง ซึ่งมีสภาพเก่าอายุการใช้งานประมาณ 20 ปี ระยะเวลาการทดลองใช้งาน 2 เดือน ติดตามผลการทดลองใช้งานโดยวิธีสัมภาษณ์

1.4 นายวิทยา เจริญเศรษฐกุล ทดลองใช้กับเครื่องยนต์ดีเซล 4 สูบ D4D ขนาด 2,500 ซีซี อายุการใช้งานประมาณ 10 ปี ซึ่งปกติใช้งานกับน้ำมันดีเซล ระยะเวลาการทดลองใช้งาน 3 เดือน บันทึกผลการทดลองใช้งาน

1.5 วิเคราะห์ผลการทดลองใช้งานไบโอดีเซลกับเครื่องจักรกลการเกษตรของกลุ่มตัวอย่าง

ตอนที่ 5 จัดอบรมเชิงปฏิบัติการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด

วิธีดำเนินการ

1. ประชุมชี้แจงทำความเข้าใจการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด แก่อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตัวแทนบุคลากรของโรงเรียนเนินทรายวิทยาคม

2. เขียนโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลจากผลปาล์ม น้ำมันและประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3. จัดทำหนังสือเรียนเชิญวิทยากรบรรยายในโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลจากผลปาล์ม น้ำมันและประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล โดยผู้วิจัยดำเนินการติดต่อวิทยากรด้วยตนเอง ซึ่งวิทยากรประกอบด้วย

3.1 นางสาวเบญจวรรณ อานเปื้อง ผู้ว่าราชการจังหวัดตราด

3.2 ว่าที่ร้อยตรี ดร.อานนท์ สุขภาคกิจ ผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 17

3.3 คุณทรงวุฒิ โชติมา อุตสาหกรรมจังหวัดตราด

3.4 คุณมานะ บุญระมี เกษตรจังหวัดตราด

3.5 คุณโชตินันท์ เทียงสายสกุล ผู้อำนวยการสถานีพัฒนาที่ดินตราด

3.6 คุณจิระพงศ์ รักประสูตร ผู้จัดการโครงการโรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

3.7 คุณนิยม อภิบาลศรี ผู้เชี่ยวชาญปฏิกิริยาชีวภาพและปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

3.8 นางสาวธารารัตน์ สร้อยเพชร นักเรียนทุนพระราชทาน ทุนการศึกษาสมเด็จพระบรมโอรสาธิราชสยามมกุฎราชกุมาร จากโรงเรียนเนินทรายวิทยาคม

3.9 คุณสุเชษ สัมโย ผู้อำนวยการโรงเรียนเนินทรายวิทยาคม และประธานคณะกรรมการบริหารโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่จังหวัดตราด

4. จัดทำหนังสือเรียนเชิญผู้เข้ารับการอบรมโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลจากผลปาล์มน้ำมันและประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล ประกอบด้วย ผู้เข้าร่วมอบรม จำนวน 230 คน ดังนี้

4.1 กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกปาล์ม และกลุ่มสมาชิกเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่อำเภอเมืองตราด และอำเภอเขาสมิง จังหวัดตราด จำนวน 9 กลุ่ม ส่งตัวแทนเข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการ กลุ่มละ 10 คน รวม 90 คน

4.2 ครูในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 17 จำนวน 38 โรงเรียน โรงเรียนละ 2 คน และคณะครูโรงเรียนเนินทรายวิทยาคม จำนวน 14 คน รวม 90 คน

4.3 ตัวแทนหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น สนง.อุตสาหกรรมจังหวัดตราด สนง.เกษตรจังหวัดตราด สถานีพัฒนาที่ดินตราด องค์การบริหารส่วนจังหวัดตราด องค์การบริหารส่วนตำบลเนินทราย องค์การบริหารส่วนตำบลท่ากุ่ม องค์การบริหารส่วนตำบลวังตะเคียน องค์การบริหารส่วนตำบลสะตอ องค์การบริหารส่วนตำบลห้วยแร้ง เทศบาลตำบลท่าพริกเนินทราย เทศบาลตำบลขำราก เทศบาลตำบลตะกวาง มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี วิทยาลัยเทคนิคตราด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี วิทยาลัยสารพัดช่างตราด ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนจังหวัดตราด หอการค้าจังหวัดตราด สำนักงานขนส่งจังหวัดตราด วิทยาลัยชุมชนตราด สำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดตราดรวม 40 คน

4.4 ตัวแทนสมาคมและกลุ่มอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น สมาคมประมงจังหวัดตราด กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง กลุ่มผู้ประกอบการรถแทรกเตอร์ รวม 10 คน

5. ดำเนินการจัดอบรมโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซล จากผลปาล์มน้ำมันและประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล ระหว่างวันที่ 15-16 มีนาคม พ.ศ. 2555 ณ โครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซล ในพื้นที่จังหวัดตราด โรงเรียนเนินทรายวิทยาคม

6. สรุปผลดำเนินการจัดอบรมโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลจากผลปาล์มน้ำมันและประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล

ตอนที่ 6 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

1. ด้านค่าใช้จ่ายในการดำเนินการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ
2. ด้านจุดคุ้มทุนการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด ณ โรงเรียนเนินทรายวิทยาคม
3. ด้านระยะเวลาในการคืนทุนการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด

ผลและการวิจารณ์

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด มีการเสนอผลและการวิจารณ์ ดังนี้

พัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ

1. ผลการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด

ผลการศึกษา การพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซล ประกอบด้วย การพัฒนาพื้นที่การหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบ พัฒนาระบบขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซล พัฒนาการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ พัฒนาระบบเตาทอดผลปาล์มน้ำมัน พัฒนาการหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบ พัฒนาระบบดักแก้ว พัฒนาการไทเทรตวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบก่อนและหลังการทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน พัฒนาการตรวจสอบคุณภาพของไบโอดีเซล โดยวิธีการทดสอบด้วยเตาไมโครเวฟ เรียกว่า “กระบวนการทดสอบแบบประมาณการปริมาณกลีเซอริน โดยกระบวนการทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันด้วยเตาไมโครเวฟ” ตรวจสอบและควบคุมถึงปฏิกิริยาไบโอดีเซลระบบกึ่งปิด เพื่อควบคุมปริมาณเมทานอล พัฒนาระบบล้างน้ำ พัฒนาระบบความปลอดภัยของกระบวนการผลิตไบโอดีเซล พัฒนาระบบกรองเกลือ และพัฒนาระบบกรองแยกไขไบโอดีเซลและตะกอนปนเปื้อน แสดงดังตาราง 2 ตาราง 3 และตาราง 4

ตาราง 2 เปรียบเทียบปริมาณผลผลิตและคุณภาพของไบโอดีเซลก่อนและหลังการพัฒนาระบวนการผลิตไบโอดีเซล

กระบวนการ ผลิตไบโอดีเซล	น้ำหนัก ผลปาล์มทะเลลาย (กิโลกรัม)	น้ำหนักผลปาล์ม จากการคัดแยก (กิโลกรัม)	น้ำหนักผลปาล์ม ทอดสุก (กิโลกรัม)	ปริมาณ น้ำมันปาล์มดิบ จากการหีบสกัด (ลิตร)	ปริมาณ น้ำมันปาล์ม CPO หลังดีกัม (ลิตร)	ปริมาณ ไบโอดีเซล (ลิตร)	ปริมาณ เมทิลเอสเทอร์ (เปอร์เซ็นต์)
ก่อนการพัฒนา	1,000	476	302	185	150	100	86
หลังการพัฒนา	1,000	660	430	248	245	220	96
อัตราการ เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)	0	+38	+42	+34	+63	+120	+10

หมายเหตุ + หมายถึง การเพิ่มขึ้น
- หมายถึง การลดลง

จากการพิจารณาผลการเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตและคุณภาพของไบโอดีเซลก่อนและหลังการพัฒนาระบวนการผลิตไบโอดีเซล ในตาราง 2 พบว่า

ใช้วัตถุดิบตั้งต้นผลปาล์มทะลาย 1,000 กิโลกรัม เท่ากันทั้งก่อนและหลังการพัฒนา ทำการคัดแยกผลปาล์ม ก่อนการพัฒนา ตีแยกผลปาล์มโดยใส่ผลปาล์มทั้งทะลายในเครื่องตีแยกผลปาล์ม สามารถตีแยกผลปาล์มได้น้ำหนักผลปาล์ม 317 กิโลกรัม คงเหลือผลปาล์มส่วนหนึ่งติดอยู่กับข้อขึ้นในของทะลายปาล์ม ต้องคัดแยกด้วยมือเพื่อลดการสิ้นเปลืองวัตถุดิบ ได้ผลปาล์มรวม 476 กิโลกรัม โดยผลปาล์มเกิดการชำรุดเสียหาย หลังการพัฒนา นำวัตถุดิบผลปาล์มทะลายไปทำการสับแยกเป็นข้อทะลายปาล์ม แล้วผึ่งในลานตากในร่มทิ้งไว้ ประมาณ 2 ถึง 3 วัน จากนั้นนำเข้าเครื่องตีแยกผลปาล์ม สามารถตีแยกผลปาล์มได้น้ำหนักผลปาล์ม 660 กิโลกรัม โดยผลปาล์มไม่เกิดการชำรุดเสียหาย คิดเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักผลปาล์มจากกระบวนการตีคัดแยกผลปาล์มเพิ่มขึ้นร้อยละ 38

น้ำหนักผลปาล์มทอดสุก ก่อนการพัฒนา นำผลปาล์มจากการคัดแยก 476 กิโลกรัม ทอดโดยให้ความร้อนด้วยแก๊สหุงต้ม LPG ได้น้ำหนักผลปาล์มทอดสุก 302 กิโลกรัม หลังการพัฒนา นำผลปาล์มจากการคัดแยก 660 กิโลกรัม ทอดด้วยไม้ฟืนในกระทะ 3 ใบ ได้ผลปาล์มทอดสุก 430 กิโลกรัม คิดเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักผลปาล์มทอดสุก เพิ่มขึ้นร้อยละ 42

ปริมาณน้ำมันปาล์มดิบจากการหีบสกัด ก่อนการพัฒนา ได้น้ำมันปาล์มดิบซึ่งมีกากตะกอนปนเปื้อน 166 กิโลกรัมหรือ 185 ลิตร หลังการพัฒนา ได้น้ำมันปาล์มดิบซึ่งแยกกากตะกอนปนเปื้อนแล้ว 223 กิโลกรัมหรือ 248 ลิตร คิดเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำมันปาล์มดิบจากการหีบสกัด เพิ่มขึ้นร้อยละ 34

ปริมาณน้ำมันปาล์ม CPO ที่ได้จากกระบวนการแยกยางเหนียว (ดีกัม) ก่อนการพัฒนา ปริมาณน้ำมันปาล์ม CPO ที่ได้จากกระบวนการดีกัม 150 ลิตร หลังการพัฒนา ปริมาณน้ำมันปาล์ม CPO ที่ได้จากกระบวนการดีกัม 245 ลิตร คิดเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณ CPO ที่ได้จากกระบวนการดีกัมเพิ่มขึ้นร้อยละ 63

ปริมาณไบโอดีเซล ก่อนการพัฒนา ปริมาณไบโอดีเซลที่ได้จากกระบวนการผลิต 100 ลิตร หลังการพัฒนา ปริมาณไบโอดีเซลที่ได้จากกระบวนการผลิต 220 ลิตร คิดเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณไบโอดีเซลเพิ่มขึ้นร้อยละ 120

ปริมาณเมทิลเอสเทอร์ ก่อนการพัฒนา เมทิลเอสเทอร์ที่ได้จากกระบวนการผลิตมีคุณภาพความบริสุทธิ์ร้อยละ 86 หลังการพัฒนา เมทิลเอสเทอร์ที่ได้จากกระบวนการผลิตมีคุณภาพความบริสุทธิ์ร้อยละ 96 คิดเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณเมทิลเอสเทอร์มีคุณภาพความบริสุทธิ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 10

ตาราง 3 เปรียบเทียบปริมาณเมทิลเอสเทอร์ ซึ่งเป็นเกณฑ์วัดคุณภาพไบโอดีเซลที่ได้จากกระบวนการผลิต ทดสอบโดยโรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา อ.หัวหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์ ก่อนและหลังการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซล

รายการ	ก่อนการพัฒนา (ร้อยละ)	หลังการพัฒนา (ร้อยละ)	หลังการพัฒนา (ร้อยละ)	หลังการพัฒนา (ร้อยละ)
	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4
ปริมาณ	ก.ย. 2554	ก.ย. 2554	มี.ค. 2555	มี.ค. 2555
เมทิลเอสเทอร์	86	96	99.44	98.95

จากการพิจารณาผลการเปรียบเทียบปริมาณเมทิลเอสเทอร์ ซึ่งเป็นเกณฑ์วัดคุณภาพไบโอดีเซลที่ได้จากกระบวนการผลิต ทดสอบโดยโรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา อ.หัวหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์ ก่อนและหลังการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซล ในตาราง 3 พบว่า

ก่อนการพัฒนา ผลทดสอบมีปริมาณเมทิลเอสเทอร์เพียงร้อยละ 86 ส่วนที่เหลือร้อยละ 14 ประกอบด้วยน้ำ น้ำมันพืช กลีเซอรอล และสิ่งปนเปื้อน ภายหลังการพัฒนา จัดหาอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ทางห้องปฏิบัติการเคมีที่มีความละเอียดสูงในการตรวจวิเคราะห์และทดสอบ การพัฒนาระบบน้ำล้างเพื่อควบคุมอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการล้างสิ่งปนเปื้อน การควบคุมอุณหภูมิและเมทานอลในถังปฏิกิริยาแบบกึ่งปิด ซึ่งมีผลต่อความสมบูรณ์ของการเกิดปฏิกิริยาไบโอดีเซล การพัฒนาติดตั้งปั๊มสุญญากาศในขั้นตอนการกำจัดน้ำในไบโอดีเซลที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส การพัฒนาระบบกรองเกลือ การพัฒนาเพิ่มระบบกรองแยกไขไบโอดีเซลที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และการกรองผ่านไส้กรองในขั้นตอนสุดท้าย ส่งผลให้คุณภาพไบโอดีเซลได้ผลการทดสอบตามตัวอย่างที่ 2, 3 และ 4 มีปริมาณเมทิลเอสเทอร์ร้อยละ 96 99.44 และ 98.95 ตามลำดับ โดยผลการทดสอบตัวอย่างที่ 2 มีปริมาณเมทิลเอสเทอร์ร้อยละ 96 ซึ่งต่ำกว่าค่าที่มาตรฐานกำหนดให้ปริมาณเมทิลเอสเทอร์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 96.5 โดยน้ำหนัก เนื่องจากการปนเปื้อนของน้ำและตะกอนในขั้นตอนการกรองไบโอดีเซล ส่วนผลการทดสอบตัวอย่างที่ 3 และ 4 มีปริมาณเมทิลเอสเทอร์มากกว่าร้อยละ 96.5 ตามที่มาตรฐานกำหนด

ตาราง 4 เปรียบเทียบผลการทดสอบลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ.2549 ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงานภายหลังการพัฒนา ทดสอบโดย สถาบันวิจัยและเทคโนโลยี ปตท. บริษัท พีทีที โกลบอลเคมีคอล จำกัด (มหาชน) และบริษัท บี.ที. ไบโอดีเซล (ไทยแลนด์) จำกัด

รายการ	คุณสมบัติ, หน่วย	มาตรฐาน	ผลทดสอบ
1	เมทิลเอสเทอร์ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	≥ 96.5	96.71
2	ความหนาแน่น ณ อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส (kg/m^3)	860 - 900	878
3	ความหนืด ณ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ($\text{cSt (mm}^2/\text{Sec)}$)	1.9 – 8.0	4.617
4	จุดวาบไฟ (องศาเซลเซียส)	≥ 120	169.5
5	กำมะถัน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	≤ 0.0015	< 0.0003
6	เถ้าซัลเฟต (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	≤ 0.02	< 0.005
7	น้ำและตะกอน (ร้อยละโดยปริมาตร)	< 0.2	0.125
8	การกัดกร่อนแผ่นทองแดง (Copper Strip Corrosion)	$< \text{NO.3}$	NO.1
9	ค่าความเป็นกรด (mg KOH/g)	< 0.80	0.38
10	กลีเซอรินอิสระ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	≤ 0.02	< 0.01
11	กลีเซอรินทั้งหมด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	< 1.5	0.06
12	ค่าซีเทน (Cetane Number)	> 47.0	68

จากการพิจารณาผลการเปรียบเทียบผลการทดสอบลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซล สำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ.2549 ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน ซึ่งรายการที่ 1 ถึง 11 ทดสอบโดย สถาบันวิจัยและเทคโนโลยี ปตท. บริษัท พีทีที โกลบอลเคมีคอล จำกัด (มหาชน) และรายการที่ 12 ทดสอบโดย บริษัท บี.ที. ไบโอดีเซล (ไทยแลนด์) จำกัด ในตาราง 4 พบว่า ผลการทดสอบ ทั้ง 12 พารามิเตอร์ ผ่านค่ามาตรฐานไบโอดีเซลที่กำหนดทุกพารามิเตอร์ จึงสามารถนำไปใช้กับเครื่องจักรกลการเกษตร

2. ผลการทดลองนำผลิตภัณฑ์ไบโอดีเซลจากกระบวนการผลิตที่ได้ ไปใช้งานกับเครื่องจักรกลการเกษตรของกลุ่มตัวอย่าง

หลังการพัฒนาคุณภาพไบโอดีเซลที่ผลิตได้ (ภาพประกอบ 38) มีคุณสมบัติตามมาตรฐานของกรมธุรกิจพลังงาน โดยไม่เกิดปัญหาส่งผลกระทบต่อการใช้งานในเครื่องยนต์ ได้ทดลองใช้งานไบโอดีเซลกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้กลุ่มสมาชิกผู้ใช้ไบโอดีเซลเกิดความเชื่อมั่นในคุณภาพการผลิต สามารถนำไปประชาสัมพันธ์โครงการเพื่อขยายผลการใช้งานสู่กลุ่มสมาชิกผู้ปลูกปาล์ม และกลุ่มเกษตรกรอื่น ๆ ที่ให้ความสนใจ โดยการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้ไบโอดีเซล



ภาพประกอบ 38 น้ำมันไบโอดีเซลที่ได้จากกระบวนการผลิตภายหลังการพัฒนา



ภาพประกอบ 39 ทดลองใช้ไบโอดีเซล B100 กับเครื่องจักรกลการเกษตรของโรงเรียนเนินทรายวิทยาคม

ภาพประกอบ 39 แสดงการทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ไบโอดีเซล กับเครื่องยนต์รถไถเดินตาม และรถแทรกเตอร์ของโรงเรียนเนินทรายวิทยาคม โดย ครูณิธิ รัตนพิทักษ์ ระยะเวลาการทดลอง ใช้งาน 2 เดือน ผลการสัมภาษณ์ผู้ใช้งานปรากฏว่า ลักษณะควันของไบโอดีเซลจะมีสีขาว ส่วนลักษณะ ควันของน้ำมันดีเซลก่อนทดลองใช้ไบโอดีเซลจะมีสีดำ ลักษณะการฟังเสียงของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมัน ดีเซลจะมีความดังกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซล ลักษณะของกำลังเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลกับ กำลังเครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซลไม่เห็นความแตกต่างกัน ลักษณะของอัตราการเร่งเครื่องยนต์ที่ใช้ ไบโอดีเซลมีอัตราการเร่งไม่แตกต่างจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล ลักษณะของกลิ่นของควัน เครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซลไม่วิงเวียนศีรษะกลิ่นหอมเหมือนกลิ่นน้ำมันปาล์ม ส่วนของเครื่องยนต์ ที่ใช้ดีเซลเมื่อดมกลิ่นจะรู้สึกวิงเวียนศีรษะ เครื่องยนต์สตาร์ทติดง่ายไม่แตกต่างกัน เครื่องยนต์เดินเรียบ



ภาพประกอบ 40 ทดลองใช้ไบโอดีเซล B100 กับเครื่องจักรสำหรับสูบน้ำ

ภาพประกอบ 40 แสดงการทดลองใช้ไบโอดีเซลกับเครื่องจักรของนายสายันต์ บินลอย เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มซึ่งมีความต้องการทดลองใช้งานไบโอดีเซล เป็นระยะ เวลา 2 เดือน ผลการ สัมภาษณ์ปรากฏว่า ลักษณะควันของไบโอดีเซลจะมีสีขาว ส่วนลักษณะควันของน้ำมันดีเซลก่อน ทดลองใช้ไบโอดีเซลจะมีสีดำ ลักษณะการฟังเสียงของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลจะมีความดังกว่า เครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซล ลักษณะของกำลังเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลกับกำลังเครื่องยนต์ที่ใช้ ไบโอดีเซลไม่เห็นความแตกต่างกัน ลักษณะของอัตราการเร่งเครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซลมีอัตราการ เร่งไม่แตกต่างจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล ลักษณะกลิ่นของควันเครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซลไม่ วิงเวียนศีรษะกลิ่นหอมเหมือนกลิ่นน้ำมันปาล์ม ส่วนของเครื่องยนต์ที่ใช้ดีเซลเมื่อดมกลิ่นจะวิงเวียน ศีรษะ เครื่องยนต์สตาร์ทติดง่ายไม่แตกต่าง เครื่องยนต์เดินเรียบ



ภาพประกอบ 41 ทดลองใช้ไบโอดีเซล B100 กับเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับดินำในนาุ้ง

ภาพประกอบ 41 แสดงการทดลองใช้ไบโอดีเซลกับเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวที่ใช้ดินำในนาุ้ง ซึ่งมีสภาพเก่าอายุการใช้งานประมาณ 20 ปี ของนายชาติ น้ดคาหลง ซึ่งมีความต้องการทดลองใช้งานไบโอดีเซล เป็นระยะเวลา 2 เดือน ผลการสัมภาษณ์ ปรากฏว่าอัตราการสิ้นเปลืองไบโอดีเซลเฉลี่ย 1.3 ลิตรต่อชั่วโมง เปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองไม่แตกต่างจากการใช้น้ำมันดีเซล ลักษณะควันของไบโอดีเซลจะมีสีขาวส่วนลักษณะควันของน้ำมันดีเซลก่อนทดลองใช้ไบโอดีเซลจะมีสีดำ สภาพไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงหลังการทดลองใช้ไบโอดีเซลปกติเหมือนกัน ลักษณะการฟังเสียงของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลจะมีความดังกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซล ลักษณะของกำลังเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลกับเครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซลไม่เห็นความแตกต่าง ลักษณะอัตราการเร่งเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลกับเครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซลไม่เห็นความแตกต่าง ลักษณะของกลิ่นของควันเครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซลไม่เวียนสิริระกลิ่นหอมเหมือนกลิ่นน้ำมันปาล์ม ส่วนเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเมื่อดมกลิ่นจะรู้สึกริเวียนสิริระ เครื่องยนต์สตาร์ทติดง่ายไม่แตกต่างเครื่องยนต์เดินเรียบ



ภาพประกอบ 42 ทดลองใช้ไบโอดีเซล B100 กับรถยนต์เครื่องยนต์ดีเซล 4 สูบ ขนาด 2,500 ซีซี

ภาพประกอบ 42 แสดงการทดลองใช้ไบโอดีเซลกับเครื่องยนต์ดีเซล 4 สูบ D4D ขนาด 2,500 ซีซี อายุการใช้งานประมาณ 10 ปี ซึ่งปกติใช้งานกับน้ำมันดีเซล ผลการทดลองจากการเก็บข้อมูลการใช้ของผู้วิจัยเอง พบว่าอัตราการสิ้นเปลืองไบโอดีเซลเฉลี่ย 10 กิโลเมตรต่อลิตร เปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองไม่แตกต่างจากการใช้น้ำมันดีเซล ลักษณะควันของไบโอดีเซลจะมีสีขาวและมีความน้อย ส่วนลักษณะควันของน้ำมันดีเซลก่อนทดลองใช้ไบโอดีเซลจะมีสีดำ และมีความมาก สภาพไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงหลังการใช้ปกติเหมือนกัน ลักษณะการฟังเสียงของเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซลจะมีความดังกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซล ลักษณะของกำลังที่ได้ของเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซลกับเครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซลไม่เห็นความแตกต่าง อัตราการเร่งเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซลกับเครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซลไม่เห็นความแตกต่าง ลักษณะของกลิ่นของควันเครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซลไม่เวียนศีรษะกลิ่นหอมเหมือนกลิ่นน้ำมันปาล์ม ส่วนเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซลเมื่อดมกลิ่นจะรู้สึกเวียนศีรษะ เครื่องยนต์สตาร์ทติดง่ายไม่แตกต่าง เครื่องยนต์เดินเรียบ และจากการทดลองใช้งานต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 3 เดือน รวมระยะทาง 7,000 กิโลเมตร โดยไม่มีส่วนผสมของ น้ำมันดีเซล ในเครื่องยนต์ไม่พบรอยรั่วซึมของน้ำมัน และเครื่องยนต์ใช้งานได้ปกติไม่แตกต่างจากการทดลองใช้งานในระยะเริ่มต้น

สมรรถนะการผลิตไบโอดีเซลของโครงการ ฯ เปรียบเทียบก่อนการพัฒนาและหลังการพัฒนา

ผลการหาสมรรถนะการผลิตของโครงการ ฯ ก่อนการพัฒนาและหลังการพัฒนา โดยเปรียบเทียบอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นและลดลง ในด้านระยะเวลาในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล จำนวนแรงงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต และปริมาณผลผลิตไบโอดีเซลจากกระบวนการผลิต แสดงดังตาราง 5

ตาราง 5 เปรียบเทียบสมรรถนะการผลิตไบโอดีเซลของโครงการ ฯ ก่อนการพัฒนาและหลังการพัฒนา จากวัตถุดิบตั้งต้นผลปาล์มทะลาย 1,000 กิโลกรัม

กระบวนการ	เวลา (h)		แรงงาน (แรง)		ผลผลิต (kg)	
	ก่อนพัฒนา	หลังพัฒนา	ก่อนพัฒนา	หลังพัฒนา	ก่อนพัฒนา	หลังพัฒนา
ล้างแยกทะลายปาล์ม	-	4	-	2		
ผึ่งทะลายปาล์ม	120	72	-	-		
ตีแยกผลปาล์มและคัดแยกกาก	8	8	8	4	476	660
ทอดผลปาล์ม	16	8	2	1	302	430
หีบสกัดและกรองแยกกาก	6	4	4	2	166.5 (185 L)	240 (267 L)
กรอง Filter Plate	-	2	-	-	-	223.2 (248 L)
กระบวนการดักแก๊ส	1	0.5	-	-	135 (150 L)	220.5 (245 L)
การไทเทรต	2	0.5	-	-	คลาดเคลื่อน	เที่ยงตรง
เอสเทอร์ฟิเคชัน	5	5	-	-		
ทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน	1	1	-	-	90 (100 L)	198 (220 L)
รวม	159	105	14	8		

หมายเหตุ จำนวนแรงงาน 1 แรง หมายถึง ปฏิบัติงาน 8 ชั่วโมง

จากตาราง 5 เปรียบเทียบสมรรถนะการผลิตไบโอดีเซลของโครงการ ฯ ก่อนการพัฒนาและหลังการพัฒนา จากวัตถุดิบตั้งต้นผลปาล์มทะลาย 1,000 กิโลกรัม พบว่า ก่อนการพัฒนา ใช้เวลาในกระบวนการผลิตประมาณ 159 ชั่วโมง โดยใช้แรงงานในกระบวนการผลิต 14 แรง ได้ผลผลิตไบโอดีเซล 90 กิโลกรัม (100 ลิตร)

