

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
ผลการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรม น้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด	61
ผลการทดลองนำผลิตภัณฑ์ไบโอดีเซลจากกระบวนการผลิตที่ได้ ไปใช้งานกับ เครื่องจักรกลการเกษตรของกลุ่มตัวอย่าง	66
สมรรถนะการผลิตไบโอดีเซลของโครงการ ฯ เปรียบเทียบก่อนการพัฒนาและหลังการพัฒนา	69
ผลการจัดอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาระบบการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมัน ปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด.....	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 โครงการ โรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	86
ภาคผนวก ข เครื่องมือวิจัยประกอบการพัฒนาระบบการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ เพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด ตรวจสอบโดย ผู้เชี่ยวชาญ คุณจีระพงศ์ รักประสูตร ผู้จัดการโครงการโรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิต ไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	89

สารบัญ (ต่อ)

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

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 เปรียบเทียบปาล์มทะเลหลายที่มีค่าร้อยละของน้ำมันต่างกันและน้ำหนักน้ำมันปาล์มดิบ....	15
2 เปรียบเทียบปริมาณผลผลิตและคุณภาพของไบโอดีเซลก่อนและหลังการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซล.....	62
3 เปรียบเทียบปริมาณเมทิลเอสเทอร์ซึ่งเป็นเกณฑ์วัดคุณภาพไบโอดีเซลที่ได้จากกระบวนการผลิต ทดสอบโดยโรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา อ.หัวหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์ ก่อนและหลังการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซล..	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 จากวัตถุดิบตั้งต้นผลปาล์มทะเลหลาย 1,000 กิโลกรัม	70
6 ค่าใช้จ่ายในการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซล จากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด	74
7 เปรียบเทียบต้นทุนค่าใช้จ่ายผันแปรต่อรอบการผลิตไบโอดีเซลจากวัตถุดิบตั้งต้นผลปาล์มทะเลหลาย 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 พัฒนาระดับพื้นที่วางเครื่องหีบปาล์มเพื่อให้มีพื้นที่ติดตั้งระบบกรองแยกกากสลัดจ์ ปาล์มด้วยตะแกรงสั่นแทนแรงงานคน.....	35
9 ขั้นตอนการพัฒนาการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ.....	36
10 ขั้นตอนการพัฒนาการผลิตไบโอดีเซล.....	37
11 โต้ะสับปาล์มทำจากโลหะ ปรับสูงต่ำได้.....	38
12 มีดสับปาล์มทำจากโลหะ.....	38
13 เครื่องตีแยกผลปาล์ม และสายพานลำเลียงคัดแยกผลปาล์ม.....	39
14 คัดแยกวัตถุดิบ สับแยกทะลายปาล์มออกเป็นช่อผลปาล์ม และผึ่งบนลานตาก.....	40
15 ลักษณะช่อผลปาล์มและการผึ่งช่อผลปาล์มบนพื้นที่ลานในร่ม.....	40
16 ทดลองตีแยกผลปาล์มและคัดกากช่อปาล์มขนาดใหญ่บนสายพานลำเลียง.....	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 ถูกสูบขึ้นสู่ถังตีกัม.....	46
25 อุปกรณ์เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์และ Hot Plate With Magnetic Stirrer.....	47
26 การไทเทรตเพื่อหาค่าร้อยละของกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบ.....	48
27 อุปกรณ์เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล โดยกระบวนการทดสอบด้วยเตาไมโครเวฟ.....	49
28 ระบบทำความร้อนและปั้มน้ำในกระบวนการล้างยางเหนียว และล้างไบโอดีเซล.....	50
29 พื้นที่จัดเก็บและถังผสมสารเคมี ป้องกันอันตรายต่อนักปฏิบัติการเคมี.....	52
30 ระบบปั้มน้ำขึ้นสู่ถังพักก่อนทำปฏิกิริยาไบโอดีเซล.....	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 กับเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับดินน้ำมันนาุ้ง.....	68
42 ทดลองใช้ไบโอดีเซล B100 กับรถยนต์เครื่องยนต์ดีเซล 4 สูบ ขนาด 2,500 ซีซี.....	68
43 นางสาวเบญจวรรณ อ่านเปรื่อง ผู้ว่าราชการจังหวัดตราด ให้เกียรติเป็นประธานและ บรรยายพิเศษ โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซล จากผลปาล์มน้ำมัน และประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล เมื่อวันที่ 15 ถึง 16 มีนาคม 2555 ณ ห้องประชุม โรงเรียนเนินทรายวิทยาคม.	72
44 ท่านผู้ว่าราชการจังหวัดตราด เยี่ยมชมโรงสกัดน้ำมันปาล์มดิบแปรรูปไบโอดีเซลของ โครงการร่วมกับผู้เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซล	72

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
45 ผู้เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการ ศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซล ของ โครงการ.....	73
46 ท่านผู้ว่าราชการจังหวัดตราด และผู้เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการ เยี่ยมชมแปลง เพาะเห็ดฟางจากกากทะลายน้ำมัน ซึ่งเป็นประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จาก การผลิตไบโอดีเซล.....	73
47 เครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลายน้ำมันสด.....	93
48 เส้นใยติดตามร่องฟันเครื่องตีคัดแยกฯ.....	93
49 คัดแยกเศษทะลายน้ำมันที่ปนออกมา.....	94
50 ผลปาล์มที่ผ่านกระบวนการคัดแยก.....	94
51 ผลปาล์มที่มีขนาดมาตรฐาน.....	96
52 ผลปาล์มผ่านกระบวนการทอดระเหยน้ำ.....	96
53 เตาทอดผลปาล์มด้วยแก๊สหุงต้มก่อนการพัฒนา.....	96
54 เครื่องหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบ.....	97
55 กากปาล์มแห้งจากเครื่องหีบสกัดฯ.....	98
56 กรองน้ำมันปาล์มดิบด้วยตะแกรงกรอง.....	98
57 กากปาล์มเปียกที่ตกจากตะแกรงกรอง.....	98
58 น้ำมันปาล์มดิบที่ใช้ทำดีเซล.....	100
59 ถ่ายยางเหนียวและตะกอนปนเปื้อน.....	100
60 ตรวจสอบร้อยละกรดไขมันอิสระ.....	103
61 การทดสอบเคมีลิงในถังเคมีก่อนทำปฏิกิริยา.....	104
62 ถังคักแยกน้ำมันและน้ำ.....	105
63 ถังกรองเกลือ.....	106
64 ระบบการกรองผ่านไส้กรอง.....	106
65 ทดสอบค่าสัดส่วนความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล.....	107
66 เมทิลเอสเทอร์.....	138
67 ปาล์มน้ำมัน.....	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 น้ำมันปาล์มดิบที่ผ่านกระบวนการดีกัม.....	146
79 ปฏิกริยาลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบ.....	148
80 การตรวจหาค่าร้อยละของกรดไขมันอิสระจากน้ำมันปาล์มดิบภายหลังทำปฏิกิริยา.....	149
81 กระบวนการผสมสารเคมีเพื่อทำปฏิกิริยาไบโอดีเซล.....	149
82 กลิเซอรินที่ได้จากการแยกชั้น.....	150
83 ไบโอดีเซลที่ได้หลังจากการล้าง.....	151
84 การกำจัดน้ำที่ยังคงมีอยู่ในไบโอดีเซล.....	151
85 กระบวนการกรองไบโอดีเซล.....	152
86 ถังบรรจุไบโอดีเซล.....	153
87 การทดสอบความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล.....	153
88 การทดลองใช้งาน.....	154