หลังการพัฒนา ใช้เวลาในกระบวนการผลิตประมาณ 105 ชั่วโมง โดยใช้แรงงานในกระบวนการผลิต 8 แรง ได้ผลิตภัณฑ์ไบโอดีเซล 198 กิโลกรัม (220 ลิตร)

ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะการผลิตไบโอดีเซลของโครงการ ฯ พบว่า

ด้านระยะเวลาในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล ก่อนการพัฒนาใช้ระยะเวลาประมาณ 159 ชั่วโมง หลังการพัฒนาใช้ระยะเวลาประมาณ 105 ชั่วโมง เปรียบเทียบระยะเวลาของกระบวนการผลิตลดลง 54 ชั่วโมง คิดเป็นระยะเวลาของกระบวนการผลิตลดลงร้อยละ 33.96

ด้านจำนวนแรงงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต ก่อนการพัฒนาใช้แรงงานเพื่อดำเนินการผลิต 14 แรง หลังการพัฒนาใช้แรงงานเพื่อดำเนินการผลิต 8 แรงงาน เปรียบเทียบจำนวนแรงงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตลดลง 6 แรง คิดเป็นจำนวนแรงงานลดลงร้อยละ 42.86

ด้านปริมาณผลผลิตไบโอดีเซลที่ได้จากกระบวนการผลิต ก่อนการพัฒนาผลิตได้ 90 กิโลกรัม หรือ 100 ลิตรต่อรอบการผลิต หลังการพัฒนาผลิตได้ 198 กิโลกรัม หรือ 220 ลิตรต่อรอบการผลิต เปรียบเทียบปริมาณผลผลิตไบโอดีเซลเพิ่มขึ้น 120 ลิตร คิดเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงด้านปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 120

ผลการจัดอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ เพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด

การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลจากผลปาล์มน้ำมัน และประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล ในระหว่างวันที่ 15 ถึง 16 มีนาคม 2555 ณ ห้องประชุมและโรงสกัดน้ำมันปาล์มดิบแปรรูปไบโอดีเซล โรงเรียนเนินทรายวิทยาคม อำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด โดยท่านผู้ว่าราชการจังหวัดตราด นางสาวเบญจวรรณอ่านเปรื่อง ให้เกียรติเป็นประธานการเปิดอบรมเชิงปฏิบัติการและบรรยายพิเศษ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมพลังงานทางเลือกและสร้างมูลค่าเพิ่มด้วยวัตถุดิบเหลือใช้ เพื่อประชาสัมพันธ์สร้างความเชื่อมั่นของผลิตภัณฑ์ไบโอดีเซลต่อกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกปาล์ม และขยายผลเป็นแหล่งศึกษาดูงานกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบระดับชุมชนที่มีคุณภาพในพื้นที่ภาคตะวันออก นอกจากนี้ยังเป็นการส่งเสริมการสร้างรายได้แก่กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันจากวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล โดยมีผู้เข้าร่วมโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ จำนวน 230 คน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 43 นางสาวเบญจวรรณ อ่านเปรื่อง ผู้ว่าราชการจังหวัดตราด ให้เกียรติเป็นประธาน และบรรยายพิเศษ โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลจาก ผลปาล์มน้ำมัน และประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล ในระหว่าง วันที่ 15 ถึง 16 มีนาคม 2555 ณ ห้องประชุม โรงเรียนเนินทรายวิทยาคม



ภาพประกอบ 44 ท่านผู้ว่าราชการจังหวัดตราด เยี่ยมชมโรงสกัดน้ำมันปาล์มดิบแปรรูปไบโอดีเซล ของโครงการร่วมกับผู้เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการ เพื่อศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซล

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 45 ผู้เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการ ศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซล ของโครงการ



ภาพประกอบ 46 ท่านผู้ว่าราชการจังหวัดตราด และผู้เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการ เยี่ยมชมแปลงเพาะเห็ดฟางจากกากทะลายน้ำมัน ซึ่งเป็นประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากการผลิตไบโอดีเซล

ผลการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์วิศวกรรมแบ่งตัวประกอบในการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์วิศวกรรมเป็น 3 ด้าน คือ ด้านค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ ด้านจุดคุ้มทุน และด้านระยะเวลาในการคืนทุนการพัฒนาระบบการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

กำหนดให้ค่าใช้จ่ายในการพัฒนาระบบการผลิตไบโอดีเซล (P) มีค่า 544,078 บาท (ตามตาราง 6 ค่าใช้จ่ายในการพัฒนาระบบการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด) มูลค่าซากของเครื่อง เมื่อสิ้นปีที่ 10 เหลือร้อยละ 10 ของราคาเครื่อง และอัตราดอกเบี้ยเท่ากับร้อยละ 7.00 ต่อปี (ธนาคารแห่งประเทศไทย, ออนไลน์, 2557)

ตาราง 6 ค่าใช้จ่ายในการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด

ลำดับ	รายการ	ค่าใช้จ่าย
1	พัฒนายกระดับพื้นที่วางเครื่องหีบปาล์ม	7,358.00
2	พัฒนาสร้างชุดอุปกรณ์สับทะลายปาล์มออกเป็นข้อผลปาล์ม	4,900.00
3	พัฒนาระบบตีแยกผลปาล์มออกจากข้อทะลายปาล์ม	3,800.00
4	พัฒนาระบบคัดแยกเศษทะลายปาล์มออกจากผลปาล์ม	24,705.00
5	พัฒนาระบบเตาทอดผลปาล์ม	15,000.00
6	พัฒนาระบบลำเลียงผลปาล์มทอดสุกขึ้นสู่เครื่องหีบสกัด	46,700.00
7	พัฒนาสร้างระบบอุ่นน้ำมันปาล์มดิบที่ไหลออกจากเครื่องหีบสกัด	6,242.00
8	พัฒนาระบบกรองแยกกากสลัดจ์ปาล์มหยาบออกจากน้ำมันปาล์มดิบ	27,991.00
9	พัฒนาระบบกรองแยกกากสลัดจ์ปาล์มละเอียดออกจากน้ำมันปาล์มดิบ	47,076.00
10	พัฒนาระบบปั๊มส่งน้ำมันปาล์มดิบเข้าสู่ระบบดีกัม	6,166.00
11	พัฒนาระบบการไทเทรต และการตรวจสอบคุณภาพไบโอดีเซลเบื้องต้น	37,911.50
12	พัฒนาระบบการจัดน้ำปนเปื้อนในไบโอดีเซล	31,535.00
13	พัฒนาระบบความปลอดภัยด้านสารเคมี	25,821.00
14	พัฒนาระบบน้ำล้างน้ำมันปาล์มดิบ และล้างไบโอดีเซล	9,247.00
15	พัฒนาระบบกรองเกลือ	23,238.00
16	พัฒนาระบบตกผลึกไขมันไบโอดีเซลและกรองดักแยกไขมันไบโอดีเซล	23,690.00
17	พัฒนาระบบกรองผ่านไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงความละเอียด 1 ไมครอน	7,439.00
18	พัฒนาติดตั้งระบบไฟฟ้า	34,717.00
19	ทดลองกระบวนการผลิต วัตถุดิบและสารเคมี	50,553.50
20	ทดสอบไบโอดีเซลโดยบริษัท พีทีที โกลบอลเคมิคอล จำกัด (มหาชน)	18,595.00
21	ทดสอบไบโอดีเซลโดยบริษัท บี.ที. ไบโอบเทค (ไทยแลนด์) จำกัด	24,990.00
22	จัดถ่ายทอดเทคโนโลยี	61,703.00
23	ศึกษาดูงาน ณ โครงการ โรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา อ.หัวหินจ.ประจวบคีรีขันธ์	4,700.00
รวมงบประมาณค่าใช้จ่ายในการพัฒนาระบบผลิต		544,078.00

$$\begin{aligned}
 \text{มูลค่าซาก (S)} &= 0.10 \times 544,078 \\
 &= 54,407.80 \\
 \text{ค่าเสื่อมราคา (D)} &= (P-S)/L \\
 &= (544,078 - 54,407.80)/10 \\
 &= 48,967.02 \text{ บาท/ปี} \\
 \text{ค่าเสียโอกาสในการลงทุน (R)} &= ((P+S)/2) \times I \\
 &= (544,078 + 54,407.80)/2 \times 0.07 \\
 &= 20,947 \text{ บาท/ปี} \\
 \text{ต้นทุนคงที่ (FC)} &= \text{ค่าเสื่อมราคา (D)} + \text{ค่าเสียโอกาสในการลงทุน (R)} \\
 &= 48,967.02 + 20,947 \\
 &= 69,914.02 \text{ บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

2. ต้นทุนผันแปร

จากการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด มีต้นทุนผันแปรต่อการผลิต โดยแบ่งค่าใช้จ่ายในการผลิตไบโอดีเซล ก่อนการพัฒนา และหลังการพัฒนา ออกเป็น 6 ส่วน คือ

- 2.1 ราคาทะลายปาล์มสด
- 2.2 ค่าเชื้อเพลิง (แก๊ส LPG)
- 2.3 ค่าน้ำในการล้างไบโอดีเซล
- 2.4 ค่าไฟฟ้า
- 2.5 ค่าวัตถุดิบและสารเคมี
- 2.6 ค่าแรงงาน

เมื่อวัดปริมาณการใช้ในส่วนของการล้างสารปนเปื้อนในกระบวนการผลิต ปริมาณเชื้อเพลิงทอดผลปาล์ม ปริมาณวัตถุดิบตั้งต้นปาล์มทะลายสด ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า และปริมาณสารเคมี คิดเป็นราคาต่อหน่วยแล้ว เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบต้นทุนค่าใช้จ่ายผันแปรก่อนและหลังการพัฒนา จึงกำหนดค่าใช้จ่ายวัตถุดิบตั้งต้นผลปาล์มทะลาย ซึ่งเป็นอัตราเฉลี่ยในราคาเดียวกันที่ราคากิโลกรัมละ 3.80 บาท โดยใช้วัตถุดิบผลปาล์มทะลาย 1,000 กิโลกรัมต่อการผลิต ส่วนปริมาณเชื้อเพลิง ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ปริมาณน้ำล้างสารปนเปื้อน และปริมาณสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิตได้จากปริมาณที่ใช้จริง มีรายละเอียดดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 เปรียบเทียบต้นทุนค่าใช้จ่ายผันแปรต่อรอบการผลิตไบโอดีเซลจากวัตถุดิบตั้งต้นผลปาล์มทะลาย 1,000 กิโลกรัม ก่อนการพัฒนา และหลังการพัฒนา

ลำดับ	รายการ	จำนวน		หน่วย	ราคาต่อหน่วย		เป็นเงิน	
		ก่อน	หลัง		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	ทะลายปาล์มสด	1,000	1,000	kg	3.80	3.80	3,800.00	3,800.00
2	แก๊ส LPG/ไม้ฟืน	15	150	kg	20.00	0.50	300.00	75.00
3	น้ำ	0.5	0.5	m ³	8.50	8.50	4.25	4.25
4	พลังงานไฟฟ้า	28	35	Kw-h(unit)	3.30	3.80	92.40	133.00
5	เมทานอล	33.75	55.13	kg	22.50	22.50	759.38	1,240.43
6	KOH	1.72	2.54	kg	80.00	80.00	137.60	203.20
7	H ₃ PO ₄	0.17	0.23	kg	125.00	125.00	21.25	28.75
8	H ₂ SO ₄	0.18	0.16	L	107.00	107.00	19.26	17.12
9	ค่าแรงงาน	14	8	วัน	200.00	200.00	2,800.00	1,600.00
		รวมเป็นเงิน					7,934.14	7,101.75
		เฉลี่ยต่อลิตร					79.34	32.28

จากตาราง 7 เปรียบเทียบต้นทุนค่าใช้จ่ายผันแปรต่อรอบการผลิตไบโอดีเซลจากวัตถุดิบตั้งต้นผลปาล์มทะเลลาย 1,000 กิโลกรัม ก่อนการพัฒนา และหลังการพัฒนา พบว่า ก่อนการพัฒนาผลิตไบโอดีเซลได้ 100 ลิตรต่อรอบการผลิตมีค่าใช้จ่ายรวม 7,934.14 บาท คิดเป็นค่าใช้จ่ายผันแปรต่อรอบการผลิต เฉลี่ยราคาต่อลิตร 79.34 บาท

ภายหลังการพัฒนา ผลิตไบโอดีเซลได้ 220 ลิตรต่อรอบการผลิต มีค่าใช้จ่ายรวม 7,101.75 บาท คิดเป็นค่าใช้จ่ายผันแปรต่อรอบการผลิต เฉลี่ยราคาต่อลิตร 32.28 บาท

สรุปผลเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายผันแปรต่อรอบการผลิตภายหลังการพัฒนาลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการพัฒนา เป็นเงิน 47.06 บาทต่อลิตร

กำหนดให้ ดำเนินการผลิต เดือนละ 4 รอบการผลิต คิดเป็น 48 รอบการผลิตต่อปี โดยมีค่าบำรุงรักษาเครื่องเฉลี่ย 20 บาทต่อรอบการผลิต และมีต้นทุนค่าใช้จ่ายผันแปรต่อรอบการผลิตเป็นเงิน 7,101.75 บาท

$$\begin{aligned}\text{ค่าบำรุงรักษา (M)} &= 20 \times 48 \\ &= 960 \text{ บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ต้นทุนแปรผัน (VC)} &= (7,101.75 \times 48) + 960 \\ &= 340,884 + 960 \\ &= 341,844 \text{ บาท/ปี}\end{aligned}$$

ดังนั้น

$$\begin{aligned}\text{ค่าใช้จ่ายทั้งหมด (AC)} &= \text{ต้นทุนคงที่ (FC)} + \text{ต้นทุนแปรผัน (VC)} \\ &= 69,914.02 + 341,844 \\ &= 411,758.02 \text{ บาท/ปี}\end{aligned}$$

3. จุดคุ้มทุน

กำหนดกระบวนการผลิตสามารถผลิตไบโอดีเซลได้ 220 ลิตรต่อรอบการผลิต และใน 1 ปี ดำเนินการผลิต 48 รอบการผลิตต่อปี ดังนั้นโรงงานสามารถผลิตไบโอดีเซลได้ 10,560 ลิตร/ปี โดยไบโอดีเซลที่ผลิตได้ จำหน่ายลิตรละ 30 บาท

$$\begin{aligned}\text{จุดคุ้มทุน (BEP}_u\text{)} &= (\text{FC}) / (\text{SU}_u - \text{VC}_u) \\ &= 69,914.02 / (30 - (411,758.02 / 10,560)) \\ &= 69,914.02 / (30 - 38.99)\end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้นจุดคุ้มทุน} = -7,776.87 \text{ ลิตร / ปี}$$

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผลและข้อเสนอแนะเรื่องการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ เพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด ผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. ประโยชน์ในทางประยุกต์ของผลการวิจัยที่ได้
3. ข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

1. คุณภาพผลิตภัณฑ์ไบโอดีเซล มีคุณสมบัติตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่องกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ. 2549 และสามารถนำไปใช้กับเครื่องจักรกลการเกษตรในอัตราส่วนเท่าใดก็ได้ โดยไม่เกิดผลกระทบต่อเครื่องยนต์
2. สามารถพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากผลปาล์มน้ำมัน มีสมรรถนะการผลิตเพิ่มขึ้น โดยปริมาณผลิตภัณฑ์ไบโอดีเซลเพิ่มขึ้นร้อยละ 120 จำนวนแรงงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตลดลงร้อยละ 42.86 และระยะเวลาในกระบวนการผลิตลดลงร้อยละ 33.96
3. สามารถลดต้นทุนการผลิตไบโอดีเซล โดยก่อนการพัฒนามีต้นทุน 79.34 บาทต่อลิตร ภายหลังการพัฒนาต้นทุนการผลิตลดลงเหลือ 32.28 บาทต่อลิตร คิดเป็นต้นทุนการผลิตลดลง 47.06 บาทต่อลิตร หรือคิดเป็นต้นทุนการผลิตลดลงร้อยละ 59.31 ต่อรอบการผลิต
4. ด้านจุดคุ้มทุน เมื่อดำเนินการผลิตไบโอดีเซลจากผลปาล์มทะลาย 220 ลิตรต่อรอบการผลิต และกำหนดราคาขายเชิงพาณิชย์ 30 บาทต่อลิตร หากดำเนินการผลิตต่อเนื่อง 48 รอบการผลิตต่อปี จะมีจุดคุ้มทุน -7,776.87 ลิตรต่อปี เนื่องจากต้นทุนผันแปรจากราคาผลปาล์มทะลาย และค่าแรงงาน ทำให้ต้นทุนการผลิตแต่ละรอบการผลิตสูงกว่าราคาดีเซลในท้องตลาด แต่สามารถนำวัสดุเหลือจากกระบวนการผลิตที่มีคุณค่าซึ่งเป็นผลพลอยได้ เช่น กากปาล์มหีบ ช่อทะลายปาล์ม กากสลัดจ์ปาล์มแห้ง ไปขายผลก่อให้เกิดรายได้ และประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ รวมทั้งสร้างมูลค่าเพิ่มให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม ชุมชน และท้องถิ่น ในเชิงสาธารณะ อื่น ๆ ได้

ประโยชน์ในทางประยุกต์ของผลการวิจัยที่ได้

วัสดุเหลือจากกระบวนการผลิตที่มีคุณค่าซึ่งเป็นผลพลอยได้ สำหรับการขยายผลนำไปผลิตขาย ก่อให้เกิดรายได้ และประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ รวมทั้งสร้างมูลค่าเพิ่มให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม ชุมชน และท้องถิ่น ในเชิงสาธารณะ โดยโรงเรียนเนินทรายวิทยาคม ได้ขยายผลดำเนินการดังนี้

1. ขยายผลการเรียนรู้ การเพาะเห็ดฟางจากกากทะลายปาล์ม โดยนักเรียน ชุมชน และสมาชิก ได้ร่วมกันเรียนรู้และนำไปทดลองเพาะเห็ดฟางในครัวเรือน เป็นการสร้างอาชีพเสริมด้านเกษตรกรรม ก่อให้เกิดรายได้ในครัวเรือนจากวัสดุเหลือใช้ของกระบวนการผลิตและนำไปสู่อาชีพหลักในเชิงพาณิชย์สำหรับผู้ที่มีความพร้อม
2. ขยายผลการเรียนรู้การผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพจากกากปาล์มที่ได้จากการหีบสกัดที่มีธาตุอาหารหลักในโตรเจน : ฟอสฟอรัส : โพแทสเซียม ในอัตราส่วน (3 : 1 : 3) ซึ่งเหมาะสำหรับพืชสวนการเกษตร ประเภทไม้ผล และไม้ประดับ เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มจากวัสดุเหลือใช้และลดค่าใช้จ่ายสำหรับพืชสวนการเกษตรในการปรับสภาพดินและเพิ่มธาตุอาหารในดินเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร
3. ขยายผลการเรียนรู้การผลิตกระถางเพาะชำที่ย่อยสลายได้จากกากปาล์มที่ได้จากการหีบสกัด (รางวัลเหรียญทองระดับจังหวัดตราด และระดับภาคกลาง ในการนำเสนอโครงการอาชีพระดับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น) เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มจากวัสดุเหลือใช้ ก่อให้เกิดรายได้ และปลูกฝังการใช้วัสดุย่อยสลายเพื่อลดการใช้ถุงพลาสติกเพาะชำกล้าไม้ ซึ่งส่งผลกระทบต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม
4. ขยายผลการเรียนรู้การผลิตถ่านอัดแท่งจากกากปาล์มหีบซึ่งมีคุณสมบัติเป็นเชื้อเพลิงที่ดี จุดติดไฟง่าย และให้ความร้อนสูง เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มจากวัสดุเหลือใช้ อีกทั้งได้ผลิตถ่านทดแทนที่เป็นทางเลือกใหม่สำหรับผู้บริโภค เพื่อลดปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มและปลูกฝังการใช้พลังงานเชื้อเพลิงอย่างมีคุณค่า
5. ขยายผลการเรียนรู้การผลิตยากันยุงเพื่อสุขภาพโดยนำกากสกัดจ้ำปาล์มละเอียดซึ่งมีคุณสมบัติในการจุดติดไฟ และนำตะไคร้หอมบดละเอียดซึ่งเป็นสมุนไพรธรรมชาติมาเป็นส่วนผสมเพื่อสุขภาพที่ดี โดยไม่เกิดผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม
6. เกิดชุดกิจกรรมการเรียนรู้ใบโอดิเซลพลังงานทดแทน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7 E ซึ่งใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนเนินทรายวิทยาคม อ.เมืองตราด จ.ตราด

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

จากการศึกษา วิเคราะห์ และพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด พบว่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการผลิต และต้นทุนการผลิต มีรายละเอียดดังนี้

1. คุณภาพวัตถุดิบผลปาล์มทะเลทราย ซึ่งหากสมาชิกนำผลทะเลทรายปาล์มที่มีคุณภาพต่ำ เช่น ทะลายปาล์มเน่า ทะลายปาล์มที่มีผลปาล์มลีบเป็นส่วนใหญ่ และทะเลทรายปาล์มดิบ เข้าสู่กระบวนการผลิต จะส่งผลกระทบต่อปริมาณไบโอดีเซลที่ผลิตได้
2. ลักษณะพฤกษศาสตร์พันธุ์ปาล์ม ซึ่งหากชาวสวนซื้อพันธุ์ปาล์มจากแหล่งที่ไม่น่าเชื่อถือมาปลูก อาจมีพันธุ์ดुरาซึ่งให้น้ำมันปริมาณต่ำเป็นจำนวนมากเข้าสู่กระบวนการผลิต และมีผลกระทบต่อปริมาณไบโอดีเซลที่ผลิตได้
3. ราคาวัตถุดิบผลปาล์มทะเลทรายไม่คงที่ เกิดความผันผวนทางการตลาด ซึ่งมีผลต่อต้นทุนการผลิตไบโอดีเซลในแต่ละรอบการผลิต

ดังนั้นคณะกรรมการบริหารโครงการ ฯ ควรควบคุมและกำกับดูแลปัจจัยการผลิตต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความชัดเจนต่ออัตราการแลกเปลี่ยน และเป็นการส่งเสริมให้โครงการสามารถดำเนินการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการวิจัยในขั้นต่อไป

จากการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ เพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด มีปัญหาที่ควรพัฒนาในขั้นต่อไปดังนี้

1. กระบวนการเตรียมวัตถุดิบผลปาล์มก่อนการหีบสกัด งานวิจัยครั้งนี้ใช้เวลาในการเตรียมและฝั่งซ้อผลปาล์มประมาณ 1 ถึง 3 วัน ใช้แรงงานคนสำหรับคัดแยกผลปาล์มออกจากเศษซ้อผลปาล์ม จำนวน 2 คน ภายในเวลา 8 ชั่วโมงต่อผลปาล์มทะเลทราย 1 ตัน และใช้เวลาสำหรับการทอดผลปาล์ม 8 ชั่วโมงต่อผลปาล์มทะเลทราย 1 ตัน แนวทางการพัฒนาเพื่อลดระยะเวลาในด้านการฝั่งซ้อผลปาล์ม ลดแรงงานด้านการคัดแยกผลปาล์มออกจากเศษซ้อผลปาล์ม และลดระยะเวลาด้านการทอดผลปาล์ม โดยพัฒนาสร้างห้องอบซ้อผลปาล์ม ที่ระดับอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสโดยใช้เชื้อเพลิงจากไม้ฟืน และพัฒนาสร้างเครื่องคัดแยกผลปาล์มด้วยระบบตะแกรงคัดทรงกระบอกแบบแกนหมุน คาดว่าจะสามารถลดระยะเวลาการฝั่งซ้อผลปาล์มได้ไม่น้อยกว่า 2 วัน ลดแรงงานคนในการคัดแยกผลปาล์มออกจากเศษซ้อผลปาล์มได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 และลดระยะเวลาการทอดผลปาล์มไม่น้อยกว่าร้อยละ 50

2. ระบบแยกคั้นเมทานอลกลับมาใช้ใหม่ งานวิจัยครั้งนี้ไม่มีระบบแยกเมทานอลกลับมาใช้ใหม่ ในการผลิตไบโอดีเซลจะใช้เมทานอลปริมาณร้อยละ 25 โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มดิบ แต่เมทานอลทำปฏิกิริยาเพื่อที่จะเกิดเป็นไบโอดีเซลเพียงร้อยละ 10 ส่วนที่เหลือร้อยละ 15 จะตกค้างอยู่ในกลีเซอรินและในชั้นไบโอดีเซลอย่างละประมาณร้อยละ 7.5 ซึ่งในชั้นของไบโอดีเซลนี้สามารถแยกเมทานอลคืนกลับมาได้โดยการระเหยร้อยละ 70 ถึง 80 (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเวลาที่ใช้ในการระเหย ถ้าใช้เวลานานจะได้คืนมาเกือบหมด) แนวทางการพัฒนา คือ ติดตั้งท่อแลกเปลี่ยนความร้อนและปั้มน้ำหล่อเย็นเพื่อให้เมทานอลควบแน่นจะสามารถแยกคั้นเมทานอลกลับมาได้ เป็นการลดต้นทุนการผลิต และลดปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการปล่อยเมทานอลออกสู่สิ่งแวดล้อม



เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (24 กรกฎาคม 2555). ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่องสถานศึกษา
แบบอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการบริหารจัดการตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจ
พอเพียง “สถานศึกษาพอเพียง 2554”.
- กรมธุรกิจพลังงาน. (30 มิถุนายน 2549). ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและ
คุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ. 2549
ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 123 ตอนพิเศษ 79 ง.
_____. (2556). ปริมาณการนำเข้าน้ำมันดิบ. (ออนไลน์).
แหล่งที่มา : http://www.m-society.go.th/ewt_news.php?nid=9851. 15 ธันวาคม 2556.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (ม.ป.ป.). ระบบการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมัน
ปาล์มดิบ. กรุงเทพฯ : กรมฯ.
- _____. (2551). ยุทธศาสตร์พลังงานทดแทน. (ออนไลน์).
แหล่งที่มา : <http://www.oknation.net/blog/print.php?id=282306>. 25 กรกฎาคม 2551.
- โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา. (2551). งานค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับการผลิตไบโอดีเซล.
กรุงเทพฯ : โครงการฯ.
- ชาคริต ทองอุไร และคณะ. (2544). การผลิตไบโอดีเซลจากผลิตผลปาล์มน้ำมัน.
สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- _____. (2545). การวิจัยเพื่อแปรรูปน้ำมันปาล์มเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซลสำหรับ
เครื่องจักรกลการเกษตร. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ธนาคารกรุงเทพ. (2555). อัตราดอกเบี้ย ธนาคารกรุงเทพ. (ออนไลน์). แหล่งที่มา
[http://www.bangkokbank.com/BangkokBankThai/WebServices/Rates/Pages/DepositR
ates.aspx](http://www.bangkokbank.com/BangkokBankThai/WebServices/Rates/Pages/DepositRates.aspx). 30 เมษายน 2555.
- ธนาคารแห่งประเทศไทย. (2557). อัตราดอกเบี้ย ธนาคารแห่งประเทศไทย. (ออนไลน์). แหล่งที่มา
https://www.bot.or.th/thai/statistics/_layouts/application/interest_rate/in_rate.aspx.
19 ธันวาคม 2557.
- ธีรพงศ์ จันทรนิยม. (2553 ก). การเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันและคุณภาพทะลายปาล์ม. สงขลา :
สถานวิจัยพืชกรรมปาล์มน้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- _____. (2553 ข). ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของปาล์มน้ำมัน. สงขลา :
สถานวิจัยพืชกรรมปาล์มน้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พอพันธ์ สุทธิวัฒนะ, สมบูรณ์ ไพบูลย์ และเฉชา วงศ์แก้ว. (2553). โครงการส่งเสริม

อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่จังหวัดตราด. จันทบุรี :
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

วิษณีย์ ออมทรัพย์สิน และคณะ. (2549). การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ. สุราษฎร์ธานี :
ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี.

วันชัย วิจิรวนิช และชอุ่ม พลอยมีค่า. (2538). เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม. กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศุภกร มานะพรหม. (2554). รายงานข้อมูลวิสาหกิจชุมชนจังหวัดตราด ปี 2554.

ตราด : สำนักงานเกษตรจังหวัดตราด กรมส่งเสริมการเกษตร.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.). (2550). การผลิต
และการตรวจสอบ มาตรฐานไบโอดีเซลเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : สถาบันฯ.

_____. (2551). โครงการศึกษาและสาธิตการทดลองผลิตไบโอดีเซลระดับชุมชน. กรุงเทพฯ :
สถาบันฯ.

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2551). อุตสาหกรรมผลิตน้ำมันปาล์มดิบ. กรุงเทพฯ :
สำนักงานฯ.



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาคผนวก ก

การศึกษาดูงานกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ
ณ โครงการโรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา
อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ที่ ศธ. ๐๕๕๒.๐๔/ ๑๑๖

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอณูนิศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี ๒๒๐๐๐

๕ มิถุนายน ๒๕๕๔

เรื่อง ขออนุญาตเข้าศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ
เรียน ผู้จัดการโครงการโรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา อำเภอหัวหิน
จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับการเข้าศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอณูนิศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี มีภารกิจที่ต้อง
สร้างสรรค์ภูมิปัญญาเพื่อพัฒนาสู่ชุมชนท้องถิ่นตามแนวพระราชดำริ ในด้านการพัฒนาโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมัน
ปาล์มขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซล ในพื้นที่จังหวัดตราด ซึ่งมีความจำเป็นต้องขอเข้าศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจาก
น้ำมันปาล์มดิบเพื่อนำไปพัฒนาโครงการ ฯ ณ โครงการโรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา
อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยมีผู้เข้าศึกษากระบวนการผลิต ฯ ดังนี้

๑. รศ.พอพันธ์ สุทธิวัฒน์	ตำแหน่ง หัวหน้าโครงการวิจัย ฯ	สังกัด มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
๒. นายนที รัตนพิทักษ์	ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่โครงการ ฯ	สังกัด โรงเรียนเนินทรายวิทยาคม
๓. นางสาวสิริมา ใจเที่ยง	ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่โครงการ ฯ	สังกัด โรงเรียนเนินทรายวิทยาคม
๔. นางสาวเพ็ญภา ประกรศรี	ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่โครงการ ฯ	สังกัด โรงเรียนเนินทรายวิทยาคม
๕. นายสายันท์ บินลอย	ตำแหน่ง ผู้ร่วมงานวิจัย ฯ	สังกัด ชุมชนตำบลเนินทราย
๖. นายวิทยา เจริญเศรษฐกุล	ตำแหน่ง ผู้ช่วยนักวิจัย ฯ	สังกัด การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จ.ตราด

ดังนั้น เพื่อให้กระบวนการพัฒนาโครงการ ฯ เป็นไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์
และก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการพัฒนาโครงการ ฯ เกิดประโยชน์ต่อชุมชนซึ่งเป็นกลุ่มสมาชิกผู้ปลูกปาล์มในพื้นที่
จังหวัดตราด และเกิดแหล่งเรียนรู้ครบวงจรแห่งใหม่ในพื้นที่ภาคตะวันออก จึงใคร่ขออนุญาตให้เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง
เข้าศึกษากระบวนการผลิต ฯ ในระหว่างวันที่ ๑๔ - ๑๖ มิถุนายน ๒๕๕๔

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความกรุณาจากท่าน ชัดชัดหรือไม่
ประการใดขอได้โปรดแจ้งกลับมายังคณะให้ทราบ จักเป็นพระคุณอย่างยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์พอพันธ์ สุทธิวัฒน์)

คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอณูนิศาสตร์

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอณูนิศาสตร์

โทร. ๐-๓๙๔๗-๑๐๖๒

โทรสาร. ๐-๓๙๔๗-๑๐๖๒

ที่อยู่: ๒๐๖ หมู่ ๑๐ ตำบลบ้านใหม่
 อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี ๗๖๑๐๐
 อ.ป.ช. ๗๖๑๐๐

วันที่ 12/6/54

เรื่อง ตอบรับการเข้าศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ
 เรียน คณะบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์
 อ้างถึง หนังสือคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ ที่ ศธ ๐๕๕๒.๐๔/๑๑๖
 ลงวันที่ ๕ มิถุนายน ๒๕๕๔

ตามที่คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ ได้ขอส่งเจ้าหน้าที่เข้าศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ เพื่อนำไปพัฒนาโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่จังหวัดตราด ในวันที่ ๑๔ - ๑๖ มิถุนายน ๒๕๕๔ ณ โครงการโรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ นั้น

ทั้งนี้ ข้าพเจ้าขอเรียนให้ท่านทราบว่า เพื่อให้การพัฒนาโครงการดังกล่าวเป็นไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการและก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็ก เพื่อผลิตไบโอดีเซล ในพื้นที่จังหวัดตราด

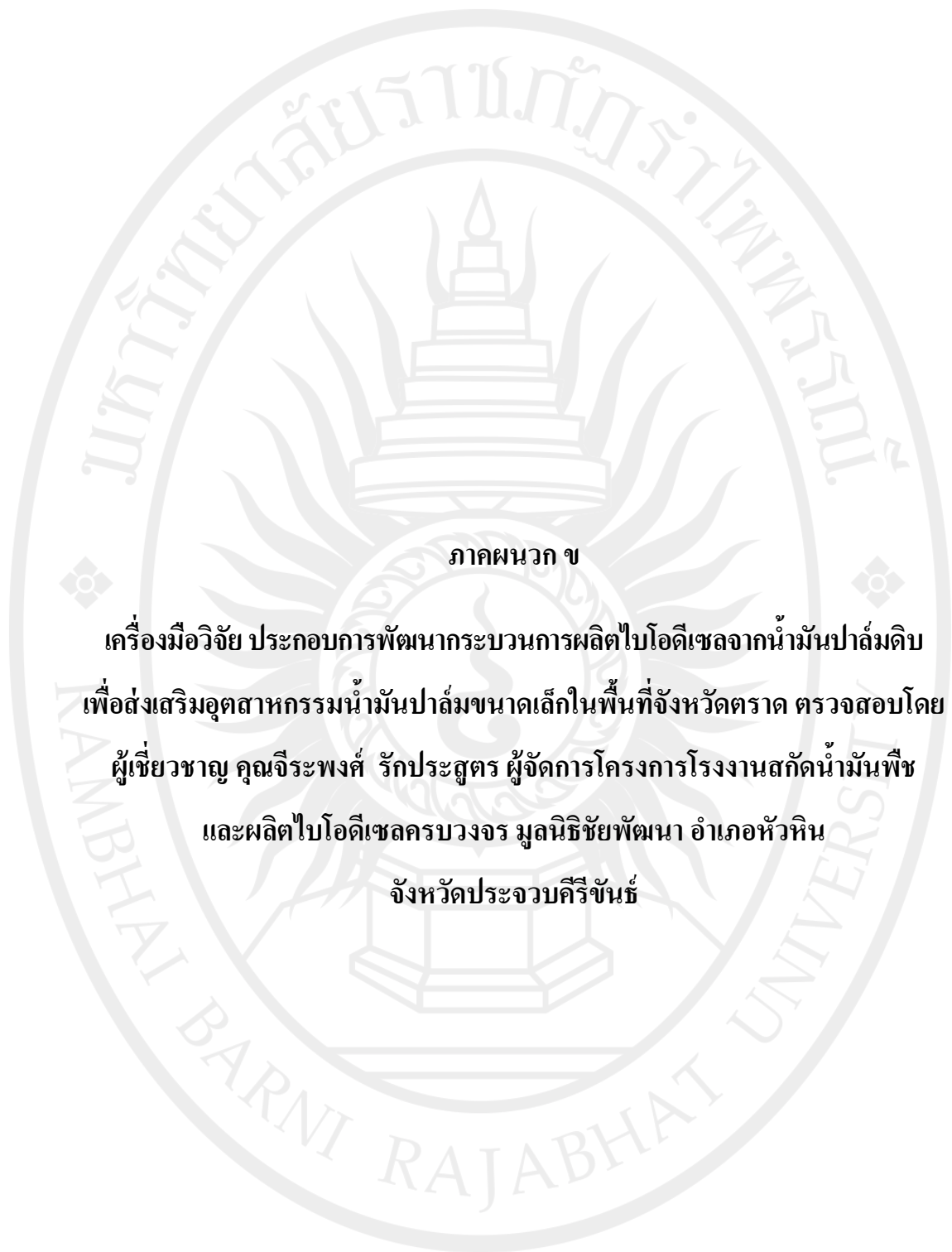
- ☒ อนุญาตให้เข้าศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ ตามวันเวลาดังกล่าว
☐ ขัดข้องการให้เข้าศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบในโครงการ เนื่องจาก

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

ร.อ.ดร.พว.ศ. ร.อ.ดร.พว.ศ.
 ตำแหน่ง: ผู้จัดการโครงการ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาคผนวก ข

เครื่องมือวิจัย ประกอบการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ
เพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด ตรวจสอบโดย

ผู้เชี่ยวชาญ คุณจีระพงศ์ รักประสูตร ผู้จัดการโครงการโรงงานสกัดน้ำมันพืช
และผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา อำเภอหัวหิน

จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ที่ ศธ ๐๕๕๒.๐๔/๒๔๑

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี ๒๒๐๐๐

๑๗ กันยายน ๒๕๕๔

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย
เรียน ผู้จัดการโครงการโรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา อ.หัวหิน
จ.ประจวบคีรีขันธ์
สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑ การพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบๆ จำนวน ๑ ฉบับ

๒ โครงร่างวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ

เนื่องด้วย นายวิทยา เจริญเศรษฐกุล นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการ
จัดการงานวิศวกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ได้รับอนุมัติ
ให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ เพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมัน
ปาล์มขนาดเล็ก ในพื้นที่จังหวัดตราด” โดยมี รองศาสตราจารย์พอพันธ์ สุทธิวัฒน์ เป็นประธานกรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ทำวิจัยได้จัดทำแบบสอบถามซึ่งใช้เป็น
เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือวิจัยดังกล่าว
เพื่อประโยชน์ทางวิชาการ และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์พอพันธ์ สุทธิวัฒน์)

คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์

โทร. ๐-๓๙๔๗-๑๐๖๒

๓๔๔ หมู่ ๑ ตำบลไร่ใหม่พัฒนา
อ.หัวหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์

วันที่ 24 ก.ย. 2554

เรื่อง ตอบรับเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย
เรียน คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอภินิหารศาสตร์
อ้างถึง หนังสือคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอภินิหารศาสตร์ ที่ ศร ๐๕๕๒.๐๔/๒๕๖
ลงวันที่ ๑๗ กันยายน ๒๕๕๔

ตามที่คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอภินิหารศาสตร์ ได้เรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ เพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็ก ในพื้นที่จังหวัดตราด” ของนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอภินิหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี โดยมีรายละเอียดการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ ที่แนบ จำนวน ๑ ฉบับ และโครงร่างวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ นั้น

ทั้งนี้ ข้าพเจ้าขอเรียนให้ท่านทราบว่า เพื่อให้เกิดประโยชน์ทางวิชาการ และบรรลุวัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์

- ☒ มีความยินดีเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังกล่าว
☐ ขัดข้องการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังกล่าว เนื่องจาก

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายธีระพงศ์ รักประสูตร)

ตำแหน่ง ผู้จัดการโครงการโรงงานสกัดน้ำมันพืช ฯ
มูลนิธิชัยพัฒนา

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

๓๔๔ หมู่ ๑ ตำบลไร่ใหม่พัฒนา
อ.หัวหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์

วันที่ 24 ก.ย. 2554

เรื่อง ผลการตรวจเครื่องมือการวิจัย
เรียน คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอณูวิทยาศาสตร์
อ้างถึง หนังสือคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอณูวิทยาศาสตร์ ที่ ศธ ๐๕๕๒.๐๔/๒๔๑
ลงวันที่ ๑๗ กันยายน ๒๕๕๔

ตามที่คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอณูวิทยาศาสตร์ ได้ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ เพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็ก ในพื้นที่จังหวัดตราด” ของนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอณูวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี โดยมีรายละเอียดการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบฯ ที่แนบ จำนวน ๑ ฉบับ และโครงร่างวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ นั้น

ทั้งนี้ ข้าพเจ้าขอเรียนให้ท่านทราบว่า ผลการพิจารณาเครื่องมือการวิจัยจากแบบสอบถาม มีผลการตรวจดังนี้

☐ ผ่าน

☒ ผ่านโดยมีเงื่อนไข ควรปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือเพื่อตรวจสอบใหม่ดังนี้

1. แก้ไขตามเอกสารแนบ
2. แก้ไขแบบทดสอบจากภาควิชาเคมี และภาควิชาฟิสิกส์
3. ปรับปรุงแบบสอบถามจากแบบปรับปรุงแบบสอบถามเดิม

☐ ไม่ผ่าน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ขอแสดงความนับถือ

(นายจิระพงศ์ รักประสูตร)

ผู้จัดการโครงการโรงงานสกัดน้ำมันพืช ฯ

มูลนิธิชัยพัฒนา

เครื่องมือวิจัย ประกอบการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ

เพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด

ขั้นตอนการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ

จากแผนผังขั้นตอนการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ สามารถแบ่งขั้นตอนได้ดังนี้

1. กระบวนการแยกช่อผลปาล์ม

ก่อนการพัฒนา ผลผลิตปาล์มน้ำมันที่เก็บเกี่ยวมาจากสวนปาล์มจะมีลักษณะเป็นผลปาล์มที่ติดแน่นอยู่กับทะลายและไม่สามารถจะปลิดออกมาได้ ดังนั้นเมื่อนำผลปาล์มทั้งทะลายเข้าเครื่องตัดแยกผลปาล์ม จะทำให้การหลุดของผลปาล์มจากทะลายปาล์มน้อยมาก (ประมาณร้อยละ 50) ดังภาพประกอบ 47 และมีเส้นใยช่อปาล์มติดตามร่องฟันของเครื่องตัดแยกผลปาล์ม ดังภาพประกอบ 48 ทำให้มอเตอร์ต้นกำลังของเครื่องตัดแยกผลปาล์มเกิดการสะดุด กระบวนการผลิตหยุดชะงัก มีผลให้การคัดแยกระหว่างผลปาล์มกับทะลายปาล์มไม่สมบูรณ์ ผลปาล์มชำรุดและกรดไขมันอิสระสูง นอกจากนี้ผลปาล์มที่ผ่านกระบวนการตัดแยกยังมีเศษทะลายปาล์มปนอยู่จำนวนมาก ต้องใช้แรงงานคนช่วยคัดแยก อัตราเฉลี่ย 8 ถึง 10 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ดังภาพประกอบ 49



ภาพประกอบ 47 เครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลายปาล์มสด



ภาพประกอบ 48 เส้นใยติดตามร่องฟันเครื่องตัด



ภาพประกอบ 49 คัดแยกเศษทะเลยปลาต้มที่ปนออกมา



ภาพประกอบ 50 ผลปลาต้มที่ผ่านกระบวนการคัดแยก

แนวทางการพัฒนา เพื่อให้ข้อผลปลาต้มหลุดจากทะเลยปลาต้มซึ่งมีหลายชั้นได้ผลดี จึงควรเพิ่มขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1.1 ทำการสับทะเลยปลาต้มออกมาเป็นข้อผลปลาต้ม ก่อนป้อนเข้าเครื่องตีผลปลาต้ม โดยใช้แรงงานสับทะเลยปลาต้มให้ผลปลาต้มหลุดออกจากทะเลยด้วยขวานและมีด แล้วผึ่งไว้ประมาณ 2 ถึง 3 วันโดยไม่ให้เปียกน้ำ เพราะจะทำให้ข้อผลปลาต้มเน่าและแยกลูกร่วง

1.2 พัฒนาระบบการคัดแยกผลปลาต้มออกจากข้อทะเลยปลาต้มหลังจากที่ผึ่งไว้แล้ว โดยเครื่องตีคัดแยกผลปลาต้ม ตัวถังภายนอกทำจากโลหะแผ่นเหล็กหนา 2 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร ภายในตัวถังทำจากเหล็กหนา 3.1 มิลลิเมตร ม้วนเป็นทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 เซนติเมตร รองรับด้วยแบร็ง มีท่อนเหล็กตันยาว 5 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว วางเป็นแนวตามทรงกระบอก จำนวน 8 แถว แถวละ 16 ท่อน ตีผลปลาต้มออกจากทะเลย ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 3 Hp 220 V ปรับระดับความเร็วรอบของเครื่องให้ช้าลงด้วยเกียร์ทดมอเตอร์ ขนาด 60/1 จำนวน 1 ชุด

1.3 ติดตั้งระบบสายพานลำเลียง ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ 2 Hp 380 V เพื่อลำเลียงผล
ปาล์มและกากช่อปาล์มขึ้นสู่ ขั้นตอนการคัดแยกกากปาล์มละเอียดด้วยพัดลมเป่าจำนวน 1 ชุด

1.4 ทำการคัดแยกกากช่อปาล์มขนาดใหญ่ที่ปะปนมากับผลปาล์มออก ด้วยแรงงานคน
อีกครั้ง ภายหลังการเป่าคัดแยกกากละเอียดด้วยพัดลมเป่า

ผลที่คาดว่าจะได้รับ จากการพัฒนาระบบการแยกช่อปาล์ม ซึ่งเดิมสามารถคัดแยก
ผลปาล์มออกจากช่อปาล์มได้เพียงร้อยละ 50 และเสียเวลาจากระบบการผลิตหยุดชะงัก มอเตอร์
ต้นกำลังติดขัดเนื่องจากเส้นใยช่อปาล์มติดตามร่องฟันของเครื่องดี คาดว่าจะสามารถพัฒนาการแยก
ผลปาล์มออกจากทะลายปาล์มได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 และลดระยะเวลาการคัดแยกผลปาล์มด้วย
แรงงานคน ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50

2. กระบวนการทอดผลปาล์ม

ก่อนการพัฒนา ผลปาล์มที่ผ่านการคัดแยกดัง ภาพประกอบ 51 จะต้องนำไปผ่าน
ระบบทอดผลปาล์มที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เพื่อระเหยน้ำจืดความชื้นในผลปาล์มก่อน
นำไปบีบน้ำมัน โดยสาเหตุที่ต้องขจัดความชื้นในผลปาล์มโดยการทอดเนื่องจากไม่มีน้ำเสียจากการ
ทอดปล่อยทิ้งลงสู่สิ่งแวดล้อมเหมือนการนึ่งผลปาล์ม เมื่อทอดแล้วจะมีลักษณะผิวภายนอกเหี่ยว
ดังภาพประกอบ 52 เมล็ดในเมื่อกะเทาะออกมาเนื้อในจะสุกมีสีขาว น้ำหนักผลจะเบาลงเนื่องจากการ
สูญเสียความชื้นไปขณะทอด โดยระเหยเป็นไอน้ำ ผลปาล์มที่ได้ควรนำไปทอดทันทีไม่ควรเก็บไว้
นาน เนื่องจากจะเกิดกรดไขมันอิสระภายในผลปาล์มมากขึ้น เป็นผลให้ต้องใช้สารเคมีในการทำ
ไบโอดีเซลมากขึ้นตามไปด้วย ทำให้ต้นทุนการผลิตทำไบโอดีเซลสูง โดยระบบทอดผลปาล์มเดิม
ใช้ถังทำจากวัสดุโลหะแผ่นหนา 1 มิลลิเมตร ม้วนเป็นทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง
60 เซนติเมตร โครงสร้างทำจากเหล็กกล่องสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 1 นิ้ว สูง 1 นิ้ว ดังภาพประกอบ 53
สามารถทอดผลปาล์มได้ประมาณ 12 ถึง 15 กิโลกรัม/ครั้ง ใช้เวลาในการทอดประมาณ 30 นาที โดยใช้
ความร้อนจากหัวแก๊ส 1 หัว ใช้แก๊สหุงต้ม LPG จำนวน 15 กิโลกรัมต่อผลปาล์มทะลาย 1,000 กิโลกรัม
ทอดได้ครั้งละ 1 เตา อัตราเฉลี่ยการทอดวันละ 200 กิโลกรัม



ภาพประกอบ 51 ผลปาล์มที่มีขนาดมาตรฐาน



ภาพประกอบ 52 ผลปาล์มผ่านกระบวนการทอดระเหยน้ำ



ภาพประกอบ 53 เตาทอดผลปาล์มด้วยแก๊สหุงต้มก่อนการพัฒนา

แนวทางการพัฒนา เพื่อลดระยะเวลาการทอดขจัดความชื้นในผลปาล์ม และประหยัดพลังงาน จึงควรเปลี่ยนระบบการทอดโดยใช้เตาแก๊สให้มีระบบควบคุมร้อนออกจากปล่องควันไฟ ภาชนะใช้กระทะทอดจำนวน 3 ชุด เชื้อเพลิงใช้วัสดุไม้ฟืนจากท้องถิ่นในพื้นที่ เช่น เศษไม้ยาง เศษไม้เงาะ เศษไม้ทุเรียน เป็นต้น ราคาไม้ฟืน 0.50 บาท/กิโลกรัม จำนวนไม้ฟืน 150 กิโลกรัมต่อผลปาล์มทะลาย 1,000 กิโลกรัม

ผลที่คาดว่าจะได้รับ จากการพัฒนาระบบการทอดผลปาล์ม ซึ่งเดิมสามารถทอดผลปาล์มได้ประมาณ 200 กิโลกรัม/วัน และสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงแก๊สหุงต้ม LPG จำนวน 15 กิโลกรัมจะสามารถเพิ่มปริมาณการทอดได้ไม่น้อยกว่า 480 กิโลกรัมต่อวัน ช่วยลดระยะเวลาการทอดขจัดความชื้นในผลปาล์มไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 และลดต้นทุนค่าเชื้อเพลิงได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

3. กระบวนการหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบจากผลปาล์มทอดสุก (Extruder)

ก่อนการพัฒนา กระบวนการหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบ เดิมมีขั้นตอนดังนี้

3.1 ใช้แรงงานคนลำเลียงผลปาล์มทอดสุก ขนใส่ภาชนะขึ้นเตาหุงเครื่องหีบสกัด ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองแรงงาน

3.2 เครื่องหีบสกัด ขนาดโครงเครื่อง 750 มิลลิเมตร x 3,000 มิลลิเมตร x 1,080 มิลลิเมตร โครงเครื่องทำจากเหล็กเหนียวน้ำหนัก 1,500 กิโลกรัม กำลังผลิต 2 ตันผลปาล์มต่อวัน ใช้มอเตอร์ขนาด 30 Hp 380 V ชุดเกียร์ ชุดเกลียว ชุดแหวนสกัดน้ำมัน ทำจากเหล็กชุบแข็ง ดังภาพประกอบ 54 ทำการบีบอัดผลปาล์ม โดยใส่ผลปาล์มทอดสุกลงทางด้านบนของช่องใส่ผลปาล์ม เครื่องบีบน้ำมันจากผลปาล์มทอดสุกจะบีบอัดผลปาล์มทอดสุกให้แยกเป็นน้ำปาล์มดิบที่อุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซลเซียส และกากผลปาล์มแห้ง ดังภาพประกอบ 55

3.3 น้ำมันปาล์มดิบจากการบีบอัด จะไหลลงสู่ตะแกรงกรองละเอียดด้านล่างซึ่งมีกากสไลด์ปาล์มหยาบและละเอียดปนเปื้อนจำนวนมาก ทำให้เกิดการอุดตันในตะแกรงกรองละเอียดต้องใช้แรงงานคนช่วยกวาดและตักกากปาล์มเปียกออกจากตะแกรงกรอง ดังภาพประกอบ 56 และภาพประกอบ 57



ภาพประกอบ 54 เครื่องหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบ



ภาพประกอบ 55 กากปลั้มแห้งจากเครื่องหีบสกัดฯ



ภาพประกอบ 56 กรองน้ำมันปลั้มดิบด้วยตะแกรงกรอง



ภาพประกอบ 57 กากปลั้มเปียกที่ตัดจากตะแกรงกรอง

แนวทางการพัฒนา เพื่อลดแรงงานคนและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในกระบวนการบีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบ จึงควรพัฒนาระบบผลิตดังนี้

3.1 พัฒนาระบบทอส่งลำเลียง (Screw Conveyor) ขนาด 12 นิ้ว x 4 เมตร ทำด้วยเหล็กหนา 3 มิลลิเมตร มีชุดกรวยรับด้านล่างขับเคลื่อนด้วย มอเตอร์ไฟฟ้า ชนิด Geared Motor ขนาด 3 Hp 380 V เพื่อลำเลียงผลปาล์มทอดสุกขึ้นสู่เครื่องหีบสกัดด้านบนแทนแรงงานคน

3.2 พัฒนาสร้างกระบอกทำด้วยเป็ปเหล็ก ขนาด 4 นิ้ว x 80 เซนติเมตร รองรับน้ำมันปาล์มดิบจากเครื่องหีบสกัด พร้อมติดตั้งระบบอุ่นน้ำมันปาล์มดิบด้วย Heater ขนาด 3,000 วัตต์ 220 โวลต์ ต่อท่อเป็ปแยกขึ้น ขนาด 1.5 นิ้ว ด้วยระบบน้ำล้นเพื่ออุ่นน้ำมันปาล์มดิบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เพื่อช่วยลดความหนืดของน้ำมันปาล์มดิบ ก่อนไหลลงสู่เครื่องกรองแยกกากสลัดจ์แบบสั่น เพื่อแยกกากสลัดจ์ปาล์มชนิดหยาบออกจากน้ำมันปาล์มดิบ

3.3 ติดตั้งตะแกรงกรองหยาบ ขนาด 0.5 x 0.5 มิลลิเมตร² ทำงานระบบสั่นด้วยลูกตุ้มเหวี่ยง ซึ่งขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 1/2 Hp 220 V เพื่อแยกกากสลัดจ์ปาล์มชนิดหยาบออกจากน้ำมันปาล์มดิบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แทนแรงงานคน

3.4 ติดตั้งถังเหล็กสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาดความจุ 450 ลิตร เพื่อรองรับน้ำมันปาล์มดิบที่ผ่านการแยกกากสลัดจ์ปาล์มชนิดหยาบแล้ว พร้อมติดตั้งระบบอุ่นน้ำมันปาล์มดิบที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ด้วย Heater ขนาด 3,000 วัตต์ 220 โวลต์ จำนวน 1 ชุด เพื่อคัมน้ำมันให้ร้อนที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ช่วยลดความหนืดของน้ำมันปาล์มดิบและไล่ความชื้นในน้ำมัน โดยใช้ใบกวนน้ำมันช่วยกระจายความร้อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 1/3 Hp 220 V ลดรอบความเร็วใบกวนน้ำมันเหลือ 50 รอบ/นาที ด้วยระบบสายพานทอดรอบ จำนวน 2 ชุด ก่อนปั๊มส่งน้ำมันปาล์มดิบเข้าสู่เครื่องกรองคักแยกกากสลัดจ์ปาล์มชนิดละเอียดแบบผ้า

ผลที่คาดว่าจะได้รับ จากการพัฒนาระบบการหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบ ซึ่งเดิมต้องใช้แรงงานคน 6 คน และใช้เวลาในการหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบพร้อมกรองกากสลัดจ์ปาล์มหยาบเป็นเวลา 8 ชั่วโมง/น้ำมันปาล์มดิบ 250 ลิตร จะสามารถลดแรงงานคนเหลือเพียง 2 คน ช่วยลดแรงงานในกระบวนการผลิตได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 และคาดว่าจะใช้เวลาในการหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบพร้อมกรองกากสลัดจ์ปาล์มชนิดหยาบ เพียง 4 ชั่วโมงต่อน้ำมันปาล์มดิบ 250 ลิตร (ตามสมรรถนะของเครื่องหีบสกัดน้ำมันปาล์ม) ซึ่งสามารถลดระยะเวลาในกระบวนการผลิตดังกล่าวได้ประมาณร้อยละ 50

4. การแปรรูปน้ำมันปาล์ม (ระบบคิกัม)

ก่อนการพัฒนา กระบวนการแปรรูปเพื่อแยกยางเหนียวในน้ำมันปาล์มดิบ เดิมใช้น้ำมันปาล์มดิบที่ไม่ผ่านกระบวนการแยกกากสลัดจ์ปาล์มชนิดละเอียด จำนวน 250 ลิตรต่อ 1 กระบวนการผลิต ดังภาพประกอบ 58 เข้าสู่กระบวนการแปรรูปโดยใช้แรงงานคนขนถ่ายน้ำมันปาล์มดิบขึ้นบันได ซึ่งเสี่ยงต่อการหกของน้ำมัน เสียเวลาและสิ้นเปลืองแรงงาน อีกทั้งยังได้ปริมาณน้ำมันปาล์ม CPO ภายหลังจากกระบวนการคิกัมจำนวนน้อยมาก เนื่องจากมีกากสลัดจ์ปาล์มละเอียดจำนวนมากปนเปื้อนในน้ำมันปาล์มดิบก่อนทำปฏิกิริยาคิกัม เมื่อถ่ายยางเหนียวออกภายหลังจากปฏิกิริยา ก็จะมีกากสลัดจ์ปาล์มละเอียดตกตะกอนเพื่อถ่ายทิ้งอีกจำนวนหนึ่ง ดังภาพประกอบ 59 คงเหลือน้ำมันปาล์ม CPO เข้าสู่กระบวนการผลิตไบโอดีเซลเพียงร้อยละ 60 หรือประมาณ 150 ลิตร



ภาพประกอบ 58 น้ำมันปาล์มดิบที่ใช้ทำคิกัม



ภาพประกอบ 59 ถ่ายยางเหนียวและตะกอนปนเปื้อน

แนวทางการพัฒนา เพื่อลดแรงงานคน ลดระยะเวลาและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ในกระบวนการดักกัม จึงควรพัฒนาระบบดังนี้

4.1 ติดตั้งเครื่องกรองชนิดละเอียดแบบผ้า (Filter Press) เพื่อกรองดักแยกกากสัจจปาฬัฒละเอียดขนาด 28 แผ่น 14 วาล์ว ความละเอียด 1 ไมครอน จำนวน 1 ชุด ทำงานด้วยระบบปั๊มส่งแรงดันโดยใช้ปั๊มมอเตอร์ไฟฟ้า ชนิด Geared Pump Motor ขนาด 1 Hp 380 V พร้อมติดตั้งระบบปั๊มลมช่วย 1 ระบบ

4.2 ติดตั้งถังเหล็กสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาดความจุ 250 ลิตร เพื่อรองรับน้ำมันปาฬัฒดิบที่ผ่านการแยกกากสัจจปาฬัฒละเอียดแล้ว พร้อมติดตั้งระบบท่อ (Piping) ปั๊มส่งน้ำมันปาฬัฒดิบสู่ถังดักกัม แทนแรงงานคนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ชนิด Geared Pump Motor ขนาด 1 Hp 380 V

ผลที่คาดว่าจะได้รับ จากการพัฒนาระบบแปรรูปน้ำมันปาฬัฒ (ระบบดักกัม) ซึ่งเดิมต้องใช้แรงงานคน อย่างน้อย 2 คน สำหรับขนถ่ายน้ำมันปาฬัฒดิบซึ่งปนเปื้อนกากสัจจปาฬัฒจำนวน 250 ลิตร ขึ้นบันไดสู่ถังดักกัมด้านบน ซึ่งสิ้นเปลืองแรงงานและเสียเวลาอย่างน้อย 1/2 ชั่วโมง สามารถปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตโดยเพิ่มขั้นตอนการกรองดักแยกกากสัจจปาฬัฒละเอียดด้วยเครื่องกรองชนิดละเอียดแบบผ้า (Filter Press) ความละเอียด 1 ไมครอน อีก 1 ขั้นตอน ก็จะได้ น้ำมันปาฬัฒดิบคุณภาพดีไม่มีกากตะกอนปนเปื้อน จำนวน 250 ลิตร เข้าสู่ระบบดักกัม โดยใช้ผู้ควบคุมกระบวนการกรองและปั๊มส่งน้ำมันปาฬัฒดิบเพียง 1 คน และไม่สิ้นเปลืองแรงงาน เป็นการลดแรงงานคนไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 รวมทั้งสามารถเพิ่มปริมาณน้ำมันปาฬัฒ CPO ภายหลังกระบวนการดักกัม อย่างน้อยร้อยละ 35 เพื่อนำไปสู่กระบวนการผลิตไบโอดีเซลในลำดับต่อไป

5. ระบบน้ำที่ใช้ในกระบวนการล้างยางเหนียว และล้างกลีเซอริน

ก่อนการพัฒนา กระบวนการล้างยางเหนียวด้วยน้ำในระบบดักกัม และกระบวนการล้างไบโอดีเซลด้วยน้ำเพื่อตกตะกอนกลีเซอริน เดิมใช้น้ำประปาหมู่บ้านอุ่นให้ร้อนด้วยเครื่องทำน้ำอุ่น ซึ่งควบคุมอุณหภูมิได้เพียง 40 องศาเซลเซียส และบางเวลาแรงดันน้ำประปาไม่เพียงพอ ทำให้ไม่สามารถทำน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสได้

แนวทางการพัฒนา ควรเพิ่มระบบทำความร้อนของน้ำประปาด้วย Heater ขนาด 3,000 วัตต์ 220 โวลต์ ทำอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ในภาชนะอลูมิเนียม ขนาดความจุ 60 ลิตร พร้อมติดตั้งระบบปั๊มน้ำด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 1/2 Hp 220 V เพื่อปั๊มส่งน้ำประปาที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเข้าสู่กระบวนการล้างในถังปฏิกริยาดักกัมและถังปฏิกริยาไบโอดีเซล

ผลที่คาดว่าจะได้รับ กระบวนการล้างน้ำในระบบผลิต มีผลต่อคุณภาพน้ำมัน CPO และคุณภาพไบโอดีเซล ซึ่งหากน้ำไม่สะอาดหรือไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ จะทำให้มีสารปนเปื้อนตกค้างในไบโอดีเซล และมีผลให้น้ำมันไบโอดีเซลไม่ผ่านค่ามาตรฐานไบโอดีเซลตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน

ขั้นตอนการพัฒนาการผลิตไบโอดีเซล



ขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซล

จากแผนผังขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซล สามารถแบ่งขั้นตอนได้ดังนี้

1. กระบวนการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันอิสระ

ก่อนการพัฒนา กรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบในสภาพปกติจะมีกรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid) อยู่ระหว่างร้อยละ 2 ถึง 6 ซึ่งกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจำเป็นต้องควบคุมและลดกรดไขมันอิสระให้มีค่าไม่เกินร้อยละ 1.5 เพราะจะทำให้การทดสอบความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซลเมื่อกระบวนการแล้วเสร็จได้ค่าของความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซลมากกว่าร้อยละ 96 เหลือส่วนที่เป็นน้ำมันปาล์มปนอยู่ในไบโอดีเซลประมาณร้อยละ 4 ซึ่งในการตรวจวิเคราะห์ต้องใช้เครื่องมือที่มีความละเอียดในการตรวจสอบและทดสอบ แต่เครื่องมือในการตรวจวิเคราะห์ที่ใช้งานอยู่เดิมมีคุณภาพต่ำ ทำให้ขาดความแม่นยำในการตรวจวิเคราะห์ ซึ่งมีผลต่อคุณภาพไบโอดีเซลภายหลังการผลิต



ภาพประกอบ 60 ตรวจหาร้อยละกรดไขมันอิสระ

แนวทางการพัฒนา เพื่อคุณภาพของไบโอดีเซลที่ได้จากกระบวนการผลิตให้ได้มาตรฐานตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน จึงควรจัดหาอุปกรณ์เครื่องมือตรวจวัดที่มีความละเอียดในการตรวจสอบและทดสอบ เช่น เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ทศนิยม 2 ตำแหน่ง Hot Plate With Magnetic Stirrer Centrifuge Tube 100 มิลลิลิตร เครื่องไมโครเวฟ ที่จับคอนเดนเซอร์โลหะ ฯลฯ เพื่อตรวจหาค่า FFA ทั้งก่อนและหลังการผลิต รวมทั้งตรวจหาค่าความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซลก่อนนำไปใช้งาน

ผลที่คาดว่าจะได้รับ จากอุปกรณ์เครื่องมือที่มีความละเอียดสูง จะทำให้เกิดความแม่นยำในกระบวนการตรวจสอบ ทำให้สามารถควบคุมกระบวนการเกิดปฏิกิริยาไบโอดีเซลให้ได้มาตรฐานตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน

2. กระบวนการผสมสารเคมีเพื่อทำปฏิกิริยาไบโอดีเซล

ก่อนการพัฒนา สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการทำปฏิกิริยาลดกรดไขมันอิสระและทำปฏิกิริยาไบโอดีเซลต้องใช้เมทานอลผสมกับกรดซัลฟิวริกความเข้มข้นร้อยละ 98 และผสมกับโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 90 ซึ่งมีความเป็นกรดและด่างเข้มข้นในกระบวนการผลิตเดิมใช้วิธีการผสมสารเคมีแล้วให้คนขนย้ายขึ้นไปเทใส่ถังเคมีด้านบน ซึ่งเสี่ยงต่อการถูกสารเคมีหกใส่เป็นอันตรายต่อร่างกายมาก ดังภาพประกอบ 61



ภาพประกอบ 61 การเทสารเคมีลงในถังเคมีก่อนทำปฏิกิริยา

แนวทางการพัฒนา เพื่อความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน จึงควรพัฒนาระบบการผสมสารเคมีดังนี้

2.2.1 พัฒนาสร้างถังผสมสารเคมีพร้อมใบกวนช่วยในการผสม ทำงานด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 1/4 Hp 220 V ลดความเร็วรอบด้วยระบบสายพานทดรอบ ติดตั้งในห้องควบคุมและเก็บสารเคมี

2.2.2 สร้างห้องเก็บสารเคมี เพื่อใช้เก็บสารเคมีที่มีฤทธิ์รุนแรง และเมทานอลซึ่งเป็นวัตถุไวไฟ

2.2.3 พัฒนาระบบปั๊มส่งสารเคมีขึ้นสู่ถังปฏิกิริยาไบโอดีเซล โดยใช้ปั๊มเคมี ขนาด 90 W 220V พร้อมระบบท่อส่ง

ผลที่คาดว่าจะได้รับ จากการพัฒนาจะช่วยลดความเสี่ยงต่อการถูกสารเคมีหกใส่ผู้ปฏิบัติงาน มีสถานที่จัดเก็บสารเคมีที่ปลอดภัย และช่วยป้องกันการเกิดอัคคีภัย

3. ระบบถังดักแยกน้ำมันและน้ำ

ก่อนการพัฒนา ระบบถังดักแยกน้ำมันและน้ำมีประโยชน์ในการดักแยกน้ำมันที่ปนมากับน้ำล้าง ดังภาพประกอบ 62 ซึ่งสามารถนำน้ำมันที่ดักแยกกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่ได้ สำหรับกระบวนการผลิตเดิมมีถังแยกน้ำมันและน้ำออกจากกันที่ได้ถึงดีกั้มไม่เพียงพอ



ภาพประกอบ 62 ถังดักแยกน้ำมันและน้ำ

แนวทางการพัฒนา สร้างถังดักแยกน้ำมันและน้ำ ขนาด 500 ลิตร ถังใส่ยางเหนียว ขนาด 250 ลิตร และถังแยกเกลือรีนขนาด 250 ลิตร เพื่อแยกชั้นของน้ำมันที่ปนออกมากับน้ำทิ้ง ผลที่คาดว่าจะได้รับ สามารถนำน้ำมันที่แยกชั้นกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตได้ บางส่วนก่อนปล่อยน้ำทิ้งลงสู่บ่อบำบัดแบบแยกชั้น

4. ระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย

ก่อนการพัฒนากระบวนการผลิตเดิมไม่มีระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย โดยใช้วิธีการปล่อยน้ำเสียลงดิน ก่อให้เกิดเป็นมลพิษสิ่งแวดล้อม เนื่องจากยังมีไขมันและสบูหลงเหลืออยู่ในน้ำทิ้ง

แนวทางการพัฒนา สร้างบ่อดักเก็บน้ำเสีย ขนาดบ่อละ 1,500 ลิตร ทำจากวัสดุปูนซีเมนต์ลึก 1 เมตร มีท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว ต่อเชื่อมบ่อบำบัดแบบต่อเนื่องจำนวน 3 บ่อ ลักษณะการต่อท่อ PVC โดยการต่อท่อน้ำล้นเพื่อให้สบู่และไขมันมีเวลาแยกชั้นออกจากกัน

ผลที่คาดว่าจะได้รับลดปัญหาสิ่งแวดล้อม จากการพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียผ่านบ่อดักไขมันไม่เป็นภัยต่อสิ่งแวดล้อม

5. ระบบกรองและตกผลึกไบโอดีเซล (กรองเกลือและกรองผ่านไส้กรอง)

ก่อนการพัฒนา กระบวนการทำปฏิกิริยาไบโอดีเซล เมื่อถ่ายกลีเซอรินและผ่านกระบวนการล้างไบโอดีเซลแล้ว จะมีน้ำบางส่วนตกค้างในไบโอดีเซล ต้องทำการระเหยน้ำด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ซึ่งอาจมีน้ำและตะกอนบางส่วนปนเปื้อนในไบโอดีเซล จึงต้องนำไบโอดีเซลไปผ่านกระบวนการกรองเกลือ เนื่องจากเกลือมีคุณสมบัติช่วยดูดซับความชื้นและไม่ละลายในน้ำมัน จะทำให้เกิดการแยกชั้นของน้ำด้านล่าง สำหรับกระบวนการผลิตเดิมไม่มีถังเวียนระบบกรองเกลือและระบบกรองเกลือมีการแยกชั้นไม่ดีพอ รวมทั้งไม่มีระบบตกผลึกเย็นที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ทำให้ไบโอดีเซลที่จะนำไปใช้งานมีตะกอนขุ่น มีน้ำปนเปื้อน และเกิดไขไบโอดีเซลที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้เกิดปัญหาต่อเครื่องยนต์ที่นำไปใช้งาน



ภาพประกอบ 63 ถังกรองเกลือ



ภาพประกอบ 64 ระบบการกรองผ่านไส้กรอง

แนวทางการพัฒนา เพื่อคุณภาพไบโอดีเซลให้ได้มาตรฐานตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน และแก้ปัญหาเครื่องยนต์ขัดข้องขณะนำไปใช้งาน ควรพัฒนาระบบการกรองดังนี้

5.1 ติดตั้งถังสแตนเลส ขนาดความจุ 400 ลิตร เพื่อรองรับระบบกรองเกลือแบบไหลเวียน

5.2 พัฒนาระบบกรองเกลือใหม่ ทำด้วยท่อ PVC ขนาด 4 นิ้ว ไหลเวียนกรองเกลือด้วยระบบน้ำล้น จำนวน 3 ชุด ใช้เวลากรองเกลือ 5 รอบ เพื่อให้สามารถลดความเร็วในการกรองเกลือ จะสามารถแยกชั้นของน้ำและสิ่งปนเปื้อนในไบโอดีเซลได้สมบูรณ์ขึ้น

5.3 พัฒนาระบบตกผลึกเย็นที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เพื่อตกผลึกไขไบโอดีเซลที่อุณหภูมิต่ำ เป็นการแก้ปัญหาการตกไขไบโอดีเซลในเครื่องยนต์ที่นำไปใช้งาน

5.4 พัฒนาระบบกรองผ่านไส้กรองที่ความละเอียด 1 ไมครอน ต่อแบบขนาน โดยติดตั้งไส้กรองพร้อมวาล์วเปิดปิด จำนวน 10 ชุด เพื่อกรองดักแยกไขไบโอดีเซลที่อุณหภูมิต่ำและลดความเร็วในการกรองผ่านไส้กรอง เพื่อให้ได้น้ำมันไบโอดีเซล คุณภาพ B100 ตามมาตรฐานที่กำหนด

ผลที่คาดว่าจะได้รับ น้ำมันไบโอดีเซลที่ผ่านกระบวนการระเหยน้ำที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ผ่านกระบวนการกรองเกลือแบบไหลเวียน จำนวน 5 รอบ ผ่านกระบวนการตกผลึกเย็นที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และผ่านกระบวนการกรองผ่านไส้กรองความละเอียด 1 ไมครอน จะสามารถนำไปใช้งานกับเครื่องยนต์ชนิด 1 สูบ และ 4 สูบ ตามมาตรฐานคุณภาพไบโอดีเซล B100 ซึ่งกรมธุรกิจพลังงานกำหนด

6. การทดสอบความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล

ดำเนินการทดสอบคุณภาพไบโอดีเซลโดยใช้เตาไมโครเวฟ เรียกว่า “กระบวนการทดสอบแบบกะประมาณของปริมาณกลีเซอรินโดยกระบวนการทรานส์เอสเตอริฟิเคชันด้วยเตาไมโครเวฟ” ซึ่งเป็นกระบวนการทดสอบอย่างง่ายและรวดเร็ว ใช้เวลาในการทดสอบเพียงไม่เกิน 15 นาที ก็ทราบผล โดย รศ.ดร.ชาคริต ทองอุไร ผู้อำนวยการสถานวิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทนจากน้ำมันปาล์มและพืชน้ำมัน เป็นผู้คิดค้นและจดอนุสิทธิบัตร พร้อมทั้งเผยแพร่ความรู้แบบให้เปล่า ซึ่งผู้สนใจสามารถนำกระบวนการทดสอบนี้ไปใช้ได้ ก่อนนำไปใช้งานกับเครื่องยนต์



ค่าสัดส่วนความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล	ค่าความเข้มข้นของกลีเซอริน	ค่าความเข้มข้นของน้ำ	ค่าความเข้มข้นของกรดไขมันอิสระ
0.00	0.00	0.00	0.00
0.01	0.01	0.01	0.01
0.02	0.02	0.02	0.02
0.03	0.03	0.03	0.03
0.04	0.04	0.04	0.04
0.05	0.05	0.05	0.05
0.06	0.06	0.06	0.06
0.07	0.07	0.07	0.07
0.08	0.08	0.08	0.08
0.09	0.09	0.09	0.09

ภาพประกอบ 65 ทดสอบค่าสัดส่วนความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล

กระบวนการทางเคมีในการผลิตไบโอดีเซลและการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

1. การคำนวณปริมาณกรดฟอสฟอริกที่ใช้ในกระบวนการดีกัม

ทฤษฎีใช้กรดฟอสฟอริกเข้มข้นปริมาณร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มดิบ ผสมกับน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1 ต่อ 9 โดยน้ำหนัก

หาน้ำหนักของน้ำมันปาล์มดิบปริมาตร 250 ลิตร (น้ำมันปาล์มดิบมีความหนาแน่น 0.9 กิโลกรัม/ลิตร)

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{น้ำหนัก}}{\text{ปริมาตร}}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นน้ำหนักของน้ำมันปาล์มดิบ} &= \\ &= \text{ความหนาแน่นของน้ำมันปาล์มดิบ} \times \text{ปริมาตรของน้ำมันปาล์มดิบ} \\ &= 0.9 \text{ กิโลกรัม/ลิตร} \times 250 \text{ ลิตร} \\ &= 225 \text{ กิโลกรัม} \end{aligned}$$

หาน้ำหนักของกรดฟอสฟอริกที่ใช้

$$\begin{aligned} \text{น้ำมันปาล์มดิบ 100 กิโลกรัมต้องใช้กรดฟอสฟอริกเข้มข้น 0.1 กิโลกรัม} \\ \text{น้ำมันปาล์มดิบ 225 กิโลกรัมต้องใช้กรดฟอสฟอริกเข้มข้น } &= \frac{0.1 \times 225}{100} \\ &= 0.225 \text{ กิโลกรัม} \end{aligned}$$

หาน้ำหนักน้ำที่นำมาผสมกับกรดฟอสฟอริก

$$\begin{aligned} &= 9(0.225) \quad \text{กิโลกรัม} \\ &= 2.025 \quad \text{กิโลกรัม} \end{aligned}$$

วิธีปฏิบัติใช้น้ำมา 2.025 กิโลกรัม (หรือตวงน้ำมา 2 ลิตร 25 มิลลิลิตร แล้วค่อย ๆ เทกรด 0.225 กิโลกรัม ลงผสมโดยมีการกวนตลอดเวลา (อย่าเทเร็วและอย่าเทรั้งละมาก ๆ เพราะกรดจะกระเด็นถูกตัวเราเป็นอันตราย) จากนั้นค่อย ๆ เทสารละลายกรดฟอสฟอริกที่เตรียมได้ลงในถังดีกัม

กรดฟอสฟอริก 0.225 กิโลกรัม + น้ำกลั่น 2.025 กิโลกรัม

(กรดฟอสฟอริก 1 ส่วนต่อ น้ำกลั่น 9 ส่วน โดยน้ำหนัก)

2. การวิเคราะห์หาปริมาณร้อยละของกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบ

2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

- 2.1.1 บิวเรตขนาด 25 หรือ 50 มิลลิลิตร
- 2.1.2 ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
- 2.1.3 กระบอกตวงขนาด 5 และ 50 มิลลิลิตร
- 2.1.4 กรวยแยกขนาด 250 มิลลิลิตร
- 2.1.5 ปีกเกอร์ขนาด 100 และ 250 มิลลิลิตร

2.2 สารละลายที่ใช้และวิธีเตรียม

2.2.1 สารละลายมาตรฐาน โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในน้ำกลั่นความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล เตรียมโดยชั่งโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 5.61 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรรวม 1 ลิตร

2.2.2 สารละลายฟีนอล์ฟทาไลน์อินดิเคเตอร์เข้มข้นร้อยละ 1 เตรียมโดยละลายฟีนอล์ฟทาไลน์ 1 กรัมในเอทานอล 100 มิลลิลิตร

2.2.3 สารละลายเอทานอลร้อยละ 95 ที่มีสภาพเป็นกลาง (ควรเตรียมเมื่อต้องการใช้งาน) เตรียมโดยหยดสารละลายฟีนอล์ฟทาไลน์ 5 ถึง 10 หยดลงในขวดเอทานอลความบริสุทธิ์ร้อยละ 95 ปริมาตร 200 มิลลิลิตร หยดสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่เตรียมไว้ทีละหยด พร้อมเขย่าขวดจนได้สีชมพูจางจาว จะได้เอทานอลที่เป็นกลางเก็บไว้ใช้งาน

2.3 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณร้อยละของกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบที่สกัดได้

2.3.1 ชั่งน้ำมันปาล์มที่มีลักษณะเป็นเนื้อเดียว ปริมาณดังแสดงในตารางข้างล่าง ให้ได้น้ำหนักแน่นอนใส่ในขวดรูปชมพู่ พร้อมบันทึกน้ำหนักน้ำมันปาล์มที่ใช้

ค่าของกรด	น้ำหนักน้ำมันปาล์ม ($\pm 10\%$) กรัม	ความละเอียดในการชั่ง $\pm$ กรัม
0-1	20	0.05
1-4	10	0.02
4-15	2.5	0.01
15-75	0.5	0.001
มากกว่า 75	0.1	0.0002

2.3.2 เติมสารละลายเอทานอลที่เป็นกลางปริมาตร 50 มิลลิลิตรลงในน้ำมันเขย่าให้น้ำมันปาล์มละลาย อาจใช้ความร้อนในกรณีที่น้ำมันไม่ละลายในสารละลายเอทานอล

2.3.3 เติมน้ำมันพืชฟีนอล์ฟทาไลน์ 2 มิลลิลิตร ลงในสารละลายในข้อ 2.3.2

2.3.4 ไตรเอครดด้วยสารละลายมาตรฐาน โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์จนสารละลายเริ่มเปลี่ยนสีเป็นสีชมพูอ่อนและคงตัวอยู่ 30 วินาที หยุดการไตรเอครดบันทึกปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้

2.4 วิธีคำนวณหาปริมาณร้อยละของกรดไขมันอิสระ (FFA)

$$\text{ใช้สูตรร้อยละ FFA} = \frac{\text{ปริมาตรสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ (ml)} \times 0.1 \times 25.6}{\text{น้ำหนักน้ำมันปาล์ม (กรัม)}}$$

หมายเหตุ กรณีหาปริมาณร้อยละของกรดไขมันอิสระหลังจากผ่านการทำให้เป็นไอโอดีเซลในขั้นที่หนึ่งก่อนทำขั้นตอนในข้อ 3 ให้ทำดังนี้

1. นำตัวอย่างน้ำมันในถังผลิตไบโอดีเซลมา 20 มิลลิลิตร เทใส่กรวยแยก เขย่าล้างด้วยน้ำอุ่นอุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส เพื่อดึงกรดซัลฟิวริกที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาออกจนหมด (ได้น้ำที่มีสมบัติเป็นกลาง)

2. ตั้งไว้ให้น้ำมันแยกชั้นและแยกน้ำมันมาต้มระเหยน้ำจนหมด

3. จากนั้นก็เริ่มวิธีการตามขั้นที่ 2.3.1 – 2.3.4 ของข้อ 2.3 โดยในขั้นนี้ให้ใช้น้ำมันประมาณ 1 กรัม

ตัวอย่างการคำนวณ

ใช้น้ำมันปาล์มดิบปริมาณ 2.55 กรัม ละลายในสารละลายเอทานอลที่เป็นกลาง 50 มิลลิลิตร เติมน้ำมันพืชฟีนอล์ฟทาไลน์ 2 มิลลิลิตร นำไปไตรเอครดกับสารละลายมาตรฐาน โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล ปริมาตรที่ใช้ไป 5 มิลลิลิตร

$$\text{ดังนั้นร้อยละ FFA} = \frac{5 \times 0.1 \times 25.6}{2.55} = 5$$

นั่นคือน้ำมันปาล์มดิบมีกรดไขมันอิสระเท่ากับร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก

3. การเตรียมสารเร่งปฏิกิริยาในขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซล

ในการเตรียมสารเร่งปฏิกิริยาในขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซลมีเทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลแบ่งได้เป็น 3 กระบวนการได้แก่

3.1 กระบวนการทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน (Transesterification Process)

กระบวนการทรานส์เอสเตอริฟิเคชันที่ใช้เบสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาและเมทานอล มีข้อดีคือ เป็นเทคโนโลยีที่มีการลงทุนไม่สูงนัก เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ใช้อุณหภูมิต่ำและความดันต่ำกว่า 2 บรรยากาศ ผลได้ของปฏิกิริยาสูงถึงร้อยละ 98 แต่กระบวนการนี้จะไม่เหมาะสมกับวัตถุดิบที่มีปริมาณกรดไขมันอิสระสูง เนื่องจากจะเกิดสบู่และส่งผลให้ผลได้ (Yield) ของกระบวนการผลิตลดลง

3.2 กระบวนการเอสเตอริฟิเคชัน (Esterification Process)

กระบวนการทรานส์เอสเตอริฟิเคชันที่ใช้กรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาและเมทานอลจะสามารถใช้ได้กับวัตถุดิบทุกชนิดและค่ากรดไขมันอิสระทุกระดับแต่ข้อด้อย คือใช้เวลาในการทำปฏิกิริยานานและใช้อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาสูงกว่าการใช้เบสเป็นสารเร่งปฏิกิริยา จึงทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยสูงกว่า

3.3 กระบวนการ 2 ขั้นตอน (Two-stage Process)

กระบวนการ 2 ขั้นตอนขั้นตอนที่ 1 เป็นปฏิกิริยาเอสเตอริฟิเคชันและขั้นตอนที่ 2 เป็นปฏิกิริยาทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน เป็นการแก้ปัญหาข้อด้อยของ 2 กระบวนการข้างต้น กล่าวคือสามารถใช้ได้กับน้ำมันที่มีค่ากรดไขมันอิสระสูง ในขณะเดียวกันก็มีการใช้พลังงานต่ำ โดยหลักการคือ ใช้กรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเปลี่ยนกรดไขมันอิสระที่อยู่ในน้ำมันให้เป็นสารเอสเทอร์ก่อน เป็นปฏิกิริยาเอสเตอริฟิเคชัน จากนั้นจึงใช้เบสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในกระบวนการทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน ถึงแม้ว่ากระบวนการนี้จะใช้พลังงานต่ำกว่ากระบวนการทรานส์เอสเตอริฟิเคชันที่ใช้กรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในขั้นตอนเดียว แต่หากวัตถุดิบมีค่ากรดสูงมาก ๆ กระบวนการในขั้นตอนแรกจะใช้เวลามากขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยของไบโอดีเซลสูงขึ้นตามไปด้วย

ทางผู้วิจัยได้เลือกใช้เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลแบบกระบวนการ 2 ขั้นตอน โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 เป็นปฏิกิริยาเอสเตอริฟิเคชันเพื่อลดกรดไขมันอิสระใช้กรดซัลฟิวริกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

- ข้อมูล
1. ในน้ำมันปาล์มดิบมีกรดไขมันอิสระร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก
 2. ใช้น้ำมันปาล์มดิบในการผลิต 250 ลิตร (ความหนาแน่นของน้ำมัน

ปาล์มดิบ = 0.9 กิโลกรัม/ลิตร)

ทฤษฎี 1. ต้องใช้เมทานอลร้อยละ 10 โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มดิบ ในการทำปฏิกิริยา

2. ต้องใช้กรดซัลฟิวริกความเข้มข้นร้อยละ 98 ในปริมาณร้อยละ 2

โดยปริมาตรของกรดไขมันอิสระ (ความหนาแน่นของกรดไขมันอิสระ = 0.9 กิโลกรัม/ลิตร)

การคำนวณหาปริมาณเมทานอลที่ใช้

$$\text{จากสูตรความหนาแน่น} = \frac{\text{น้ำหนัก}}{\text{ปริมาตร}}$$

$$\text{น้ำหนักของน้ำมันปาล์ม} = 250 \text{ ลิตร} \times 0.9 \text{ กิโลกรัม/ลิตร}$$

$$= 225 \text{ กิโลกรัม}$$

น้ำมันปาล์มดิบ 100 กิโลกรัม ต้องใช้เมทานอล = 10 กิโลกรัม

น้ำมันปาล์มดิบ 225 กิโลกรัม ต้องใช้เมทานอล = 10×250 กิโลกรัม

$$\frac{100}{= 25} \text{ กิโลกรัม}$$

การคำนวณหาปริมาณกรดซัลฟิวริกที่ใช้ (ร้อยละ 2 โดยปริมาตรของกรดไขมันอิสระ) ในน้ำมันปาล์มดิบมีกรดไขมันอิสระร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก

น้ำมันปาล์มดิบ 100 กิโลกรัม มีกรดไขมันอิสระ = 5 กิโลกรัม

น้ำมันปาล์มดิบ 225 กิโลกรัม มีกรดไขมันอิสระ = 5×225 กิโลกรัม

$$\frac{100}{= 11.25} \text{ กิโลกรัม}$$

ดังนั้นปริมาตรของกรดไขมันในน้ำมันปาล์มดิบ = 11.25 ลิตร

$$\frac{0.9}{= 12.5} \text{ ลิตร}$$

กรดไขมันอิสระ 100 ลิตร ต้องการกรดซัลฟิวริก = 2 ลิตร

ถ้ากรดไขมันอิสระ 12.5 ลิตร ต้องการกรดซัลฟิวริก = 2×12.5 ลิตร

$$\frac{100}{= 0.25} \text{ ลิตร}$$

$$= 250 \text{ มิลลิลิตร}$$

ดังนั้นในการเตรียมสารเร่งปฏิกิริยาในขั้นตอนที่ 1 ต้องนำเมทานอล 25 กิโลกรัม และค่อย ๆ เทกรดซัลฟิวริกปริมาตร 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงไปผสมโดยขณะผสมต้องคอยกวนให้สารผสมกันตลอดเวลา

ขั้นตอนที่ 2 เป็นปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันที่ใช้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (เบส) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

ทฤษฎี 1. ใช้เมทานอลร้อยละ 15 โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มดิบ

2. ใช้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 1 โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มดิบเป็น

ตัวเร่งปฏิกิริยารวมกับน้ำหนักโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ทำปฏิกิริยาเป็นกลางกับกรดซัลฟิวริกที่ใช้ ตัวเร่งปฏิกิริยาในขั้นตอนที่ 1

การคำนวณหาปริมาณเมทานอลที่ใช้ (ร้อยละ 15 โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มดิบ)

น้ำมันปาล์มดิบ 100 กิโลกรัม ต้องใช้เมทานอล = 15 กิโลกรัม

น้ำมันปาล์มดิบ 225 กิโลกรัม ต้องใช้เมทานอล = 15×225 กิโลกรัม

$$\frac{100}{= 33.75} \text{ กิโลกรัม}$$

4. วิธีทดสอบความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล

4.1 เตรียมสารละลายที่ใช้ทดสอบโดยผสมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 3 กรัม ลงใน เมทานอล 100 กรัม

4.2 นำไบโอดีเซลตัวอย่าง 20 กรัม ใส่ลงในหลอด Centrifugal

4.3 ใส่สารละลายจากข้อ 4.1 จำนวน 3 กรัมลงในหลอด Centrifugal

4.4 เขย่าและนำเข้าไมโครเวฟที่ความร้อนต่ำสุดเป็นเวลา 1.50 นาที

4.5 ตั้งทิ้งไว้ให้กลีเซอรินตก (ประมาณ 10 นาที) เพื่ออ่านปริมาณกลีเซอริน

4.6 เปรียบเทียบกับสมการ

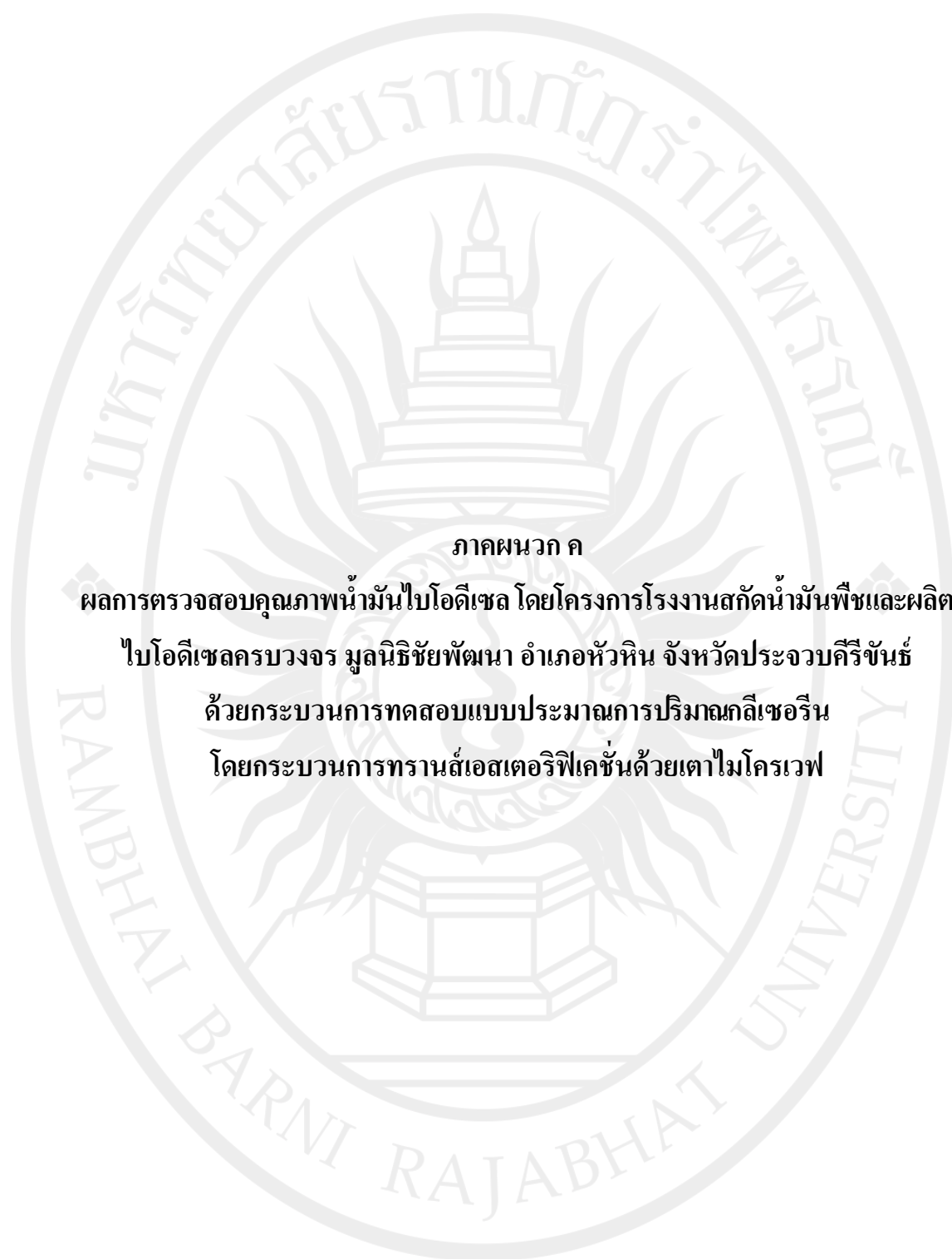
$$y = (0.0611 \times X) - 0.0144$$

เมื่อ y = ปริมาณกลีเซอริน (ml)

X = เปอร์เซ็นต์ไตรกลีเซอไรด์ที่เหลืออยู่

ร้อยละไบโอดีเซล = $100 - x$

หมายเหตุ กลีเซอริน (y) ที่ได้ควรมีน้อยกว่า 0.05 ml



ภาคผนวก ค

ผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำมันไบโอดีเซล โดยโครงการโรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิต
ไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี
ด้วยกระบวนการทดสอบแบบประมาณการปริมาณกลีเซอริน
โดยกระบวนการทรานส์เอสเตอริฟิเคชันด้วยเตาไมโครเวฟ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตัวอย่างที่ ๑ คือ ไปโอดีเซลก่อนการพัฒนา ตัวอย่างที่ 1

ตัวอย่างที่ ๒ คือ ไบโอดีเซลหลังการพัฒนา ตัวอย่างที่ 2

โรงงานถักค้ำน้ำมันพืชและผลิตไบโอดีเซลครบวงจร

มูลนิธิชัยพัฒนา

๓๔๔ ม.๑ ต.ไร่ใหม่พัฒนา อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี

ନି. ଗପ.ସମ. ଓ. ଲେଖକ

๑๒ กันยายน ๒๕๕๕

เรื่อง แจ้งผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำมันไบโอดีเซล

เรียน คณะบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตามที่ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและข้อมูลสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีได้ส่งตัวอย่างน้ำมันไบโอดีเซล จำนวน 2 ตัวอย่าง ให้ทางโครงการดำเนินการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์เมทิลเอสเตอร์ในตัวอย่างน้ำมันไบโอดีเซลให้นั้น ผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

ตัวอย่างที่

เปอร์เซ็นต์เมทิลเอสเตอร์ (%)

ad

1

56

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายจิระพงศ์ รักประสูตร)

ผู้จัดการ โครงการ โรงงานสกัดน้ำมันพืชฯ

ตัวอย่างที่ 1 คือ ไบโอดีเซลหลังการพัฒนา ตัวอย่างที่ 3

ตัวอย่างที่ 2 คือ ไบโอดีเซลหลังการพัฒนา ตัวอย่างที่ 4

โครงการจัดสร้างโรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิตไบโอดีเซลครบวงจร

มูลนิธิชัยพัฒนา

344 ม.1 ต.ไร่ใหม่พัฒนา อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี

ที่ ร.ส.บ. 6พ. 10/2555

21 มีนาคม 2555

เรื่อง รายงานผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันไบโอดีเซล

เรียน ผอ. โรงเรียนเนินทรายพิทยาคม

ตามที่ โรงเรียนเนินทรายพิทยาคม ได้ขอความอนุเคราะห์ให้ทางโครงการตรวจวิเคราะห์ความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล 2 ตัวอย่างนั้น ทางโครงการได้ตรวจวิเคราะห์เสร็จเรียบร้อยแล้ว ดังนี้

ตัวอย่างที่	วิธีการวิเคราะห์	เปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ (%)
1	ไมโครเวฟ	99.44
2	ไมโครเวฟ	98.95

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

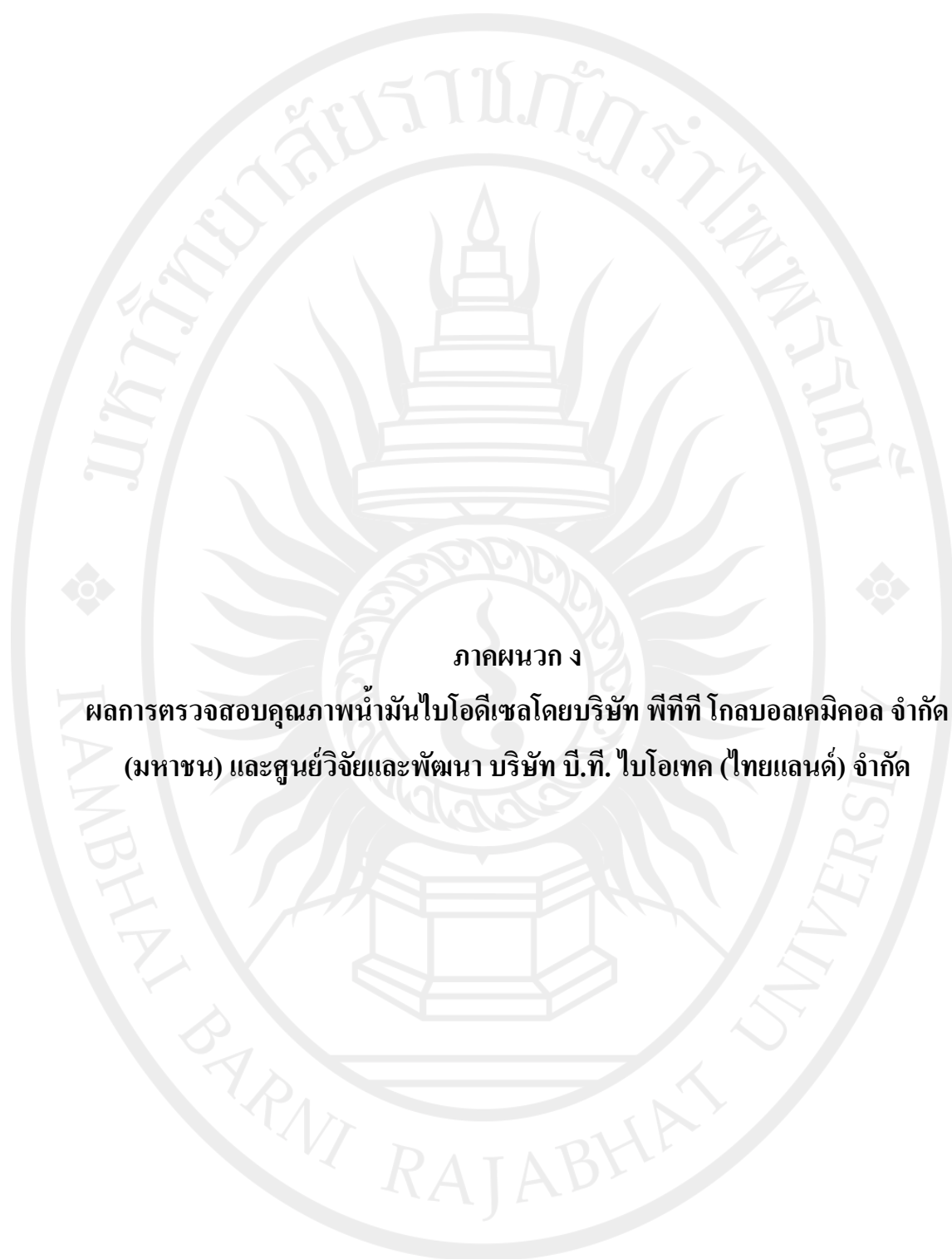
ขอแสดงความนับถือ



(นายจิระพงศ์ รักประสูตร)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ผู้จัดการโครงการ



ภาคผนวก ง
ผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำมันไบโอดีเซลโดยบริษัท พีทีที โกลบอลเคมีคอล จำกัด
(มหาชน) และศูนย์วิจัยและพัฒนา บริษัท บี.ที. ไบโอบเทค (ไทยแลนด์) จำกัด

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ที่ ศธ ๐๕๕๒.๐๔/๖๔๕

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี ๒๒๐๐๐

๒๕ พฤษภาคม ๒๕๕๕

เรื่อง ขอนำส่งตัวอย่างน้ำมันไบโอดีเซล B100 เพื่อทดสอบคุณภาพตามมาตรฐาน ASTM D-6751

เรียน คุณศานิตย์ รัตนกุล

สิ่งที่ส่งมาด้วย ตัวอย่างน้ำมันไบโอดีเซล B100 ตามมาตรฐาน ASTM D-6751

ด้วยคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ได้ดำเนินโครงการวิจัยตามแนวพระราชดำริ เพื่อเกิดพระเกียรติพระอัจฉริยภาพของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เรื่อง “การพัฒนาโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่จังหวัดตราด” ณ โรงสกัดน้ำมันปาล์มดิบแปรรูปการผลิตไบโอดีเซล โดยมีสถานที่ตั้งโครงการอยู่ที่โรงเรียนเนินทรายวิทยาคม เลขที่ ๑๕๒ หมู่ ๔ ตำบลเนินทราย อำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด มีความประสงค์ที่จะนำส่งน้ำมันไบโอดีเซล B100 ซึ่งผลิตจากผลปาล์มทะลายนำมาสกัดแปรรูปการผลิตไบโอดีเซล เพื่อทดสอบคุณภาพตามมาตรฐาน ASTM D-6751 โดยบริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) เป็นผู้ดำเนินการทดสอบ ซึ่งมีรายละเอียดการทดสอบตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่องกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน พ.ศ. ๒๕๕๐ ตามใบเสนอราคาเลขที่ ๑๐๑๑๐๐๒๒๔๖ ลงวันที่ ๒๕ พ.ค. ๒๕๕๕

จึงเรียนมาเพื่อดำเนินการทดสอบตามใบเสนอราคาต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์เดชา วงศ์แก้ว)

รักษาการคณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

นางศานิตย์ รัตนกุล

ผู้จัดการแผนก

หน่วยงานทดสอบสิ่งแวดล้อมและบริการภายนอก

๕/๐๕/๒๕๕๕

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์

โทร: ๐-๓๙๔๗-๑๐๖๒

โทรสาร: ๐-๓๙๔๗-๑๐๖๒



PTT GLOBAL CHEMICAL PUBLIC COMPANY LIMITED
LABORATORY OPERATION SERVICES, External and Environmental Testing Services
 24/9 Pakorn Songkhrao-Rat Road, Tambon Map Ta Phut, Amphoe Mueang Rayong,
 Rayong 21150 Thailand
 Tel : +66 (0) 3897-7531-3 Fax: +66 (0) 3897-7519

Page 1 of 2

CERTIFICATE OF ANALYSIS FOR		Certificate No.: COA-EX-1206-00015
BIODIESEL(B100)		Job No.: E1-EX-1205-001044
		Supplement to Certificate No.: -
Customer :	Rambhai Barni Rajabhat University	For : -
Address :	No. 41 Moo 5, Tambon Tha Chang, Amphoe Muang, Chanthaburi 22000.	
Telephone :	-	Fax : -

Sample Description			
Sample No. :	99-EX-E-O-1205022089	Sampling Point :	-
Sampling by :	Rambhai Barni U.	Sampling Date/Time :	May 25, 2012 / 09:00
Grade Name :	-	Lot No. :	-
Tested By :	Piyawan.P,Wirot.S,Wason.S,Pongpicha.B		
Tested Date :	May 29, 2012	Received Date :	May 28, 2012
Sample Condition :	Light Yellow Liquid / Plastic Bottle		

Test Item	Unit	Result	Specification	Test Method
1. Appearance	-	Clear,Bright	Report	Visual
2. Acid value	mg KOH/g	0.38	Report	Inhouse Method Base on DIN EN ISO 660-1996
3. Cloud Point	deg.C	16	Report	ASTM D 2500-05
4. Methanol	% wt	<0.01	Report	DIN EN 14110
5. Phosphorus	% wt	0.0003	Report	AOCS Official Method Ca 12-55 -93
6. Monoglyceride	% wt	0.18	Report	DIN EN 14105
7. Diglyceride	% wt	0.04	Report	DIN EN 14105
8. Triglyceride	% wt	0.05	Report	DIN EN 14105
9. Free Glycerine	% wt	<0.01	Report	DIN EN 14105
10. Total glycerine	% wt	0.06	Report	DIN EN 14105
11. Water Content	% wt	0.125	Report	ASTM E 203-01
12. Sulfated Ash	% wt	<0.005	Report	ASTM D 874-00
13. Carbon Residue on 10 % Distillation Residue	% wt	0.66	Report	Inhouse Method Base on ASTM D4530-03
14. Cold Filter Plugging Point	deg.C	12	Report	DIN EN 116
15. Copper Corrosion @ 50 oC	-	1a	Report	ASTM D 130-94 (Re.2000)E1
16. Density @ 15 oC	kg/m3	878	Report	ASTM D 4052-96 (2002) E1
17. Density @ 30 oC	kg/m3	867	Report	ASTM D 4052-96 (2002) E1
18. Total Contaminate	% wt	0.0014	Report	DIN EN 12662
19. Methyl Ester	% wt	96.71	Report	DIN EN 14103
20. Linolenic Acid Methyl Ester	% wt	0.39	Report	DIN EN 14103
21. Flash Point	deg.C	169.5	Report	ASTM D 93-02a Procedure A
22. Iodine Value	g Iodine/100 g	55.5	Report	ISO 3961-1996

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

Remark : 1. Reported results are as-received sample.
 2. This certificate shall not be reproduced except in full, without written approval of Laboratory Services, PTT Global Chemical Public Company Limited.
 3. * In this certificate are changed or additional.


PTT GLOBAL CHEMICAL PUBLIC COMPANY LIMITED

LABORATORY OPERATION SERVICES, External and Environmental Testing Services

24/9 Pakorn Songkhrao-Rat Road, Tambon Map Ta Phut, Amphoe Mueang Rayong,

Rayong 21150 Thailand

Tel : +66 (0) 3897-7531-3 Fax: +66 (0) 3897-7519

Page 2 of 2

CERTIFICATE OF ANALYSIS FOR		Certificate No.: COA-EX-1206-00015
BIODIESEL(B100)		Job No.: E1-EX-1205-001044
		Supplement to Certificate No.: -
Customer :	Rambhai Barni Rajabhat University	For : -
Address :	No. 41 Moo 5, Tambon Tha Chang, Amphoe Muang, Chanthaburi 22000.	
Telephone :	-	Fax : -

Sample Description			
Sample No. :	99-EX-E-O-1205022089	Sampling Point :	-
Sampling by :	Rambhai Barni U.	Sampling Date/Time :	May 25, 2012 / 09:00
Grade Name :	-	Lot No. :	-
Tested By :	Piyawan.P, Wirot.S, Wason.S, Pongpicha.B		
Tested Date :	May 29, 2012	Received Date :	May 28, 2012
Sample Condition :	Light Yellow Liquid / Plastic Bottle		

Test Item	Unit	Result	Specification	Test Method
23. Kinematic Viscosity @ 40 deg. C	cSt	4.617	Report	ASTM D 445-01
24. Group I Metal (Na+K)	ppm	0.22	Report	Inhouse Method Base on AAS. Technique
25. Group II Metal (Ca+Mg)	ppm	<1.0	Report	Inhouse Method Base on AAS. Technique
26. Oxidation Stability @110 oC	hrs	0.8	Report	DIN EN 14112:2003(E)
27. Sulfur Content	ppm wt	<3	Report	ASTM D2622

Notes :

Reported By :  (Miss Pornpip Suttiruk)
 (Supervisor)
 Date : June 01, 2012

Approved By :  (Mr.Sanit Rattanukul)
 (Supervisor)
 Date : June 01, 2012

Remark : 1. Reported results are as-received sample.
 2. This certificate shall not be reproduced except in full, without written approval of Laboratory Services, PTT Global Chemical Public Company Limited.
 3. * In this certificate are changed or additional.

ผลการทดสอบตัวอย่างน้ำมันไบโอดีเซล B100

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

โครงการวิจัยเรื่อง

"การพัฒนาโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่จังหวัดตราด"

รายการ	ข้อกำหนด	อัตราสูงสุด	ผลการทดสอบ
1 เมทิลเอสเทอร์ (Methyl Ester,	ร้อยละโดยน้ำหนัก (% wt.)	ไม่ต่ำกว่า 96.5	96.5
2 จำนวนซีเทน (Cetane Number)		ไม่ต่ำกว่า 51 (หมายเหตุ พลังงานต่ำกว่า Diesel 357, 22.5%)	68
3 คากถ่าน (ร้อยละ 10 ของกากที่เหลือจากการกลั่น (Carbon Residue, on 10% distillation residue, % wt.)	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่สูงกว่า 0.30	0.08
4 Rambotton Carbon Residue, % wt.			0.09
5 น้ำ (Water & Sediment	ร้อยละโดยน้ำหนัก (% wt.)	ไม่สูงกว่า 0.050	0.015
6 การกลั่น (ความบริสุทธิ์) (Distillaton)			82.50%

หมายเหตุ

ผลการทดสอบไม่สามารถนำไปอ้างอิงในการค้า และการขออนุญาตต่างๆ ได้
เนื่องจากการทดสอบ ตามตัวอย่างมีใช้กระบวนการผลิตทั้งหมด
เนื่องจากผลการวิเคราะห์เป็นผลในห้องวิจัยและพัฒนาของบจ. บิ.ที. ไบโอดีเซล (ไทยแลนด์)

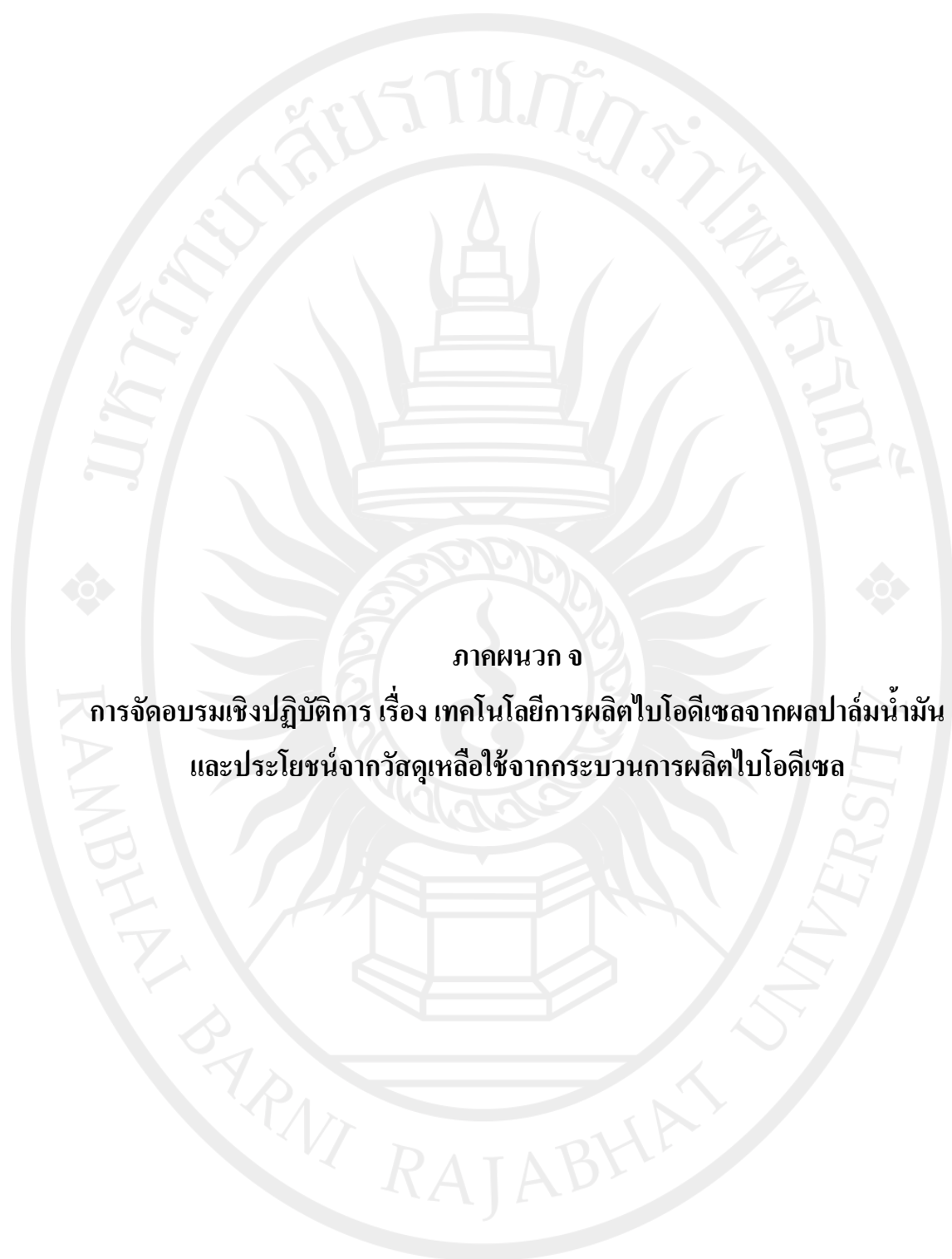
ศูนย์วิจัยและพัฒนา
บจ. บิ.ที. ไบโอดีเซล (ไทยแลนด์)

www.siambiodiesel.com

วันที่ 30 สิงหาคม พ.ศ. 2555



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาคผนวก จ

การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลจากผลปาล์มน้ำมัน
และประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ

เรื่อง เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลจากผลปาล์มน้ำมัน
และประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล

วันที่ 15-16 มีนาคม 2555

ณ ห้องประชุมและโรงสกัดน้ำมันปาล์มดิบแปรรูปไบโอดีเซล โรงเรียนเนินทรายวิทยาคม อำเภอ
เมืองตราด จังหวัดตราด

หน่วยงานสนับสนุน

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
โรงเรียนเนินทรายวิทยาคม

โครงการวิจัย : การพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรม
น้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด

**โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลจากผลปาล์มน้ำมันและประโยชน์
จากวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล**

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอณูนิศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

และ โรงเรียนเนินทรายวิทยาคม ตำบลเนินทราย อำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด

1. หลักการและเหตุผล

ประเทศไทยต้องนำเข้าพลังงานโดยเฉพาะน้ำมันดิบมากล้นเพื่อใช้ในประเทศจำนวนมาก จากรายงานของศูนย์ปฏิบัติการ สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน พบว่า ปีพ.ศ.2550 มีการนำเข้าน้ำมันดิบรวม 43,399 ล้านลิตร ประกอบกับประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีผลิตผลการเกษตรที่สามารถนำมาแปรรูปเป็นน้ำมันพืชที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ เช่น การผลิตไบโอดีเซล (ไบโอดีเซลเป็นน้ำมันพืชที่ผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีหรือ Transesterification process ด้วยแอลกอฮอล์เป็น Methyl ester, Ethyl ester และ Butyl ester) สำหรับใช้ทดแทนน้ำมันดีเซล ประกอบกับภาวะน้ำมันราคาสูงขึ้น รวมทั้งผลิตผลการเกษตรที่ล้นตลาด และราคาตกต่ำ ส่งผลให้ชุมชนมีภาระค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น

แนวทางหนึ่ง คือ การน้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์ใช้ โดยให้ชุมชนรู้จักผลิตพลังงานจากท้องถิ่น เพื่อนำมาใช้สำหรับกิจการภายในชุมชนเอง หากมีเหลือสามารถขายเพื่อนำรายได้เข้าชุมชนมากขึ้น มีการค้นคว้าหาพลังงานทดแทนใหม่ ๆ โดยเฉพาะที่ได้จากผลิตผลทางการเกษตร ซึ่งสามารถแปรรูปน้ำมันพืชให้เป็นไบโอดีเซล ที่เป็นพลังงานทดแทนทางเลือกหนึ่ง และสนองตอบต่อนโยบายของรัฐในการใช้พลังงานทดแทนที่สามารถผลิตขึ้นเองในประเทศ สามารถช่วยประหยัดเงินตราลดการพึ่งพาน้ำมันดิบจากต่างประเทศ ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก คือ คาร์บอนไดออกไซด์ และมลพิษทางอากาศอื่น ที่อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพอนามัย เช่น ฝุ่นละออง คาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มทางการเกษตร เป็นการลดรายจ่ายและเพิ่มรายได้ ในครัวเรือนของกลุ่มเกษตรกร

การพัฒนาโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่จังหวัดตราด ได้นำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการโครงการ ผลผลิตของโครงการ ได้แก่ น้ำมันไบโอดีเซล ชุมชนเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการจะนำผลปาล์มดิบมาลงทะเบียนแล้วบีบไบโอดีเซลกลับไปใช้กับเครื่องจักรกลการเกษตรในภาคเกษตรกรรมของตนเอง เช่น เครื่องสูบน้ำ รถแทรกเตอร์ รถไถเดินตาม รถอีแต่น ฯลฯ โดยไม่ต้องนำเงินในครอบครัวย้อนไปซื้อน้ำมันดีเซลจากซากฟอสซิล ซึ่งมีแต่จะลดน้อยลง และมีราคาแพงขึ้นทุกปี

ถือได้ว่าเป็นการลดรายจ่ายค่าครองชีพของประชาชนตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และยังเป็นการช่วยลดภาวะโลกร้อน เพราะไบโอดีเซลมีการเผาไหม้สมบูรณ์กว่าน้ำมันดีเซลจากฟอสซิล รวมทั้งไบโอดีเซลเป็นพลังงานทางเลือกหนึ่งที่มีศักยภาพสูงมากในปัจจุบันนี้

วัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล เช่น กากสลัดจ์ปาล์มสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการทำปุ๋ยหมักชีวภาพ กากทะลายปาล์มสามารถใช้เพาะเห็ดฟางเพื่อสร้างอาชีพเสริมเพิ่มรายได้ลดรายจ่ายในครัวเรือนแก่กลุ่มเกษตรกร นอกจากนี้วัสดุเหลือใช้จากการเพาะเห็ดฟางและเศษเห็ดฟางที่เหลือจากการคัดแต่งเห็ดก่อนออกจำหน่าย ยังสามารถนำกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพและปุ๋ยอินทรีย์น้ำ เพื่อใช้กับพืชผลการเกษตร เป็นการเพิ่มความสมบูรณ์ในดินตามวิธีเกษตรธรรมชาติ ช่วยลดค่าใช้จ่ายค่าซื้อปุ๋ยเคมีจากท้องตลาดที่มีราคาแพง และช่วยเพิ่มผลผลิตปาล์มทะลาย ทำให้มีรายได้เพิ่มจากอาชีพหลัก

2. วัตถุประสงค์โครงการ

2.1 เทิดพระเกียรติพระอัจฉริยภาพของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว โดยขยายผลและถ่ายทอดเทคโนโลยีของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่จังหวัดตราด ซึ่งเป็นโครงการตามแนวพระราชดำริ ให้มีการสืบสานมาประยุกต์ใช้ในพื้นที่จังหวัดตราด และจังหวัดใกล้เคียง

2.2 น้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อเป็นแนวทางการประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของชุมชนท้องถิ่นอย่างยั่งยืน โดยมีสถานศึกษาเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้สู่ชุมชน

2.3 ปลุกจิตสำนึกการดำรงชีวิตตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2.4 ส่งเสริมพลังงานทางเลือกและสร้างมูลค่าเพิ่มด้วยวัตถุดิบเหลือใช้ เพื่อเสริมสร้างรายได้แก่กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมัน

2.5 สร้างภูมิคุ้มกันเพื่อให้ชุมชนเข้มแข็ง เป็นกลไกที่มีความสามารถในการบริหารจัดการและมีส่วนร่วมในการพัฒนาคุณภาพชีวิต ให้เชื่อมโยงและเกื้อกูลกันเป็นสังคมสวัสดิการ

2.6 ประชาสัมพันธ์โครงการ ฯ เพื่อเป็นแหล่งศึกษาดูงาน กระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบระดับชุมชนที่มีคุณภาพ ในพื้นที่ภาคตะวันออก

3. กลุ่มเป้าหมาย

ผู้เข้าร่วมโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ จำนวน 230 คน ประกอบด้วย

3.1 กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกปาล์ม และกลุ่มสมาชิกเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ อำเภอเมืองตราด และอำเภอเขาสมิง จังหวัดตราด จำนวน 9 กลุ่ม ส่งตัวแทนเข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการ กลุ่มละ 10 คน รวม 90 คน

3.2 ครูในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 17 จำนวน 38 โรงเรียน
โรงเรียนละ 2 คน และคณะครูโรงเรียนเนนทรายวิทยาคม จำนวน 14 คน รวม 90 คน

3.3 ตัวแทนหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดตราด
สำนักงานเกษตรจังหวัดตราด สถานีพัฒนาที่ดินตราด องค์การบริหารส่วนจังหวัดตราด องค์การ
บริหารส่วนตำบลเนนทราย องค์การบริหารส่วนตำบลท่ากุ่ม องค์การบริหารส่วนตำบลวังตะเคียน
องค์การบริหารส่วนตำบลสะตอ องค์การบริหารส่วนตำบลห้วยแร้ง เทศบาลตำบลซำราก เทศบาล
ตำบลท่าพริกเนนทราย เทศบาลตำบลตะก่าง มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี วิทยาลัยเทคนิคตราด วิทยาลัยสารพัดช่างตราด
ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนจังหวัดตราด วิทยาลัยชุมชนตราด หอการค้าจังหวัดตราด สำนักงาน
ขนส่งจังหวัดตราด สำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดตราด ฯลฯ ประมาณ 40 คน

3.4 ตัวแทนสมาคมและกลุ่มอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น สมาคมประมงจังหวัดตราด กลุ่ม
เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง กลุ่มผู้ประกอบการรถแทรกเตอร์ ฯลฯ ประมาณ 10 คน

4. วัน เวลา

โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ “เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลจากผลปาล์มน้ำมัน และ
ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล” ระหว่างวันที่ 15 - 16 มีนาคม 2555

5. วิทยากร

5.1 นางสาวเบญจวรรณ อ่านเปรื่อง ผู้ว่าราชการจังหวัดตราด

5.2 ว่าที่ร้อยตรี ดร.อานนท์ สุขภาคกิจ ผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
เขต 17

5.3 คุณทรงวุฒิ โชติมา อุตสาหกรรมจังหวัดตราด

5.4 คุณมานะ บุญระมี เกษตรจังหวัดตราด

5.5 คุณโชตินันท์ เทียงสายสกุล ผู้อำนวยการสถานีพัฒนาที่ดินตราด

5.6 คุณจิระพงศ์ รักประสูตร ผู้จัดการโครงการโรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิต ไบโอดีเซล
ครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

5.7 คุณนิยม อภิบาลศรี ผู้เชี่ยวชาญปฏิกิริยาหมักชีวภาพและปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

5.8 นางสาวธารรัตน์ สร้อยเพชร นักเรียนทุนพระราชทาน ทุนการศึกษาสมเด็จพระบรม
โอรสาธิราชสยามมกุฎราชกุมาร จากโรงเรียนเนนทรายวิทยาคม

5.9 คุณสุเชษ สัมโย ผู้อำนวยการโรงเรียนเนนทรายวิทยาคม และประธานคณะกรรมการ
บริหารโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็ก เพื่อผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่จังหวัดตราด

6. สถานที่

6.1 อบรมภาคทฤษฎี ณ ห้องประชุม โรงเรียนเนินทรายวิทยาคม อำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด

6.2 อบรมเชิงปฏิบัติการ ณ โรงสกัดน้ำมันปาล์มดิบแปรรูปไบโอดีเซล โรงเรียนเนินทรายวิทยาคม อำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด

7. ผู้รับผิดชอบโครงการ

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีและโรงเรียนเนินทรายวิทยาคม ตำบลเนินทราย อำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด

8. ขั้นตอนการดำเนินงาน

8.1 รวบรวมผลปาล์มน้ำมันจากกลุ่มสมาชิกเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ อำเภอเมืองตราด และอำเภอเขาสมิง จังหวัดตราด จำนวน 4,000 กิโลกรัม และดำเนินการสกัดแปรรูปไบโอดีเซล เพื่อเตรียมการอบรมเชิงปฏิบัติการในแต่ละกระบวนการผลิต

8.2 นำวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล ไปขยายผลเตรียมการอบรมเชิงปฏิบัติการให้เกิดประโยชน์ด้านเกษตรกรรม เช่น เพาะเห็ดฟางจากกากทะลายปาล์ม ทำปุ๋ยหมักชีวภาพจากกากสับปะรด อาหารเสริมเลี้ยงสัตว์จากกากปาล์มแห้ง ฯลฯ

8.3 จัดทำเอกสาร

8.4 ดำเนินโครงการ

8.5 นำไบโอดีเซลจากกระบวนการผลิตคืนสู่ชุมชนกลุ่มสมาชิกผู้ปลูกปาล์ม เพื่อนำกลับไปใช้กับเครื่องจักรกลการเกษตรในภาคเกษตรกรรมของตนเอง เช่น เครื่องสูบน้ำ รถแทรกเตอร์ รถไถเดินตาม รถอีแต๋น ฯลฯ

8.6 ติดตามประเมินความพึงพอใจจากการใช้งานไบโอดีเซล ค่าใช้จ่ายที่ลดลงจากการใช้ไบโอดีเซลกับเครื่องจักรกลการเกษตร ค่าใช้จ่ายที่ลดลงจากการใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพของโครงการ รายได้เสริมจากการเพาะเห็ดฟางด้วยกากทะลายปาล์มในครัวเรือน รายได้เพิ่มจากผลผลิตปาล์มทะลาย เนื่องจากการเพิ่มความสมบูรณ์ในดินตามวิธีเกษตรธรรมชาติ

8.7 สรุปโครงการ

9. ค่าลงทะเบียนเข้าร่วมโครงการ

9.1 ไม่คิดค่าลงทะเบียนเข้าอบรมเชิงปฏิบัติการ ทั้งนี้โครงการฯ ได้จัดเตรียมอาหารกลางวัน พร้อมอาหารว่างให้ผู้เข้ารับการอบรมตลอดระยะเวลาการอบรม

9.2 ค่าที่พักและค่าพาหนะเดินทาง (ถ้ามี) ให้เบิกจากหน่วยงานต้นสังกัด

10. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

10.1 เกิดพระเกียรติพระอัจฉริยภาพของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว โดยขยายผลงานวิจัยตามแนวพระราชดำริ

10.2 ผู้เข้าร่วมอบรมเกิดจิตสำนึก และน้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงไปประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิต สร้างมูลค่าเพิ่มด้วยวัสดุเหลือใช้ ก่อให้เกิดการสร้างอาชีพเสริมเพิ่มรายได้ ลดค่าใช้จ่ายในครัวเรือน

10.3 ผลิตไบโอดีเซลชุมชนขึ้นให้กับสมาชิก เป็นการสร้างศักยภาพและความสามารถในการพัฒนาทางเศรษฐกิจ

10.4 กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกปาล์ม นำไบโอดีเซลซึ่งเป็นผลผลิตของโครงการไปใช้ ในภาคเกษตรกรรมเพื่อลดค่าใช้จ่าย และสามารถนำวัตถุดิบเหลือใช้ผลิตปุ๋ยใช้เองในภาคเกษตรกรรมของครัวเรือน เป็นการเพิ่มผลิตผลทางการเกษตร และลดค่าใช้จ่ายอีกทางหนึ่ง

10.5 สร้างความเข้มแข็งของชุมชนและสังคมให้เป็นรากฐานที่มั่นคงของประเทศ

10.6 ขยายผลและประชาสัมพันธ์โครงการ เพื่อเป็นแหล่งศึกษาดูงาน กระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบระดับชุมชนที่มีคุณภาพ ในพื้นที่ภาคตะวันออก

กำหนดการอบรมเชิงปฏิบัติการ

วันพฤหัสบดีที่ 15 มีนาคม 2555

เวลา	กิจกรรม
08.00– 09.00 น.	- ลงทะเบียน
09.00 – 12.00 น.	- การบรรยายเชิงปฏิบัติการ “ความรู้พื้นฐานและเทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซล” 1. ความต้องการไบโอดีเซลในปัจจุบัน 2. ราคาต้นทุนไบโอดีเซล 3. ความต้องการไบโอดีเซลที่สกัดจากผลปาล์ม 4. วิธีการสกัดแปรรูปน้ำมันปาล์ม โดย...คุณจิระพงศ์ รักประสูตร ผู้จัดการโครงการโรงงานสกัดน้ำมันพืช และผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนาอำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
12.00–13.00 น.	- รับประทานอาหารกลางวัน
	พิธีเปิดการอบรมสัมมนาเชิงปฏิบัติการ
13.00–13.30 น.	- กล่าวรายงานและกล่าวต้อนรับ โดย ผอ.สุเชษฐัมโย ผู้อำนวยการโรงเรียนเนินทรายวิทยาคม และประธาน คณะกรรมการบริหารโครงการฯ - ประธานในพิธีกล่าวเปิดการอบรมสัมมนาเชิงปฏิบัติการและบรรยายพิเศษ เรื่อง “การน้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงประยุกต์ใช้ในการ ดำรงชีวิต” โดย...นางสาวเบญจวรรณ อ่านเปรื่อง ผู้ว่าราชการจังหวัดตราด
13.30–14.30 น.	- บรรยายพิเศษเรื่อง “นโยบายการศึกษาตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง” โดย...ว่าที่ร้อยตรี ดร.อานนท์ สุขภาคกิจ ผู้อำนวยการ สพม. เขต 17
14.50 – 15.10 น.	- บรรยายพิเศษเรื่อง “นโยบายของรัฐกับการส่งเสริมอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน (ภาคอุตสาหกรรม)” โดย...คุณทรงวุฒิ โชติมา อุตสาหกรรมจังหวัดตราด

กำหนดการอบรมเชิงปฏิบัติการ (ต่อ)

- 15.10 – 15.30 น. “นโยบายของรัฐกับการส่งเสริมอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน (ภาคเกษตรกรรม)”
โดย...คุณมานะ บุญระมี เกษตรจังหวัดตราด
- 15.30 – 15.50 น. “นโยบายของรัฐกับการส่งเสริมอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน (ด้านพัฒนาที่ดิน)”
โดย...คุณโชตินันท์ เทียงสายสกุล ผู้อำนวยการสถานีพัฒนาที่ดินตราด
- 15.50 – 16.00 น. - การนำเสนอกระบวนการเรียนรู้ทางการศึกษาเรื่อง
“ปาล์มน้ำมันกับการบูรณาการภายในสถานศึกษา”
โดย...น.ส.ธารารัตน์ สร้อยเพชร นักเรียนทุนพระราชทาน ทุนการศึกษา
สมเด็จพระบรมโอรสาธิราชสยามกุฎราชกุมาร จากโรงเรียนเนินทราย
วิทยาคม

วันศุกร์ที่ 16 มีนาคม 2555

- | เวลา | กิจกรรม |
|------------------|---|
| 08.30 - 10.30 น. | - การบรรยายเชิงปฏิบัติการ
“การทำปฏิกิริยาไบโอดีเซล และการล้างไบโอดีเซล”
โดย...คุณจิระพงษ์ รักประสูตร ผู้จัดการโครงการโรงงานสกัดน้ำมันพืช
และผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา อำเภอหัวหิน
จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ |
| 10.50 – 12.00 น. | - การบรรยายเชิงปฏิบัติการ
“การกรองและการทดสอบคุณภาพไบโอดีเซล”
“ทดลองใช้งานไบโอดีเซล”
โดย...คุณจิระพงษ์ รักประสูตร |
| 12.00 – 13.00 น. | - รับประทานอาหารกลางวัน |
| 13.00 – 13.45 น. | - บรรยายเรื่อง
“ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้จากการผลิตไบโอดีเซลด้วยปาล์มน้ำมัน”
โดย...คุณจิระพงษ์ รักประสูตร |
| 13.45–14.30 น. | - บรรยายเรื่อง
“ปุ๋ยหมักชีวภาพและการผลิตปุ๋ยอินทรีย์สูตรน้ำ เพื่อเพิ่มผลผลิตในสวน
ปาล์ม”
โดย...คุณนิคม อภิบาลศรี หมอдинอาสาดีเด่น ผู้เชี่ยวชาญการผลิตปุ๋ยหมัก
ชีวภาพและปุ๋ยอินทรีย์น้ำ |

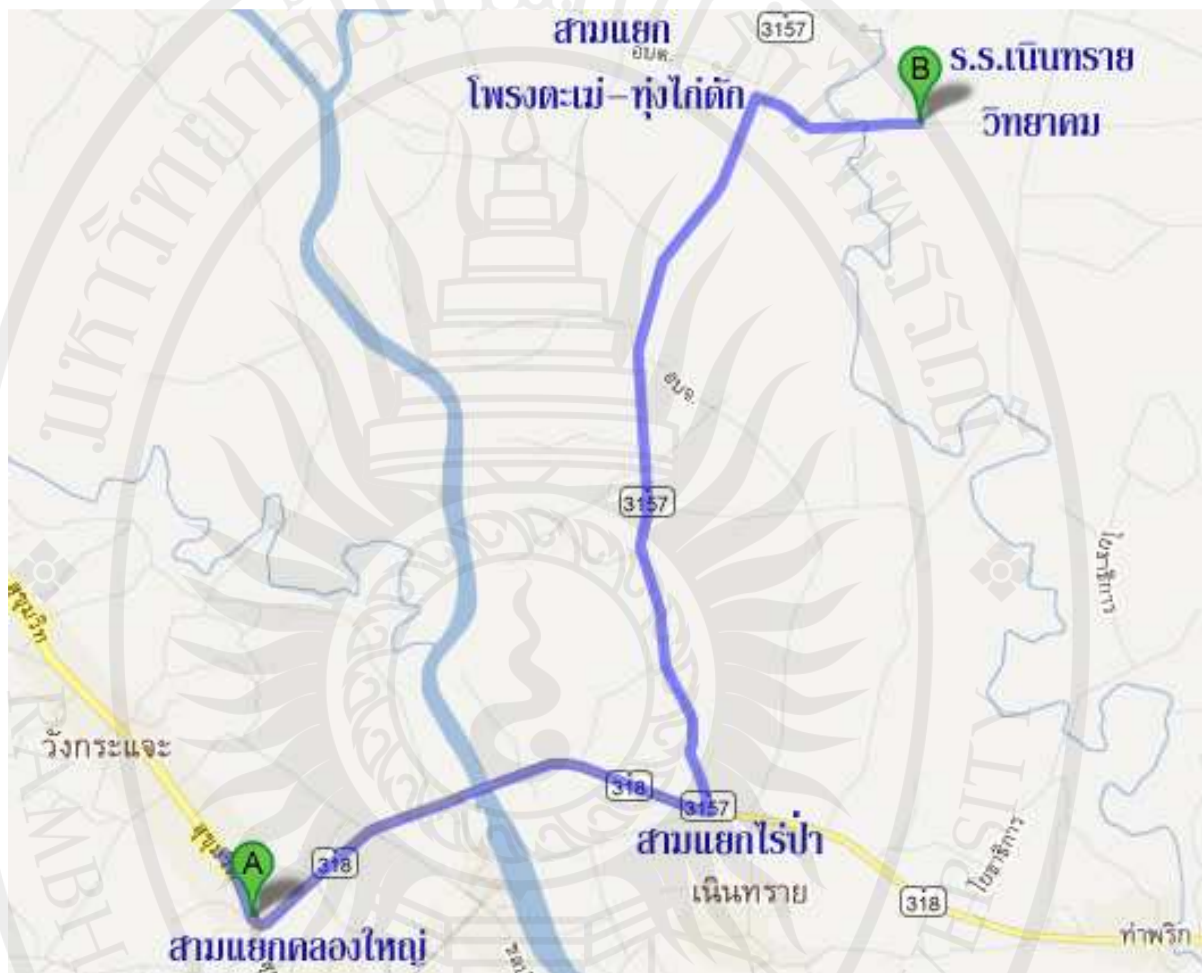
กำหนดการอบรมเชิงปฏิบัติการ (ต่อ)

- 14.50–15.30 น. - กิจกรรมเครือข่ายความร่วมมือเพื่อขยายผลโครงการ
1. การรวมสมาชิกเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มเพื่อลงทะเลเบียนเข้าร่วมโครงการ
 2. โครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็ก
 3. ความร่วมมือระหว่างเครือข่ายโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่ จ.ตราด
 4. ความร่วมมือของชุมชนและการบริการการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับธุรกิจชุมชน SML
- โดย...คุณสุเชษ สัมโย ผู้อำนวยการโรงเรียนเนินทรายวิทยาคม และประธานคณะกรรมการบริหารโครงการฯ
- 15.30–16.00 น. - สรุปการบรรยายและตอบข้อซักถาม
- โดย...คุณจิระพงศ์ รักประสูตร
- 16.00–16.30 น. - พิธีปิดการอบรม
- โดย...รศ.พอพันธ์ สุทธิวัฒน์
รองอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

หมายเหตุเวลา 10.30–10.50 น. และเวลา 14.30 – 14.50 น. รับประทานอาหารว่าง

แผนที่แสดงสถานที่จัดอบรมเชิงปฏิบัติการ



การเดินทาง ;

- จากถนนสุขุมวิท บริเวณสามแยกคลองใหญ่ จ.ตราด
- ใช้เส้นทางหลวง 318 มุ่งหน้า ตำบลเนินทราย ระยะทาง 4.2 กม.
- ถึงสามแยกไร่ป่า เลี้ยวซ้ายเข้าทางหลวง 3157 มุ่งหน้าบ้านโพรงตะเฒ่า ระยะทาง 6.2 กม.
- ถึงสามแยกโพรงตะเฒ่า-ทุ่งไถ่คัก เลี้ยวขวามุ่งหน้าสู่โรงเรียนเนินทรายวิทยาคม

ระยะทาง 1.4 กม.

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บทนำ

นับย้อนหลังไปได้ 37 ปี คือในวันที่ 9 กันยายน 2518 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ได้เสด็จฯ ไปทอดพระเนตรสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรที่นิคมสร้างตนเองควนกาหลง จังหวัดสตูล และในปีถัดมาได้เสด็จฯ อีกครั้งหนึ่ง เพื่อทอดพระเนตรโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มแบบชาวบ้านที่โรงงานของนิคมสร้างตนเองควนกาหลง จนกระทั่งในปี 2526 มีพระราชกระแสที่ชัดเจนว่า ควรจะมีการส่งเสริมให้เกษตรกรสวนปาล์มรายย่อยเหล่านี้ ได้มีโอกาสรวมกลุ่มกันทำการสกัดน้ำมันปาล์มในรูปของโรงงานขนาดเล็กที่ใช้เงินลงทุนต่ำ โดยทรงเน้นถึงประโยชน์ของปาล์มน้ำมันในทุก ๆ ส่วน และไม่ให้ทั้งส่วนใดไปอย่างไร้ค่า เช่น ทะลายเปล่าก็อาจนำมาทำปุ๋ย หรือเพาะเห็ด ส่วนกากปาล์มก็สามารถนำไปใช้เลี้ยงวัว ควาย และปลา หรือทำเป็นเชื้อเพลิงแทนไม้ฟืนก็ได้ หากเกษตรกรสามารถแปรรูปน้ำมันดิบให้เป็นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ ซึ่งสามารถผลิตเป็นน้ำมันปรุงอาหาร เนยขาว เนยเทียม สบู่ และผงซักฟอกได้ ก็จะทำให้เกษตรกรมีโอกาสใช้และจำหน่ายผลผลิตเหล่านี้เพื่อกินและใช้ในท้องถิ่นของตัวเอง

จากนั้น มีพระราชกระแสให้มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ทำโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กอันเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยสร้าง โรงงานสาธิตสกัดน้ำมันปาล์มที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ และในปี 2528 ได้เสด็จฯ ไปทอดพระเนตรโรงงานนี้ และมีพระราชกระแสเพิ่มเติมให้สร้าง โรงงานที่สหกรณ์นิคมอ่าวลึก จังหวัดกระบี่ เพื่อเป็นโรงงานสาธิตให้กลุ่มเกษตรกรสวนปาล์มรายย่อยที่มีความพร้อม จัดทำคู่มือปาล์มน้ำมันและการแปรรูปน้ำมันปาล์มเผยแพร่ รวมทั้งจัดตั้งกองทุนพัฒนาอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็ก

ในปี 2531 พระราชทานพระราชดำริให้จัดสร้างโรงงานสกัดและแปรรูปน้ำมันปาล์มขนาดเล็กที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดนราธิวาส อีกแห่ง โดยนำผลผลิตปาล์มน้ำมันมาสกัดเป็นน้ำมันปาล์มดิบและแปรรูปต่อเนื่องจนถึงขั้นบริโภค เน้นการสาธิตให้เกษตรกรมาศึกษาหาความรู้และเห็นประโยชน์ว่าปาล์มน้ำมันสามารถนำมาทำอะไรได้บ้าง และเมื่อเข้าใจแล้วจะได้นำไปปลูกในพื้นที่ของตนต่อไป

เมื่อวันที่ 24 กันยายน 2543 สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จฯ ไปทอดพระเนตรการใช้น้ำมันปาล์มโอเลอินบริสุทธิ์ และเมทิลเอสเตอร์เดินเครื่องจักรกลการเกษตร ที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองฯ มีพระราชกระแสว่า “พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงสนพระทัยเกี่ยวกับการใช้น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันดีเซลเพื่อใช้ในเครื่องจักรกลการเกษตร ควรทดลองทำในเชิงธุรกิจลักษณะสถานีจำหน่ายในสหกรณ์นิคมอ่าวลึก จังหวัดกระบี่ และ มีพระราชประสงค์จะสนับสนุนโครงการนี้เป็นการส่วนพระองค์”

การศึกษาทดลองและพัฒนาปรับปรุงกระบวนการผลิตจึงดำเนินการเรื่อยมา จนในวันนี้ โรงงานทั้งสามแห่งสามารถสนองพระราชดำริได้อย่างครบถ้วน ทั้งในเรื่องการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ การกลั่นน้ำมันปาล์มดิบเป็นน้ำมันปาล์มโอเลอินบริสุทธิ์ ผลิตภัณฑ์ขาว เนยเทียมจากไขเสตียริน บริสุทธิ์ รวมทั้งผลิตสบู่ซักล้าง สบู่ฟอกร่างกายได้ และนำไปใช้เร่งน้ำยางพาราได้เป็นผลสำเร็จ

การทดลองใช้น้ำมันไบโอดีเซลกับขบวนรถไฟดีเซลรางสายหาดใหญ่-สุโขทัย โกลก โรงงานอุตสาหกรรม รถยนต์ของมหาวิทยาลัย ฯ รถลากพ่วง รถบรรทุก เครื่องจักรกลการเกษตร และบุคคลภายนอก ซึ่งได้ผลเป็นที่น่าพอใจมาก และผู้ที่ได้ทดลองใช้ต่างพูดกันว่า ใช้แล้ววันรถไม่ดำ ไม่มีกลิ่นเหม็น กำลังรถดีเหมือนเดิม ส่วนรถบรรทุก 6 ล้อ กำลังรถดีกว่าเดิม การติดเครื่องยนต์เป็นปกติ

เมื่อวันที่ 16 สิงหาคม 2548 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว มีพระราชกระแสเกี่ยวกับ น้ำมันปาล์มเพิ่มเติมอีกว่า "...น้ำมันปาล์มทราบว่าดีเป็นน้ำมันที่ใช้งานได้ ใช้บริโภคแบบใช้น้ำมัน มาทอดไข่ได้ มาทำครัวได้ เอน้ำมันปาล์มมาใส่รถดีเซลได้ กำลังของน้ำมันปาล์มนี้ดีมากได้ผล เพราะว่าเมื่อได้มาใส่รถดีเซล ไม่ต้องทำอะไรเลย ใส่เข้าไป แล่นไป คนที่แล่นตามบอกว่าหอมดี..."

ณ วันนี้ ... ปาล์มน้ำมันจึงกลายเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีผู้สนใจที่จะปลูกกันมากขึ้น แม้ว่า ปาล์มน้ำมัน จะเป็นพืชยืนต้นที่ทนทานต่อภัยธรรมชาติ แต่มีสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงควบคู่ไปด้วย ก็คือ ความเหมาะสมของสภาพพื้นที่ สภาพอากาศ ความชื้น และยังคงระมัดระวังสายพันธุ์ที่จะปลูก ด้วย มิฉะนั้นแล้ว สิ่งลงทุนไปทั้งหมดนั้น ก็อาจจะไม่คุ้มค่าและคุ้มทุนได้

ทั้งหมดนี้คือ พระอัจฉริยภาพในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวที่ทรงมองเห็นคุณค่าของปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นพืชวัตถุดิบที่มีในบ้านเมือง เรามีศักยภาพจะใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนได้ ในยามที่ทั่วโลกจะต้องพึ่งพาเมื่อถึงภาวะวิกฤติทางด้าน น้ำมัน และทรงอดทนรอผลแห่งความสำเร็จของกระบวนการพัฒนาจนกลายเป็นไบโอดีเซลมาอย่างยาวนาน ก่อนที่จะมีการตระหนักถึงความสำคัญของพลังงานทดแทนกันอย่างกว้างขวาง ในขณะนี้

ปี พ.ศ. 2552 มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงาน คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประเภททุนวิจัยนวัตกรรมด้านพลังงานทดแทน ประจำปี 2551 เพื่อดำเนินการวิจัยเรื่อง “โครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซล ในพื้นที่จังหวัดตราด” สถานที่ตั้ง ณ โรงเรียนเนินทรายวิทยาคม เลขที่ 152 หมู่ 4 ถนนโพรงตะเฒ่า-ทุ่งไก่อ็ค ตำบลเนินทราย อำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด โดยยึดแนวทางตามโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ด้านพลังงานทดแทนจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากผลปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็น จุดเริ่มต้นการการสกัดน้ำมันปาล์มในรูปของโรงงานขนาดเล็กในพื้นที่ภาคตะวันออกสู่ชุมชน ท้องถิ่นผู้ปลูกปาล์มในพื้นที่จังหวัดตราด

ปี พ.ศ. 2554 มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) เพื่อดำเนินการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่จังหวัดตราด” เพื่อขยายผลและพัฒนาโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซล ซึ่งเป็นโครงการตามแนวพระราชดำริ ให้มีการสืบสานประยุกต์ใช้ในพื้นที่จังหวัดตราด รวมทั้งลดต้นทุนการผลิตไบโอดีเซล และเพิ่มประสิทธิภาพไบโอดีเซลตามมาตรฐาน ASTM D-6751 โดยน้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อเป็นแนวทางการประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของชุมชนท้องถิ่นอย่างยั่งยืน โดยมีสถานศึกษาเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้สู่ชุมชน เพื่อส่งเสริมพลังงานทางเลือกและสร้างมูลค่าเพิ่มด้วยวัตถุดิบเหลือใช้ เพื่อเสริมสร้างรายได้แก่กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมัน และสร้างภูมิคุ้มกันเพื่อให้ชุมชนเข้มแข็ง เป็นกลไกที่มีความสามารถในการบริหารจัดการและมีส่วนร่วมในการพัฒนาคุณภาพชีวิต ให้เชื่อมโยงและเกื้อกูลกันเป็นสังคมสวัสดิการ

รู้เรื่องปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมัน (Oil palm) เป็นพืชยืนต้นขนาดใหญ่ที่ผลผลิตสามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ ทั้งด้านการบริโภค อาทิ การทำน้ำมันพืช การใช้ในอุตสาหกรรมขนม และอาหารขบเคี้ยว การใช้ทำเนยเทียม หรือในใช้ในอุตสาหกรรมอุปโภคอื่นๆ เช่น อุตสาหกรรมพลาสติก เครื่องสำอาง และยางรถยนต์ เป็นต้น โดยปริมาณการใช้น้ำมันปาล์มของประเทศไทยในแต่ละปีมีเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากน้ำมันที่ได้จากผลปาล์มนั้น นอกจากจะมีคุณภาพดีแล้วยังถือได้ว่าปาล์มน้ำมัน เป็นพืชน้ำมันที่สามารถให้ผลผลิตต่อไร่สูงสุด เมื่อเทียบกับพืชชนิดอื่น รวมทั้งต้นทุนการดูแลรักษาในระยะหลังมีน้อย และไม่ยุ่งยาก

ปาล์มน้ำมัน จึงนับได้ว่าเป็นพืชชนิดหนึ่งของประเทศไทย ที่มีศักยภาพมากที่สุดในการนำมาผลิตไบโอดีเซล เพื่อลดผลกระทบจากปัญหาน้ำมันปิโตรเลียมที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ และมีราคาสูงขึ้น ซึ่งนับได้ว่าเป็นความโชคดีของประเทศไทย ที่เป็นประเทศเกษตรกรรม ทำให้เหมือนมีแหล่งน้ำมันอยู่บนดิน เพื่อลดการพึ่งพาการนำเข้า แถมยังช่วยส่งเสริมให้เกษตรกรมีรายได้ที่มั่นคง

"ปาล์มน้ำมัน" เป็นพืชตระกูลปาล์มลักษณะลำต้นเดี่ยว ขนาดลำต้นประมาณ 12 - 20 นิ้ว เมื่ออายุประมาณ 1 - 3 ปี ลำต้นจะถูกหุ้มด้วยโคนกาบใบ แต่เมื่ออายุมากขึ้น โคนกาบใบ จะหลุดร่วงเห็นลำต้นชัดเจน ผิวของลำต้นคล้าย ๆ ต้นตาล ลักษณะใบเป็นรูปก้างปลา โคนกาบใบจะมีลักษณะเป็นซี่ คล้ายหนามแต่ไม่คมมาก เมื่อไปถึงกลางใบหนามดังกล่าวจะพัฒนาเป็นใบ การออกดอกนั้น

ปาล์มเป็นพืชที่แยกเพศ คือ ต้นเพศผู้จะให้เกสรตัวผู้อย่างเดียว ต้นที่ให้เกสรตัวเมียจึงจะติดผล ลักษณะผลเป็นทะลาย ผลจะเกาะติดกันแน่น เวลาเก็บผลปาล์ม จึงต้องใช้มีดงอเกี่ยวที่โคนทะลาย แล้วดึงให้ขาด ก่อนที่จะตัดทะลายปาล์มต้องตัดทางปาล์มก่อนเพราะผลปาล์มจะตั้งอยู่บนทางปาล์ม กระบวนการตัดทาง(ใบ)ปาล์ม และตัดเอาทะลายปาล์มลง เรียกว่า **แทงปาล์ม** ในประเทศไทยมีการปลูกทั้งทางภาคใต้และภาคตะวันออก พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกเป็นปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่า

ผลปาล์มสามารถนำมาแปรรูปทำเป็นน้ำมันปาล์มประกอบอาหาร รวมถึงเป็นส่วนผสมในน้ำมันไบโอดีเซลด้วย ไบน้ำมันคเป็นอาหารสัตว์ ทะลายปาล์มเป็นวัตถุดิบเชื้อเพลิง ทะลายปาล์มใช้เพาะเห็ด และกระทั้งการปลูกลงดินไปแล้วก็ช่วยในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในการช่วยลดภาวะโลกร้อนได้อีก

รู้เรื่องไบโอดีเซล

ไบโอดีเซล (Biodiesel) เป็นเชื้อเพลิงดีเซลที่ผลิตจากแหล่งทรัพยากรหมุนเวียน เช่น น้ำมันพืช ไขมันสัตว์ หรือสาหร่าย ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก นอกเหนือจากดีเซลที่ผลิตจากปิโตรเลียม โดยมีคุณสมบัติการเผาไหม้เหมือนกับดีเซลจากปิโตรเลียม และสามารถใช้ทดแทนกันได้คุณสมบัติสำคัญของไบโอดีเซล คือ สามารถย่อยสลายได้เอง ตามกระบวนการชีวภาพในธรรมชาติ และไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม

ในวันที่ 9 กันยายน พ.ศ. 2518 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ได้เสด็จฯ ทอดพระเนตรสวนปาล์มของเกษตรกรนิคมสร้างตนเองควนกาหลง จังหวัดสตูล ทรงเห็นว่า “ปาล์ม” เป็นพืชที่จะสร้างประโยชน์ให้เกษตรกรและประเทศ จึงเป็นจุดเริ่มต้นของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็ก ด้วยความร่วมมือจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และสำนักงาน กปร. ในการก่อสร้างโรงงานสาธิตสกัดปาล์มน้ำมันและด้วยสายพระเนตรอันยาวไกล ทรงเป็นผู้นำทางด้านการพัฒนาพลังงานในส่วน of พระราชดำริด้านการพัฒนาน้ำมันปาล์ม เพื่อใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลนั้น

สิทธิบัตรการประดิษฐ์

เมื่อวันที่ 9 เมษายน พ.ศ.2544 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้คุณอำพล เสนาณรงค์ องคมนตรีเป็นผู้แทนพระองค์ยื่นจดสิทธิบัตร **"การใช้น้ำมันปาล์มกลั่นบริสุทธิ์เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซล"** และในปี พ.ศ. 2546 ทรงได้รับการทูลเกล้าฯ ถวายรางวัลจาก “โครงการน้ำมัน ไบโอดีเซลสูตรสกัดจากน้ำมันปาล์ม” ในงาน “บริสเซิลส์ ยูเรกา”

ซึ่งเป็นงานแสดงสิ่งประดิษฐ์ใหม่ของโลกวิทยาศาสตร์ ณ กรุงบรัสเซลส์ ประเทศเบลเยียม ทั้งนี้ ปาล์มเป็นพืชที่ให้ปริมาณน้ำมันต่อพื้นที่ปลูกสูง อีกทั้งเกษตรกรสามารถผลิตใช้เองได้ภายในประเทศ ซึ่งใช้ทดแทนการนำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศได้

ไบโอดีเซลคืออะไร?

ไบโอดีเซล หมายถึง เชื้อเพลิงทดแทนประเภทดีเซลจากธรรมชาติ โดยการนำเอาน้ำมันจากพืชหรือสัตว์ซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์ประเภทไตรกลีเซอไรด์ มาผ่านกระบวนการทางเคมีที่เรียกว่า ทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน (Transesterification) โดยทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ (EthanolหรือMethanol) และมีด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) จะได้ผลิตผลเป็นเอสเตอร์ (Ester) และผลิตภัณฑ์พลอยได้กลีเซอรอล (Glycerol) ซึ่งเราจะเรียกชนิดของไบโอดีเซลแบบเอสเตอร์นี้ตามชนิดของแอลกอฮอล์ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาไบโอดีเซล ชนิดเอสเตอร์นี้มีคุณสมบัติที่เหมือนกับน้ำมันดีเซลมากที่สุดเพราะไม่มีปัญหากับเครื่องยนต์มีคุณสมบัติในการเผาไหม้ไม่ต่างกัน แต่มีสันดาปที่สมบูรณ์กว่ามีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากการเผาไหม้น้อยกว่า



ภาพประกอบ 66 เมทิลเอสเทอร์

วัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล

น้ำมันพืชและน้ำมันสัตว์ทุกชนิด สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบผลิตไบโอดีเซลได้ แต่การเลือกน้ำมันพืชชนิดใดเป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซลนั้น ต้องพิจารณาถึงราคาปริมาณและองค์ประกอบในน้ำมันพืชชนิดนั้น ๆ รวมทั้งความเหมาะสมของปริมาณการปลูกพืชน้ำมันในพื้นที่นั้นด้วย เช่น ปาล์มน้ำมันและมะพร้าวเป็นพืชน้ำมันที่มีการปลูกมากในประเทศไทย ปาล์มน้ำมันปลูกมากในประเทศมาเลเซีย ถั่วเหลืองปลูกมากในประเทศสหรัฐอเมริกา เรพและทานตะวันปลูกมากในกลุ่มประเทศยุโรป เป็นต้น

สำหรับประเทศไทยมีการเพาะปลูกพืชน้ำมันหลัก 6 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว ถั่วลิสง งา และละหุ่ง โดยในจำนวนพืชน้ำมันทั้ง 6 ชนิดนี้ ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีปริมาณผลผลิตสูงสุด รองลงมา คือ มะพร้าว นอกจากน้ำมันทั้ง 6 ชนิดนี้แล้ว ยังมีแหล่งน้ำมันอื่น ๆ เช่น สบู่ดำ น้ำมันสัตว์และน้ำมันพืชใช้แล้วซึ่งวัตถุดิบพืชน้ำมันที่มีความเหมาะสมในผลิตไบโอดีเซลของประเทศไทยในปัจจุบัน คือปาล์มน้ำมันและน้ำมันพืชใช้แล้ว



ภาพประกอบ 67 ปาล์มน้ำมัน



ภาพประกอบ 68 สบู่ดำ

ไบโอดีเซลในประเทศไทย

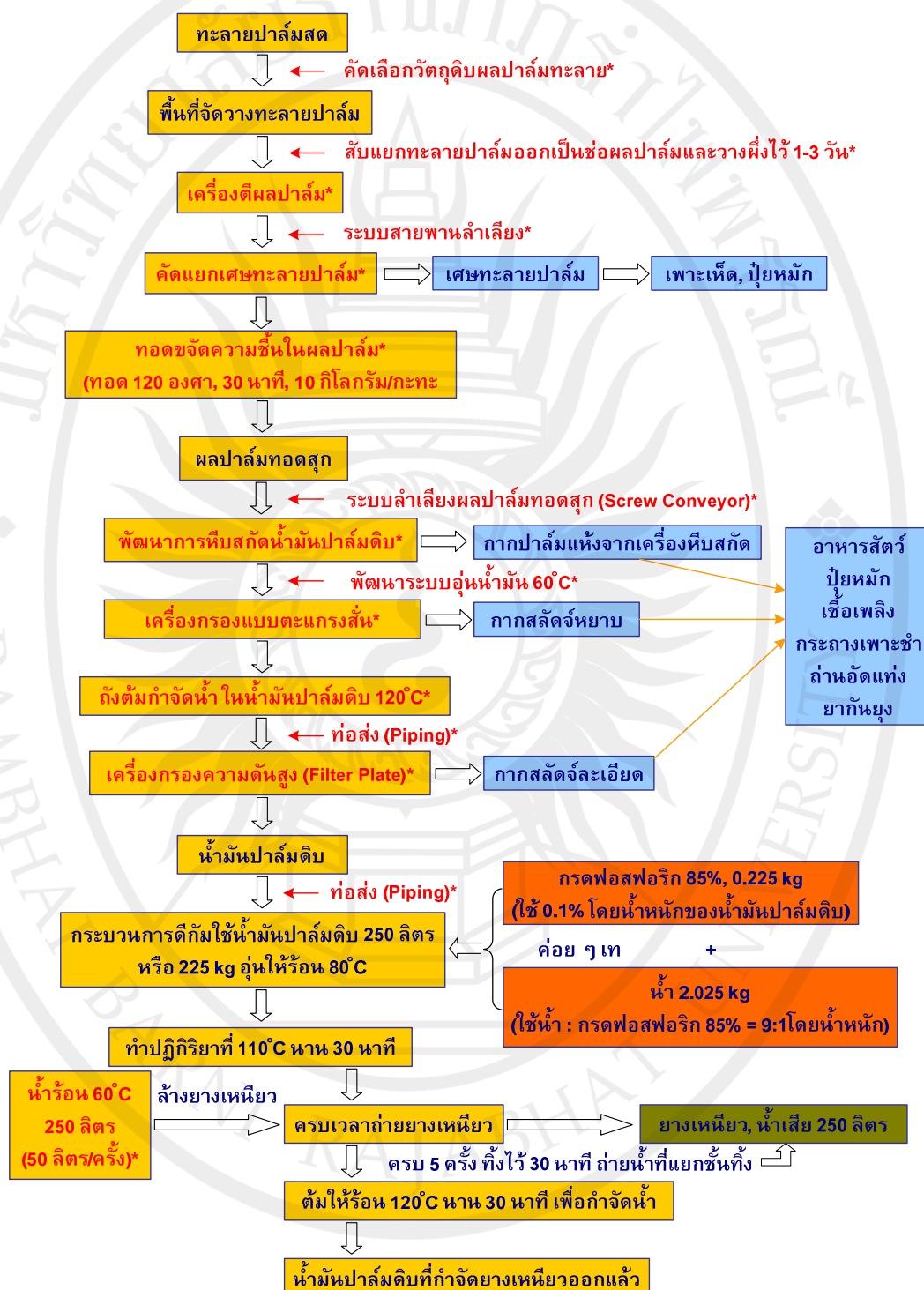
ไบโอดีเซลในประเทศไทยแบ่งออกเป็นสองมาตรฐาน คือไบโอดีเซลชุมชนและไบโอดีเซลเชิงพาณิชย์

ไบโอดีเซลชุมชน คือไบโอดีเซลที่กลั่นออกมาเป็นน้ำมันพืชเหมือนน้ำมันที่ใช้ปรุงอาหารที่เรียกกันว่า ปาล์มน้ำมัน โคโคดีเซล เป็นไบโอดีเซลที่เหมาะสมกับเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียว รอบเครื่องยนต์คงที่ เช่น รถเดินลาก รถอีแต่น เครื่องสูบน้ำ แต่ไม่เหมาะกับการใช้กับเครื่องยนต์ดีเซล เพราะในระยะยาวจะทำให้เกิดยางเหนียวในเครื่อง

ไบโอดีเซลเชิงพาณิชย์ เป็นการนำน้ำมันพืชไปผ่านขั้นตอน Transesterification เป็นสารเอสเตอร์ ที่เรียกกันว่า B100 นำมาผสมกับน้ำมันดีเซล อย่างเช่น น้ำมัน B5 ก็คือมีน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนน้ำมันดีเซลต่อน้ำมันพืชที่ผ่านกระบวนการ 95 : 5 จะได้ B5 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุดที่ใช้กันทั่วไปโดยไม่ต้องปรับแต่งเครื่องยนต์

ปัจจุบันมีการผสมสูตร บี 10 คือ ไบโอดีเซล 10 ส่วน ผสมเป็นน้ำมันดีเซล 90 ส่วน ซึ่งจะ
ทำให้ราคาน้ำมันถูกลงกว่า บี 5 และเป็นสูตรที่คณะรัฐมนตรีกำหนดให้ใช้ทั่วประเทศภายในปี 2555

ขั้นตอนการพัฒนาการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ (Crude Palm Oil : CPO)



หมายเหตุ * คือส่วนที่ต้องการพัฒนากระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากผลปาล์มดิบ โครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด

กระบวนการสับแยกข้อผลปาล์ม

ผลผลิตปาล์มน้ำมันที่เก็บเกี่ยวมาจากสวนปาล์มจะมีลักษณะเป็นผลปาล์มที่ติดแน่นอยู่กับทะลายและไม่สามารถจะปลิดออกมาได้โดยง่าย ดังนั้นเพื่อให้ข้อผลปาล์มหลุดจากทะลายปาล์มซึ่งมีหลายชั้นได้ผลดี จึงต้องทำการสับทะลายปาล์มออกมาเป็นข้อผลปาล์ม โดยใช้แรงงานสับทะลายปาล์มให้ผลปาล์มหลุดออกจากทะลายด้วยขวานและมีด แล้วฟุ้งไว้ประมาณ 2 ถึง 3 วัน โดยไม่ให้เปียกน้ำ เพราะจะทำให้ข้อผลปาล์มเน่าและแยกลูกร่วง ซึ่งมีผลต่อปริมาณกลีเซอรินในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล



ภาพประกอบ 69 กระบวนการสับแยก

กระบวนการตีผลปาล์มออกจากทะลาย

ใช้เครื่องแยกผลปาล์มออกจากข้อทะลายปาล์ม ภายหลังจากที่ฟุ้งไว้แล้ว โดยเครื่องแยกตัวถังภายนอกทำจากโลหะแผ่นเหล็กหนา 2 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร ภายในตัวถังทำจากเหล็กหนา 3.1 มิลลิเมตร มีวนเป็นทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 เซนติเมตร รองรับด้วยแปรงมีท่อนเหล็กตันยาว 5 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว วางเป็นแนวตามทรงกระบอกจำนวน 4 แถว แถวละ 16 ท่อน ตีผลปาล์มออกจากทะลาย ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2 Hp ทดรองลงด้วยเกียร์ทดมอเตอร์ ขนาด 60/1 จำนวน 1 ชุด พร้อมระบบสายพานลำเลียงเพื่อคัดแยกกากปาล์มละเอียดด้วยพัดลมเป่า จำนวน 1 ชุด



ภาพประกอบ 70 กระบวนการตีผลปาล์ม

กระบวนการทอดผลปาล์ม

นำผลปาล์มที่ผ่านการคัดแยกไปผ่านกระบวนการทอดเพื่อไล่ความชื้น โดยเตาทอดกระทะ จำนวน 3 ชุด วัสดุเชื้อเพลิงใช้ไม้ฟืนในท้องถิ่น พร้อมระบบดูดลมร้อน



ภาพประกอบ 71 การทอดผลปาล์ม

ผลปาล์มเมื่อทอดแล้วจะมีลักษณะผิวภายนอกเหี่ยว เมล็ดในเมื่อกะเทาะออกมาเนื้อในจะสุกมีสีขาว น้ำหนักผลจะเบาลง เนื่องจากการสูญเสียความชื้นไปขณะทอด โดยระเหยเป็นไอ



ภาพประกอบ 72 ผลปาล์มหลังจากทอด

กระบวนการหีบสกัดน้ำมันปาล์ม

นำผลปาล์มที่ผ่านกระบวนการทอดเข้าระบบท่อสกรูลำเลียง เพื่อส่งผลปาล์มขึ้นสู่เครื่องบีบน้ำมันจากผลปาล์มทอดสุก (Extruder) โดยเครื่องบีบน้ำมันมีโครงสร้าง โครงเครื่องขนาด 750 มิลลิเมตร x 3,000 มิลลิเมตร x 1,080 มิลลิเมตร ทำจากเหล็กเหนียว น้ำหนัก 1,500 กิโลกรัม กำลังผลิต 2 ตันผลปาล์มต่อวัน ใช้มอเตอร์ขนาด 30 แรงม้า ระบบไฟฟ้า 3 เฟส ชุดเกียร์ ชุดเกลียว ชุดแหวนสกัดน้ำมันทำจากเหล็กชุบแข็ง



ภาพประกอบ 73 ผลปาล์มที่ผ่านกระบวนการทอดเข้าสู่เครื่องบีบสกัดด้วยระบบท่อสกรูลำเลียง

เครื่องบีบน้ำมันจากผลปาล์มทอดสุกจะบีบอัดผลปาล์มทอดสุกให้แยกเป็นน้ำปาล์มดิบปนกากสัดจ์ปาล์ม และกากผลปาล์มแห้ง



ภาพประกอบ 74 กระบวนการบีบสกัดน้ำมันจากผลปาล์มทอดสุก

กากผลปาล์มแห้ง ที่ได้จากการใช้เครื่องบีบน้ำมัน สามารถนำไปใช้ทำปุ๋ยหมักและอาหารสัตว์ เช่น โค ปลา สุกร ฯลฯ ได้

กระบวนการกรองหยบน้ำมันปาล์มดิบ

น้ำมันปาล์มดิบที่ได้จากเครื่องบีบน้ำมันจะมีกากเปลือกปาล์มปนเปื้อน และมีความหนืด จึงต้องให้ความร้อนที่ 60 องศาเซลเซียส เพื่อลดความหนืดแล้วนำไปกรองด้วยเครื่องกรองแบบส้น พร้อมแผ่นตะแกรงละเอียดขนาด 0.5 x 0.5 มิลลิเมตร ก่อนไหลลงสู่ถังเก็บน้ำมันปาล์มดิบ



ภาพประกอบ 75 น้ำมันที่ได้จากผลปาล์มดิบ

กระบวนการกรองละเอียดน้ำมันปาล์มดิบ

ทำการให้ความร้อนที่ 120 องศาเซลเซียส ในถังเก็บน้ำมันปาล์มดิบเพื่อลดความหนืดอีกครั้ง ก่อนปั๊มส่งเข้าเครื่องกรองละเอียดแบบผ้า เพื่อแยกกากสลัดจ์ปาล์มละเอียดที่ปนเปื้อนในน้ำมันก่อนส่งเข้าสู่กระบวนการดัก



ภาพประกอบ 76 การให้ความร้อนแก่น้ำมันปาล์มดิบ

ตรวจหาเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระจากน้ำมันปาล์มดิบ

ทำการตรวจหาเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระจากน้ำมันปาล์มดิบก่อนทำการดัก โดยปกติ น้ำมันปาล์มดิบจะมีกรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid) อยู่ระหว่างร้อยละ 2 ถึง 6



ภาพประกอบ 77 การตรวจหาค่าร้อยละของกรดไขมันอิสระจากน้ำมันปาล์มดิบ

กระบวนการดัก

1. ป้อนน้ำมันที่ผ่านการกรองละเอียดแล้วเข้าสู่ถังปฏิกรณ์ที่ใช้ทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำมันปาล์มดิบ ความร้อน น้ำกลั่น + กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 85 ในอัตรา 9 ต่อ 1 (ถึงดีกัม)
2. อุ่นให้ร้อน 80 องศาเซลเซียส
3. ผสมกรดฟอสฟอริกร้อยละ 85 ปริมาณ 0.225 กิโลกรัม (ใช้ร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มดิบ) + น้ำกลั่น 2.025 กิโลกรัม (ใช้น้ำกลั่นต่อ กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 85 = 9 ต่อ 1 โดยน้ำหนัก) ค่อย ๆ เทลงในถังดีกัม
4. ให้ความร้อนสูงขึ้นเพื่อทำปฏิกิริยาที่ 110 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที
5. หยุดเครื่องพักไว้ 30 นาที

ตรวจหาเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระจากน้ำมันปาล์มดิบ

6. ถ่ายยางเหนียวออกโดยใช้ความร้อน 60 องศาเซลเซียส 250 ลิตร ล้างยางเหนียว จำนวน 5 ครั้ง (50 ลิตร / ครั้ง) ครบ 5 ครั้ง ทิ้งไว้ 30 นาที
7. เพิ่มอุณหภูมิให้ร้อน 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ให้น้ำละลายออกจากน้ำมันปาล์มดิบให้หมด
8. ถ่ายน้ำมันปาล์มดิบที่ได้เก็บในถังบรรจุน้ำมันปาล์มดิบที่ผ่านการดีกัมแล้ว



ภาพประกอบ 78 น้ำมันปาล์มดิบที่ผ่านกระบวนการดีกัม

ขั้นตอนการพัฒนาการผลิตไบโอดีเซล



ปฏิกิริยาลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบ

1. ปั่นน้ำมันปาล์มดิบที่กำจัดยางเหนียวออกแล้วเข้าไปในถังผลิตไบโอดีเซล
2. ใช้ส่วนผสมของเมทานอลร้อยละ 10 โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มดิบผสมกับกรดซัลฟิวริกความเข้มข้นร้อยละ 98 ปริมาตรร้อยละ 2 โดยปริมาตรของกรดไขมันอิสระ(ความหนาแน่นของกรดไขมันอิสระ = 0.9 กิโลกรัมต่อลิตร)
3. ค่อย ๆ เทกรดลงสู่เมทานอลในการเตรียมส่วนผสม ก่อนเทลงทำปฏิกิริยาในถังผลิตไบโอดีเซล
4. ทำปฏิกิริยาที่ 60 องศาเซลเซียส ในถังผลิตไบโอดีเซล นาน 5 ชั่วโมง เพื่อลดกรดไขมันอิสระ
5. หยุดใบกวนทิ้งไว้ 30 นาที
6. ถ่ายน้ำที่เกิดจากปฏิกิริยาออกทางก้นถัง



ภาพประกอบ 79 ปฏิกิริยาลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบ

ตรวจหาค่าร้อยละของกรดไขมันอิสระจากน้ำมันปาล์มดิบ

ทำการตรวจหาค่าร้อยละของกรดไขมันอิสระจากน้ำมันปาล์มดิบภายหลังทำปฏิกิริยา จะมีกรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid) ไม่เกินร้อยละ 1.5



ภาพประกอบ 80 การตรวจหาค่าร้อยละของกรดไขมันอิสระจากน้ำมันปาล์มดิบภายหลังทำปฏิกิริยา

ปฏิกิริยาไบโอดีเซล

1. ผสมสารเคมีในถังผสมสารเคมี โดยใช้ส่วนผสมของเมทานอลร้อยละ 15 โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มดิบผสมกับโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 1 โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์มดิบเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา + น้ำหนักโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ในถังผสมสารเคมีก่อนป้อนส่งไปยังปฏิกิริยาเพื่อทำปฏิกิริยาเป็นกลางกับกรดซัลฟิวริกที่ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในขั้นตอนแรกและป้อนส่งสารเคมีสู่ถังปฏิกิริยาเพื่อทำปฏิกิริยาเคมี



ภาพประกอบ 81 กระบวนการผสมสารเคมีเพื่อทำปฏิกิริยาไบโอดีเซล

2. ทำปฏิกิริยากับน้ำมันปาล์มดิบที่มีกรดไขมันอิสระไม่เกินร้อยละ 1.5 ที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง เพื่อผลิตไบโอดีเซล ซึ่งมีสภาพความเป็นกรดอยู่
3. ทำให้น้ำมันปาล์มดิบที่มีกรดไขมันอิสระไม่เกินร้อยละ 1.5 กลายเป็นไบโอดีเซล และได้กลีเซอรินเกิดขึ้น
4. ครบเวลา 1 ชั่วโมง หยดใบกวน ปล่อยให้กลีเซอรินแยกชั้น 3 ชั่วโมง กลีเซอรินหนักกว่าไบโอดีเซลจะตกลงมาชั้นล่างของถังผลิตไบโอดีเซล
5. ถ่ายกลีเซอรินออกมาจะมีลักษณะเป็นสีออกดำ สัดส่วนของการเกิดกลีเซอรินอยู่ที่ไม่เกินร้อยละ 25 โดยปริมาตรของไบโอดีเซลที่ผลิตได้
6. กลีเซอรินเป็นผลพลอยได้ที่ได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล นำไปทำเป็นส่วนผสมของการทำสบู่ได้



ภาพประกอบ 82 กลีเซอรินที่ได้จากการแยกชั้น

7. การล้างน้ำมันไบโอดีเซล ใช้น้ำอุ่น 40 ถึง 50 องศาเซลเซียสในอัตราส่วน 1:1 กับน้ำมันไบโอดีเซล โดยใช้น้ำล้างครั้งละร้อยละ 20 ของน้ำหนักน้ำมัน โดยการพ่นน้ำเป็นละออง ทั้งพักไว้ให้เกิดการแยกชั้นระหว่างน้ำมันไบโอดีเซลและสบู่ประมาณ 10 นาที หลังจากนั้นเปิดวาล์วกันถัง ปฏิกรณ์เพื่อทิ้งน้ำล้างลงถังดัก ทำการล้าง 5 ครั้ง ครั้งแรกนั้นจะมีน้ำสบู่ (สีขาวเหมือนน้ำนม) ปนมากับน้ำอุ่นมาก (ข้อสังเกตน้ำที่ถ่ายออกมาจะมีฟองมากในครั้งแรก) ซึ่งฟองและสีขาวของน้ำจะลดน้อยลงไปตามลำดับ ที่มีการสเปรย์น้ำอุ่นครั้งที่ 2 ถึง 5



ภาพประกอบ 83 ไบโอดีเซลที่ได้หลังจากการล้าง

8. เมื่อสะอาดแล้วปล่อยให้แห้งขึ้น 30 นาที
9. เปิดวาล์วที่กั้นถึงให้น้ำที่แห้งขึ้นค่อย ๆ ไหลออกจนมีไบโอดีเซลปนมาจึงปิดวาล์ว
10. ให้ความร้อนที่ 120 องศาเซลเซียส พร้อมเปิดไบกวน 30 นาที เพื่อกำจัดน้ำที่ยังคงมีอยู่ในไบโอดีเซล พร้อมเปิดปั๊มสุญญากาศเพื่อช่วยดูดไอน้ำร้อนระเหยออกจากถังปฏิกรณ์แบบกึ่งปิด



ภาพประกอบ 84 การกำจัดน้ำที่ยังคงมีอยู่ในไบโอดีเซล

กระบวนการกรองไบโอดีเซล

1. บีบไบโอดีเซลไปเก็บในถังบรรจุไบโอดีเซล พักไว้สัก 1 คืน เพื่อให้เกิดการแยกชั้นของกลีเซอรินที่อาจเหลืออยู่ที่ก้นถังเก็บ
2. ระบายกลีเซอริน ที่ก้นถังออกก่อน จึงจะนำไบโอดีเซลที่เหลือไปกรองผ่านถังกรองเกลื่อ
3. ถังกรองเกลื่อ (ถังดูดซับความชื้น) ทำหน้าที่ดูดซับความชื้นที่ยังคงมีอยู่ในไบโอดีเซล หลังจากผ่านการระเหยน้ำมาแล้ว
4. ไบโอดีเซลที่ผ่านการกรองเกลื่อแล้วจะมีความใสมากขึ้น
5. ควรมีการกรองเกลื่อหลาย ๆ รอบ โดยสังเกตได้จากความใสของไบโอดีเซลที่กรองมาแล้วเป็นหลัก



ภาพประกอบ 85 กระบวนการกรองไบโอดีเซล

6. การกรองผ่านไส้กรอง เพื่อกรองไขและสิ่งสกปรกที่อาจติดมากับไบโอดีเซล โดยต่อไส้กรองแบบขนาน
7. ท่อที่เข้ามาสู่ไส้กรองน้ำมันดีเซล มาจากถังบรรจุไบโอดีเซลหลังกรองเกลื่อ
8. ใช้ปั๊มดูดไบโอดีเซลส่งเข้ามา และส่งไบโอดีเซลไปเก็บไว้ที่ถังบรรจุไบโอดีเซลหลังผ่านไส้กรอง



ภาพประกอบ 86 ถึงบรรจุไบโอดีเซล

การทดสอบความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล

1. น้ำมันไบโอดีเซล ก่อนนำไปใช้งานต้องนำไปทดสอบความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล
2. ปริมาณกลีเซอริน (มิลลิลิตร) ที่ได้ควรน้อยกว่า 0.05 มิลลิลิตร
3. ความหนาแน่นของไบโอดีเซล อยู่ในช่วง 0.86 ถึง 0.89



ปริมาณกลีเซอริน(ml)	ความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล(%)	ปริมาณกลีเซอริน(ml)	ความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล(%)
0.05	98.95	1.10	81.76
0.10	98.13	1.20	80.12
0.15	97.51	1.30	78.49
0.20	96.69	1.40	76.85
0.25	95.67	1.50	75.21
0.30	94.85	1.60	73.58
0.35	94.04	1.70	71.94
0.40	93.22	1.80	70.30
0.45	92.40	1.90	68.67
0.50	91.58	2.00	67.03
0.60	89.94	2.20	63.76
0.70	88.31	2.40	60.48
0.80	86.67	2.60	57.21
0.90	85.03	2.80	53.94
1.00	83.40	3.00	50.66

ภาพประกอบ 87 การทดสอบความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล



ภาพประกอบ 88 การทดลองใช้งาน

ข้อดีของไบโอดีเซล

1. ประโยชน์ของการใช้ไบโอดีเซลด้านสิ่งแวดล้อม

การใช้ไบโอดีเซลสามารถลดมลพิษในอากาศอันเนื่องมาจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์สมบูรณ์ กรมอุทกหารเรือได้ทำการทดลองใช้น้ำมันไบโอดีเซลกับเครื่องยนต์ดีเซล พบว่ารถที่ใช้น้ำมันไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงสามารถลดควันดำได้มากกว่าร้อยละ 50 และสามารถลดแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ได้ร้อยละ 20 ลดฝุ่นละออง ได้ร้อยละ 39 ลดแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ได้ร้อยละ 99 นอกจากนี้การใช้ไบโอดีเซลทดแทนน้ำมันดีเซลนั้น สามารถลดวงจรชีวิต (life-cycle) ของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ได้ร้อยละ 78 ซึ่งเป็นผลให้ลดภาวะโลกร้อน

2. ประโยชน์การใช้ไบโอดีเซลด้านสมรรถนะเครื่องยนต์

การใช้ไบโอดีเซลในเครื่องยนต์จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้เนื่องจากไบโอดีเซลมีออกซิเจนผสมอยู่ประมาณร้อยละ 10 ทำให้การผสมระหว่างอากาศกับน้ำมันมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอและเป็นการเพิ่มอัตราส่วนปริมาตรของอากาศต่อน้ำมันได้เป็นอย่างดี

จึงทำให้การเผาไหม้ในกระบอกสูบเป็นไปอย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้ค่าแรงบิดเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 7.5 และให้กำลังเพิ่มขึ้นร้อยละ 12 เมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซล

ข้อดีของไบโอดีเซล

1. เป็นของแข็งที่อุณหภูมิสูงกว่าน้ำมันดีเซล
2. ปลดปล่อยแก๊สไนโตรเจนออกไซด์ สูงกว่าน้ำมันดีเซล
3. ชิ้นส่วนจากยางของปั๊มน้ำมันจะเสื่อมคุณภาพเร็ว
4. ค่าพลังงานความร้อนต่ำกว่าน้ำมันดีเซลประมาณร้อยละ 10

การแก้ไขข้อด้อยเหล่านี้อาจกระทำได้ด้วยการผสมกับน้ำมันดีเซล เช่นผสมน้ำมันดีเซลร้อยละ 80 กับเมทิลเอสเทอร์ร้อยละ 20

การควบคุมมาตรฐานไบโอดีเซลในประเทศไทย

กรมธุรกิจพลังงานได้ผ่านการประชุมหารือกับหน่วยงานและผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งผู้ผลิตไบโอดีเซล ผู้ค้าน้ำมัน ผู้ประกอบอุตสาหกรรมยานยนต์ และกรมควบคุมมลพิษ เพื่อกำหนดมาตรฐานไบโอดีเซลให้เป็นมาตรฐานเดียวกันและเป็นที่ยอมรับของทุกฝ่าย ซึ่งผู้ผลิตจะต้องผลิตไบโอดีเซลให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดจึงจะสามารถนำออกมาจำหน่ายได้ อ้างอิงตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่องกำหนดคุณลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน พ.ศ. 2552 ประกาศกรมธุรกิจพลังงานเรื่อง กำหนดคุณลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ. 2549 และประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดคุณลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล พ.ศ. 2550



ที่ ศธ ๐๕๕๒/๐๖๖

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี ๒๒๐๐๐

๕ มีนาคม ๒๕๕๕

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นประธานเปิดโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการและบรรยายพิเศษ

เรียน ผู้ว่าราชการจังหวัดตราด

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลจากผลปาล์มน้ำมัน และ
ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล
๒. แบบตอบรับเชิญเป็นประธานเปิดโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการและบรรยายพิเศษ

ด้วยคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอณุมณีศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ร่วมกับโรงเรียนเนนทรายวิทยาคม จังหวัดตราด มีภารกิจที่ต้องบริการวิชาการ สร้างสรรค์ภูมิปัญญา พัฒนาสู่ชุมชนท้องถิ่น เพื่อเทิดพระเกียรติพระอัจฉริยภาพของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว โดยขยายผล งานวิจัยตามแนวพระราชดำริ ด้านการพัฒนาโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็ก เพื่อผลิต ไบโอดีเซลในพื้นที่จังหวัดตราด และแนวทางการประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของชุมชนท้องถิ่น อย่างยั่งยืน โดยมีสถานศึกษาเป็นศูนย์กลางเพื่อน้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง สู่ชุมชนท้องถิ่น จึงได้ จัดโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจ และการนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ สูงสุด เรื่อง “เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลจากผลปาล์มน้ำมัน และประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการ ผลิตไบโอดีเซล” ในวันที่ ๑๕ - ๑๖ มีนาคม ๒๕๕๕ ณ ห้องประชุมและโรงสกัดน้ำมันปาล์มดิบแปรรูปไบโอดีเซล โรงเรียนเนนทรายวิทยาคม ตำบลเนนทราย อำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด

ดังนั้น เพื่อให้โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการเป็นไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์ ร่วมปลูกจิตสำนึกการดำรงชีวิตตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ต่อผู้เข้ารับการอบรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอณุมณีศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นประธานเปิดโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการและบรรยายพิเศษ หัวข้อเรื่อง “การน้อมนำ หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิต”ตามกำหนดการที่ส่งมาด้วยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความกรุณาจากท่าน ชัดช่องหรือไม่ประการใด ขอได้โปรดแจ้งกลับมายังคณะให้ทราบ จักเป็นพระคุณอย่างยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์พอนันท์ สุทธิวัฒน์)

รองอธิการบดี รักษาการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอณุมณีศาสตร์

โทร. ๐-๓๙๔๗-๑๐๖๒

โทรสาร. ๐-๓๙๔๗-๑๐๖๒



๕ มีนาคม ๒๕๕๕

เรื่อง ขออนุมัติโครงการให้ ผู้จัดการโครงการโรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา
อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เป็นวิทยากรบรรยายโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ

เรียน เลขาธิการมูลนิธิชัยพัฒนา

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลจากผลปาล์มน้ำมัน และ
ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล
๒. แบบตอบรับเชิญเป็นวิทยากรบรรยายโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ

ด้วยคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
ร่วมกับโรงเรียนเนินทรายวิทยาคม จังหวัดตราด มีภารกิจที่ต้องบริการวิชาการ สร้างสรรค์ภูมิปัญญา
พัฒนาชุมชนท้องถิ่น เพื่อเทิดพระเกียรติพระอัจฉริยภาพของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว โดยขยายผล
งานวิจัยตามแนวพระราชดำริ ด้านการพัฒนาโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็ก เพื่อผลิต
ไบโอดีเซลในพื้นที่จังหวัดตราด และแนวทางการประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของชุมชนท้องถิ่น
อย่างยั่งยืน โดยมีสถานศึกษาเป็นศูนย์กลางเพื่อนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง สู่ชุมชนท้องถิ่น จึงได้
จัดโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจ และการนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์
สูงสุด เรื่อง “เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลจากผลปาล์มน้ำมัน และประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการ
ผลิตไบโอดีเซล” ในวันที่ ๑๕ - ๑๖ มีนาคม ๒๕๕๕ ณ ห้องประชุมและโรงสกัดน้ำมันปาล์มดิบแปรรูปไบโอดีเซล
โรงเรียนเนินทรายวิทยาคม ตำบลเนินทราย อำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด

ดังนั้น เพื่อให้โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการเป็นไปด้วยความเรียบร้อยบรรลุตามวัตถุประสงค์
ร่วมปลูกจิตสำนึกการดำรงชีวิตตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด
ต่อผู้เข้ารับการอบรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
ใคร่ขอความอนุเคราะห์ให้ ผู้จัดการโครงการโรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา
อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิผู้เชี่ยวชาญและมีประสบการณ์ในการทำงาน
เป็นอย่างสูง เป็นวิทยากรบรรยายเชิงปฏิบัติการ หัวข้อเรื่อง “ความรู้พื้นฐานและเทคโนโลยีการผลิต
ไบโอดีเซล” และ “ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้จากการผลิตไบโอดีเซลด้วยปาล์มน้ำมัน” ตามกำหนดการ
ที่ส่งมาด้วยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความกรุณาจากท่าน ชัดข้อหรือไม่ประการใด
ขอได้โปรดแจ้งกลับมายังคณะให้ทราบ จักเป็นพระคุณอย่างยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์พอพันธ์ สุทธิวัฒน์)

รองอธิการบดี รักษาการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์

โทร. ๐-๓๙๔๗-๑๐๖๒

โทรสาร. ๐-๓๙๔๗-๑๐๖๒



ที่ ศธ ๐๕๕๒/ ๐๖๕

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี ๒๒๐๐๐

๕ มีนาคม ๒๕๕๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้ครูในสังกัดเข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการ

เรียน ผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑๗

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลจากผลปาล์มน้ำมัน และ
ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล
๒. แบบตอบรับให้ครูในสังกัดเข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการ จำนวน ๑ ฉบับ
๓. แบบตอบรับ โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการฯ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ร่วมกับโรงเรียนเนินทรายวิทยาคม จังหวัดตราด มีภารกิจที่ต้องบริการวิชาการ สร้างสรรค์ภูมิปัญญา พัฒนาสู่ชุมชนท้องถิ่น เพื่อเกิดพระเกียรติพระอัจฉริยภาพของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว โดยขยายผลงานวิจัยตามแนวพระราชดำริ ด้านการพัฒนาโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็ก เพื่อผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่จังหวัดตราด และแนวทางการประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของชุมชนท้องถิ่น อย่างยั่งยืน โดยมีสถานศึกษาเป็นศูนย์กลางเพื่อนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง สู่ชุมชนท้องถิ่น จึงได้จัดโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจ และการนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เรื่อง “เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลจากผลปาล์มน้ำมัน และประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล” ในวันที่ ๑๕ - ๑๖ มีนาคม ๒๕๕๕ ณ ห้องประชุมและโรงสกัดน้ำมันปาล์มดิบแปรรูปไบโอดีเซล โรงเรียนเนินทรายวิทยาคม ตำบลเนินทราย อำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด

ดังนั้น เพื่อให้โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการเป็นไปด้วยความเรียบร้อยบรรลุตามวัตถุประสงค์ และเพื่อปลูกจิตสำนึกการดำรงชีวิตตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง อีกทั้งเป็นการขยายผลแหล่งศึกษาดูงาน กระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบระดับชุมชนที่มีคุณภาพในพื้นที่ภาคตะวันออก ซึ่งมีสถานที่ตั้งโครงการในพื้นที่โรงเรียนเนินทรายวิทยาคม ตำบลเนินทราย อำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ให้ครูในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑๗ โรงเรียนละ ๒ ท่าน เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการตามกำหนดการที่ส่งมาด้วยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความกรุณาจากท่าน ชัดข้อหรือไม่ประการใด ขอได้โปรดแจ้งกลับมายังคณะให้ทราบ จักเป็นพระคุณอย่างยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์

โทร. ๐-๓๙๔๗-๑๐๖๒

โทรสาร. ๐-๓๙๔๗-๑๐๖๒

(รองศาสตราจารย์พอพันธ์ สุทธิวัฒน์)

รองอธิการบดี รักษาการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ที่ ศธ 04247/ว 809

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 17
อำเภอเมืองจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี 22000

8 มีนาคม 2555

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้ครูในสังกัดเข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 17

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลจากผลปาล์มน้ำมัน
และประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล

ด้วยคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ร่วมกับ
โรงเรียนเนนทรายวิทยาคม จังหวัดตราด มีภารกิจที่ต้องการบริการวิชาการ สร้างสรรค์ภูมิปัญญาพัฒนาสู่ชุมชน
ท้องถิ่น เพื่อเทิดพระเกียรติพระอัจฉริยภาพของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว โดยขยายผลงานวิจัยตามแนว
พระราชดำริ ด้านการพัฒนาโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็ก จึงได้จัดโครงการอบรมเชิง
ปฏิบัติการเพื่อเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจ และการนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เรื่อง “เทคโนโลยี
การผลิตไบโอดีเซลจากผลปาล์มน้ำมัน และประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล”
ในวันที่ 15-16 มีนาคม 2555 ณ ห้องประชุมและโรงสกัดน้ำมันปาล์มดิบแปรรูปไบโอดีเซล โรงเรียนเนนทรายวิทยาคม
ตำบลเนนทราย อำเภอเมือง จังหวัดตราด

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 17 พิจารณาแล้วเพื่อปลูกจิตสำนึกการดำรงชีวิต
ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และเป็นการส่งเสริมอาชีพ จึงประชาสัมพันธ์ให้ข้าราชการครูและบุคลากร
ทางการศึกษาในสังกัดที่สนใจ เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการตามโครงการดังกล่าวได้ รายละเอียดตามสิ่งที่ส่งมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อทราบและดำเนินการ

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยตรี

(อานนท์ สุขภาคกิจ)

ผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 17

กลุ่มบริหารงานบุคคล

โทร 0 3931 4402

โทรสาร 0 3931 4403

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ - ชื่อสกุล	นายวิทยา เจริญเศรษฐกุล
วัน เดือน ปีเกิด	22 ธันวาคม 2512
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลอาภากรเกียรติวงศ์ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	403/40 หมู่ที่ 2 ตำบลวังกระแจะ อำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด 23000
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	หัวหน้าแผนกก่อสร้างและปฏิบัติการ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สาขาอำเภอเกาะช้าง จังหวัดตราด
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สาขาอำเภอเกาะช้าง จังหวัดตราด
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2528	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนตราษตระการคุณ อำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด
พ.ศ. 2531	ประกาศนียบัตร โรงเรียนช่างการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2545	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปวส. (ไฟฟ้ากำลัง) วิทยาลัยเทคนิคตราด อำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด
พ.ศ. 2549	วิทยาศาสตรบัณฑิต วท.บ. (เทคโนโลยีอุตสาหกรรมไฟฟ้า) มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี
พ.ศ. 2558	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต วศ.ม. (การจัดการงานวิศวกรรม) มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี