

รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์
โครงการวิจัย (Project)
โครงการวิจัยทุนอุดหนุนวิจัย มก. ปีงบประมาณ 2553

ส่วนที่ 1 สรุปผลการดำเนินงานโครงการวิจัย (Project)

1.1 รหัส ว-ท (ด) 188.53 การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันถั่วเหลือง

1.2 ลักษณะโครงการ ☒ เป็นโครงการวิจัยเดี่ยว
☐ เป็นโครงการย่อยในชุดโครงการวิจัย (ระบุชื่อชุดโครงการวิจัย)

1.3 ชื่อหัวหน้าโครงการ อ.พิมพ์พรรณ ปรี่องาม

1.4 หน่วยงานหลักรับผิดชอบ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

1.5 ประเภทโครงการ ☒ โครงการวิจัย 3 สาขา; ☐ เกษตรศาสตร์ ☒ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ☐ สังคมศาสตร์
☐ โครงการวิจัยสถาบันเพื่อพัฒนาคุณภาพ
☐ โครงการวิจัยและถ่ายทอดงานวิจัยสู่ประชาชน
☐ โครงการเสริมสร้างความเข้มแข็งด้านการวิจัย
☐ โครงการวิจัยเพื่อพัฒนาหน่วยปฏิบัติการวิจัยเชี่ยวชาญเฉพาะ (SRU)
☐ โครงการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มศักยภาพเชิงบูรณาการเพื่อการแข่งขัน
☐ โครงการวิจัยพัฒนาร่วมภาครัฐและเอกชน

1.6 ระยะเวลาดำเนินงานวิจัยตลอดโครงการ 1 ปี ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2552 ถึงปีงบประมาณ 2553

1.7 สถานที่ดำเนินงานวิจัย/เก็บข้อมูล ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

1.8 งบประมาณรวมตลอดโครงการ 100,000 บาท ประกอบด้วย
ปีงบประมาณ 2552 ได้รับ 80750 บาท ปีงบประมาณ ได้รับ บาท
ปีงบประมาณ 2553 ได้รับ 80750 บาท ปีงบประมาณ ได้รับ บาท
ปีงบประมาณ ได้รับ บาท ปีงบประมาณ ได้รับ บาท

1.9 วัตถุประสงค์โครงการวิจัย

1. เพื่อประเมินสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันถั่วเหลืองเป็นเชื้อเพลิง
เปรียบเทียบกับกำรใช้น้ำมันดีเซล เมื่อใช้เดินเครื่องยนต์ทางกรเกษตรขนาดเล็กสูบเดียว
2. เพื่อให้เกษตรกรมีทางเลือกในการใช้น้ำมันพืชเป็นพลังงานทดแทนน้ำมันดีเซล โดยไม่ต้องดัดแปลง
น้ำมัน

1.10 เป้าหมายผลงานวิจัยตลอดโครงการ

ปีที่ เดือนที่ ผลงานวิจัยที่คาดว่าจะได้

1. 1-6 ออกแบบและสร้างเครื่อง
- 7-12 ทดสอบและวิเคราะห์ผล

1.11 สรุปการดำเนินงานวิจัยตลอดโครงการ

วัตถุประสงค์ (ตามแผน)	เป้าหมาย / ผลที่คาด (ตามแผน)	ผลการดำเนินงาน (ปฏิบัติได้จริง)
1. เพื่อประเมินสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันถั่วเหลืองเป็นเชื้อเพลิง เปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล เมื่อใช้เดินเครื่องยนต์ทางการเกษตรขนาดเล็กสูบลำเดียว	1. เครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้น้ำมันพืช 100% ที่ผ่านการอุ่น มีสมรรถนะใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล	1. น้ำมันถั่วเหลืองให้ผลการทดสอบใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล มากกว่าน้ำมันมะพร้าว
2. เพื่อให้เกษตรกรมีทางเลือกในการใช้น้ำมันพืชเป็นพลังงานทดแทนน้ำมันดีเซล โดยไม่ต้องดัดแปลงน้ำมัน	2. ลดการพึ่งพาทางด้านพลังงานและเสริมสร้างแหล่งพลังงานให้แก่เกษตรกร โดยเกษตรกรสามารถนำผลผลิตมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเกษตรต่าง ๆ	2. ในการทดลองนี้ราคาน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันทานตะวันเหลืองมีราคาแพง แต่ถ้าเกษตรกรสามารถปลูกและสามารถนำมาผลิตเป็นน้ำมันได้เองก็เป็นการลดการพึ่งพาต่างประเทศ และแก้ปัญหาสภาพขาดแคลนน้ำมัน

1.12 สรุปผลการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์

☐ บรรลุ.....

☒ บรรลุบางส่วน (ร้อยละ 80) เหตุผล มีข้อจำกัดด้านเวลาและทุนวิจัย จึงทำให้ไม่สามารถวัดความลึกหรือของเครื่องยนต์ได้ (จะวัดความลึกหรือได้ต้องเดินเครื่องยนต์ประมาณ 1000 ชั่วโมง)

☐ ไม่บรรลุ เหตุผล.....

1.13 ผลผลิต/ สิ่งที่ได้จากการวิจัย (Outputs) (โปรดระบุรายละเอียด)

☐ องค์ความรู้/ข้อมูลพื้นฐาน.....

☐ สายพันธุ์พืช/สัตว์/จุลินทรีย์.....

☐ ผลิตภัณฑ์.....

☐ สิ่งประดิษฐ์.....

☒ เทคโนโลยี/นวัตกรรม การอุ่นน้ำมันพืชด้วยน้ำร้อนในหม้อน้ำของเครื่องยนต์ดีเซล

☐ ฐานข้อมูล/ซอฟต์แวร์.....

☐ คู่มือ.....

☐ วิดีทัศน์.....

☒ การสร้างนักวิจัย/สนับสนุนนิสิตปริญญาตรี 2 คน ปริญญาโทคน ปริญญาเอกคน

☐ สนับสนุนการศึกษาปัญหาพิเศษ.....เรื่อง (ระบุ).....วิทยานิพนธ์.....เรื่อง (ระบุ).....

☐ อื่นๆ (ระบุ).....

1.14 ผลลัพธ์/ผลสำเร็จที่ได้/หรือคาดว่าจะได้จากการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ (Outcomes)

(1) เป้าหมายการนำไปใช้ประโยชน์ (ระบุกลุ่มเป้าหมายของงานวิจัยเชิงปริมาณ/คุณภาพ)

- ☐ ด้านการศึกษา/เสริมการเรียนรู้การสอน.....
- ☒ ด้านการเกษตร เกษตรกรสามารถนำผลผลิตมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเกษตรต่าง ๆ
- ☐ ด้านอุตสาหกรรม.....
- ☐ ด้านทรัพยากรธรรมชาติ/สิ่งแวดล้อม.....
- ☐ ด้านคุณภาพชีวิต สุขภาพอนามัย.....
- ☐ ด้านเศรษฐกิจ.....
- ☐ ด้านสังคม.....
- ☐ ด้านการทำนุบำรุงศิลป ศาสนา วัฒนธรรม.....
- ☐ ด้านการถ่ายทอดเทคโนโลยี/ฝึกอบรมแก่กลุ่มเป้าหมาย.....
- ☐ เสนอภาครัฐ เพื่อใช้กำหนดแผน/นโยบาย ฯลฯ
- ☐ นำความรู้ไปวิจัย/พัฒนาต่อไป.....
- ☐ ก่อให้เกิดความร่วมมือระหว่างหน่วยงาน/การสร้างเครือข่าย.....
- ☐ อื่นๆ (ระบุ).....

(2) สรุปผลการนำผลการวิจัยไปเผยแพร่ / ถ่ายทอด **ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดโครงการ** (ระบุรายละเอียด อยู่ระหว่างดำเนินการส่งตีพิมพ์/ตีพิมพ์แล้วในรูปแบบเอกสารอ้างอิงและแนบสำเนาเป็น

ภาคผนวกของรายงาน)

- ☐ ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการต่างประเทศ..... เรื่อง (ระบุ).....
- ☐ ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการในประเทศ..... เรื่อง (ระบุ).....
- ☐ นำเสนอในการประชุม/สัมมนา ต่างประเทศ..... เรื่อง (ระบุ).....
- ☐ นำเสนอในการประชุม/สัมมนา ในประเทศ..... เรื่อง (ระบุ).....
- ☐ นำเสนอทางวิทยุ/โทรทัศน์/Website..... เรื่อง/ครั้ง (ระบุ).....
- ☐ นำเสนอทางนิทรรศการ..... เรื่อง/ครั้ง (ระบุ).....
- ☐ บทความ/เอกสารสิ่งพิมพ์/วีดิทัศน์..... เรื่อง/ครั้ง (ระบุ).....
- ☐ ถ่ายทอด/ฝึกอบรมแก่เกษตรกร/ผู้สนใจ..... เรื่อง/ครั้ง (ระบุ).....
- ☐ ถ่ายทอดสู่ภาคเอกชน/อุตสาหกรรม/ผู้ประกอบการ (ประโยชน์เชิงพาณิชย์)..... เรื่อง/ครั้ง (ระบุ).....
- ☐ ภาครัฐนำไปใช้กำหนดแผน/นโยบาย ฯลฯ (ระบุ).....
- ☐ มีผู้นำผลงานวิจัยไปอ้างอิง (ระบุ).....
- ☐ อื่นๆ (ระบุ).....

1.15 การยื่นจด ☐ สิทธิบัตร ☐ อนุสิทธิบัตร ☐ ลิขสิทธิ์

☐ มีศักยภาพที่จะยื่นจด (ระบุ)..... ☐ ยื่นจดแล้ว เมื่อ.....

1.16 ผลกระทบ (Impact) ที่เกิดจากการนำผลการวิจัยไปใช้ (ระบุว่าก่อให้เกิดผลกระทบอย่างไร)

- ☐ ด้านความมั่นคง อาทิ การเมืองการปกครอง กฎหมาย การต่างประเทศ โครงสร้างพื้นฐาน และบริการโทรคมนาคม ฯลฯ (ระบุ).....
- ☒ ด้านการเศรษฐกิจ อาทิ การพาณิชย์กรรม การเกษตรกรรม การอุตสาหกรรม การท่องเที่ยว วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พลังงาน ฯลฯ (ระบุ)..... เกษตรกรสามารถนำผลผลิตมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเกษตรต่าง ๆ
- ☐ ด้านคุณภาพชีวิตและสังคม ศักยภาพของคนและการศึกษา การแพทย์และสาธารณสุข หลักประกันความมั่นคง สวัสดิการสังคม วัฒนธรรม จริยธรรมและค่านิยม ฯลฯ (ระบุ).....
- ☐ ด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การบริหารจัดการการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์ การป้องกันการทำลาย ลดการสูญเสีย การฟื้นฟูทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม ฯลฯ
- ☐ อื่นๆ (ระบุ).....

1.17 ผลการดำเนินงานวิจัยสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ ในด้าน

- ☒ ยุทธศาสตร์การจัดความยากจน
- ☐ ยุทธศาสตร์การพัฒนาคนและสังคมที่มีคุณภาพ
- ☐ ยุทธศาสตร์การปรับโครงสร้างเศรษฐกิจให้สมดุล และแข่งขันได้
- ☐ ยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- ☐ ยุทธศาสตร์การต่างประเทศและเศรษฐกิจระหว่างประเทศ
- ☐ ยุทธศาสตร์การพัฒนากฎหมายและส่งเสริมการบริหารกิจการบ้านเมืองที่ดี
- ☐ ยุทธศาสตร์การส่งเสริมประชาธิปไตยและกระบวนการประชาสังคม
- ☐ ยุทธศาสตร์การรักษาความมั่นคงของรัฐ
- ☐ ยุทธศาสตร์การรองรับการเปลี่ยนแปลงและพลวัตโลก
- ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

1.18 ปัญหา อุปสรรค ในการดำเนินงานวิจัยและแนวทางแก้ไข

1.19 งานที่จะทำต่อไป/คำชี้แจงเพิ่มเติม จัดทำรูปเล่ม

1.20 ได้แนบ “รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ของโครงการ (Project)” ตามหัวข้อ ในส่วนที่ 2 (หน้าถัดไป) มาด้วยแล้ว

ลงชื่อ.....หัวหน้าโครงการ

(...นางสาวพิมพ์พรพรรณ ปรีดงาม.....)

.....28..... / เมษายน / 2554วัน/เดือน/ปี ที่รายงาน

ส่วนที่ 2

รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์
โครงการวิจัยทุนอุดหนุนวิจัย มก. ปีงบประมาณ 2552

โครงการวิจัยรหัส ว-ท(ด) 188.53

(การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันถั่วเหลือง)

(Performance Testing in Using Coconut Oil and Soybean Oil in Diesel Engine)

พิมพ์พรรณ ปรีื่องาม ⁽¹⁾

Pimpan Pruengam ⁽²⁾

บทคัดย่อ

งานวิจัยได้มีการนำน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันถั่วเหลืองที่ยังไม่ผ่านการ Refine มาเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล สูบเดียว ยี่ห้อ YANMAR รุ่น TA 120-XL [1] ทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์กับแท่น Dynamometer พบว่า (1) น้ำมันดีเซล ที่ความเร็วรอบ 2,163 rpm จะได้กำลังสูงสุดเท่ากับ 8.92 kW และที่ความเร็วรอบ 1,437 rpm จะได้แรงบิดสูงสุดเท่ากับ 40.17 Nm มีอัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะที่ความเร็วรอบ 2,250 rpm เท่ากับ 0.28 kg/hr/kW และที่ความเร็วรอบ 2,139 rpm มีอุณหภูมิที่ต้นทางท่อไอเสียสูงสุดเท่ากับ 522 °C (2) น้ำมันมะพร้าว ที่ความเร็วรอบ 2,200 rpm จะได้กำลังสูงสุดเท่ากับ 8.92 kW และที่ความเร็วรอบ 1,400 rpm จะได้แรงบิดสูงสุดเท่ากับ 39.24 Nm มีอัตราการกินน้ำมันจำเพาะที่ความเร็วรอบ 2,245 rpm เท่ากับ 0.37 kg/hr/kW และที่ความเร็วรอบ 2,000 rpm มีอุณหภูมิที่ต้นทางท่อไอเสียสูงสุดเท่ากับ 525 °C (3) น้ำมันถั่วเหลือง ที่ความเร็วรอบ 2,201 rpm จะได้กำลังสูงสุดเท่ากับ 9.34 kW และที่ความเร็วรอบ 1,499 rpm จะได้แรงบิดสูงสุดเท่ากับ 40.55 Nm มีอัตราการกินน้ำมันจำเพาะที่ความเร็วรอบ 2,285 rpm เท่ากับ 0.33 kg/hr/kW และที่ความเร็วรอบ 2,197 rpm มีอุณหภูมิที่ต้นทางท่อไอเสียสูงสุดเท่ากับ 528 °C และ [2] ทดสอบกับรถไถเดินตาม [2.1] ติดตั้งเครื่องยนต์กับชุดโครงรถไถเดินตาม พบว่า น้ำมันดีเซลมีอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 0.37 L/hr หรือ 5.32 km/L น้ำมันมะพร้าวมีอัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 0.38 L/hr หรือ 5.28 km/L น้ำมันถั่วเหลืองมีอัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 0.33 L/hr หรือ 6.00 km/L [2.2] ติดตั้งเครื่องยนต์กับชุดโครงรถไถเดินตาม พบว่า น้ำมันดีเซลมีอัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 0.38 L/hr หรือ 6.18 km/L น้ำมันมะพร้าวมีอัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 0.38 L/hr หรือ 5.81 km/L น้ำมันถั่วเหลืองมีอัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 0.34 L/hr หรือ 6.90 km/L

คำสำคัญ: เครื่องยนต์ดีเซล น้ำมันมะพร้าว น้ำมันถั่วเหลือง

ABSTRACT

This research present the using non refined coconut and soy bean oil in one cylinder diesel engine YANMAR model TA 120-XL. [1] Performance testing of engine with Dynamometer, the result showed that (1) Diesel oil: at velocity 2,163 rpm found out that maximum power was 8.92 kW, at rotational speed 1,437 rpm found out that maximum torque was 40.17 Nm, at rotational speed 2,250 rpm found out that specific fuel consumption rate was 0.28 kg/hr/kW and at rotational speed 2,139 rpm found out that maximum exhaust pipe temperature was 522 degree Celsius. (2) Coconut oil: at rotational speed 2,200 rpm found out that maximum power was 8.92 kW, at rotational speed 1,400 rpm found out that maximum torque was 39.24 Nm, at rotational speed 2,245 rpm found out that specific fuel consumption rate was 0.37 kg/hr/kW and at rotational speed 2,000 rpm found out that maximum exhaust pipe temperature was 525 degree Celsius. (3) Soy bean oil: at rotational speed 2,201 rpm found out that maximum power was 9.34 kW, at rotational speed 1,499 rpm found out that maximum torque was 40.55 Nm, at rotational speed 2,285 rpm found out that specific fuel consumption rate was 0.33 kg/hr/kW and at rotational speed 2,197 rpm found out that maximum exhaust pipe temperature was 528 degree Celsius. [2] Testing with walking tractor [2.1] The engine was installed on the structure of walking tractor with tyre wheel. The result were using diesel oil was average fuel consumption rate 0.37 liter/hr or 5.32 km/liter , using coconut oil was average fuel consumption rate 0.38 liter/hr or 5.28 km/liter and using soy bean oil was average fuel consumption rate 0.33 liter/hr or 6.00 km/liter. [2.2] The engine was installed on the structure of walking tractor with cage wheel. The result were using diesel oil was average fuel consumption rate 0.38 liter/hr or 6.18 km/liter , using coconut oil was average fuel consumption rate 0.38 liter/hr or 5.81 km/liter and using soy bean oil was average fuel consumption rate 0.34 liter/hr or 6.90 km/liter.

Key words: diesel engine, coconut oil, soy bean oil

⁽¹⁾ ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร คณะ วิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

⁽²⁾ Agricultural Engineering Department, Faculty of Engineering at Kamphaeng Saen

บทนำ

ปัจจุบันวิกฤตการณ์น้ำมันเชื้อเพลิงได้ส่งผลกระทบกับการดำเนินชีวิตของผู้คนและเศรษฐกิจของประเทศเป็นอย่างมาก เนื่องจากราคาของน้ำมันเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้นมากและความต้องการในการใช้น้ำมันก็เพิ่มขึ้น รวมถึงปัญหาทางภาคการเกษตรด้านผลผลิตล้นตลาด ราคาตกต่ำ ทำให้หน่วยงานและองค์กรต่าง ๆ พยายามที่จะแสวงหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น กระทรวงพาณิชย์ประกาศให้เรื่องพลังงานทดแทนเป็นวาระแห่งชาติ การนำน้ำมันพืชมาใช้ในการเครื่องยนต์ดีเซลเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจในการแก้ปัญหา โดยการใช้มี 3 ลักษณะด้วยกันคือ (1.) การนำน้ำมันพืชมาทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์และต่าง ได้น้ำมันไบโอดีเซลซึ่งอยู่ในรูปของเมทิลเอสเทอร์และกลีเซอริน น้ำมันไบโอดีเซลที่ได้จะมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมากสามารถนำไปเติมในเครื่องยนต์ดีเซล ได้ทุกชนิดแต่มีราคาสูง (2.) นำน้ำมันก๊าดมาผสมน้ำมันพืช (Veggie / Kero Mix) เป็นวิธีการหมักน้ำมันพืชด้วยน้ำมันก๊าด น้ำมันที่ได้จากวิธีการดังกล่าวเหมาะกับกรณีจำเป็นต้องใช้น้ำมันอย่าง เร่งด่วน และใช้กับเครื่องยนต์ ที่ใช้งานหนัก ตลอดจนถึงงานในภูมิอากาศเขตร้อน อัตราส่วนผสม ระหว่างน้ำมันก๊าดและน้ำมันพืชขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิของพื้นที่ใช้งาน อัตราส่วนผสม ตั้งแต่ 10 % น้ำมันก๊าด 90 % น้ำมันพืช จนถึง 40 % น้ำมันก๊าด 60 % น้ำมันพืช อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมอยู่ที่ 20 % น้ำมันก๊าด 80 % น้ำมันพืช และ (3.) ใช้น้ำมันพืชโดยตรง (Straight Vegetable Oil) เป็นวิธีการนำน้ำมันพืชบริสุทธิ์หรือน้ำมันพืชที่ใช้งานแล้วมาเติมเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งจำเป็นต้องมีถังน้ำมันดีเซลหรือน้ำมันไบโอดีเซล เพื่อใช้ในการสตาร์ทเครื่องยนต์และใช้ก่อนหยุดเครื่องยนต์ ประเด็นสำคัญของการใช้น้ำมันพืชโดยตรงคือต้องมีการอุ่นน้ำมันในทุกจุดที่มีน้ำมันผ่านได้แก่ ถังน้ำมัน ท่อทางเดินน้ำมัน ชุดกรองน้ำมัน อุณหภูมิของน้ำมันที่อุ่นอย่างน้อย 70 °C แนวทางการนำน้ำมันพืชมาใช้โดยตรงเป็นวิธีการที่ได้น้ำมันในราคาที่ถูกต้องกับความต้องการในยุคปัจจุบัน(กระทรวงพลังงาน, 2551)

ซึ่งแนวทางที่ 3 นี้เป็นแนวทางที่นำมาศึกษาหาประสิทธิภาพของเครื่องยนต์โดยการใช้ใช้น้ำมันพืชที่ได้จากน้ำมันมะพร้าว 100 % และน้ำมันจากถั่วเหลือง 100 % มาทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซล สูบเดี่ยว ขนาด 12 แรงม้าเพื่อเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพการทำงานที่เกิดขึ้นจากการใช้น้ำมันพืชตัวอย่าง กับเครื่องยนต์ดีเซล ในการศึกษาครั้งนี้ใช้น้ำมันมะพร้าวซึ่งคุณสมบัติที่น่าสนใจคือมีโครงสร้างโมเลกุลเป็นพันธะเดี่ยว ซึ่งมากกว่าน้ำมันชนิดอื่น ๆ ส่วนประกอบเป็น C12 : 0 และ C14 : 0 มาก ในขณะที่น้ำมันอื่น ๆ เป็น C16 – C18 เสียมาก เช่นน้ำมันปาล์มมี C16 : 0 และ C18 : 1 มากที่สุด (ตัวเลข Cx : y นั้น ค่า x คือจำนวนคาร์บอนในห่วงโซ่โมเลกุล ส่วนค่า y คือจำนวนแขนเกาะที่เป็นพันธะคู่ ซึ่งบอกถึงความเป็นไขมันไม่อิ่มตัว) ความหนืดก็ค่อนข้างต่ำกว่าน้ำมันอื่น จุดเกิดหมอกที่ 26 °C (ทวิช, 2544) ส่วนน้ำมันถั่วเหลืองนั้นให้ค่าความร้อนต่ำกว่าน้ำมันดีเซล มีความหนืดสูง ซึ่งเป็นข้อเสีย เพราะนั่น หมายความว่า การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจะเกิดช้าและไม่สมบูรณ์ เพราะไม่สามารถทำให้น้ำมันเป็นละอองได้ง่าย ผลที่ตามมาคือเครื่องยนต์ชำรุด เนื่องจากปั๊มทำงานหนัก และผงถ่านที่ไม่ถูกไหม้จะเข้าไปผสมปนกับน้ำมันหล่อลื่น แต่การที่น้ำมันทานตะวันมีกำมะถันน้อย จะช่วยลดอัตราส่วนของกำมะถันในน้ำมันเชื้อเพลิงลง ผลที่ตามมาคือแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ถูกปลดปล่อยออกมาน้อยกว่าน้ำมันดีเซล

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อประเมินสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันถั่วเหลืองเป็นเชื้อเพลิง เปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล เมื่อใช้เดินเครื่องยนต์ทางการเกษตรขนาดเล็กสูบลอย
2. เพื่อให้เกษตรกรมีทางเลือกในการใช้น้ำมันพืชเป็นพลังงานทดแทนน้ำมันดีเซล โดยไม่ต้องดัดแปลงน้ำมัน

การตรวจเอกสาร

1. เครื่องยนต์ดีเซล (Diesel Engine)

เครื่องยนต์ดีเซล ได้เกิดขึ้นจากการประดิษฐ์คิดค้นของ รูดอล์ฟ ดีเซล (Rudolph Diesel ค.ศ. 1858 - 1913) ได้ประดิษฐ์เป็นผลสำเร็จในปี ค.ศ. 1893 โดยให้ชื่อเครื่องยนต์นี้ว่า " ดีเซล " รูดอล์ฟ ดีเซล ได้รับแรงกระตุ้นทางสังคมวิทยา ในเวลานั้น การปฏิวัติทางอุตสาหกรรมกำลังอยู่ในยุคสูงสุด ความฝันของ รูดอล์ฟ ดีเซล ในการสร้างเครื่องยนต์ ที่ช่วยให้ผู้คนหลุดพ้นจากระบอบการใช้แรงงานเกี่ยวข้องกับเครื่องจักรอื่น ๆ รวมถึงเครื่องยนต์ที่ใช้แก๊สโซลีน รูดอล์ฟ ดีเซล ต้องการให้ผู้คนตัดสินใจใช้ชีวิตด้วยตัวเองมากกว่าจะให้เครื่องจักรที่มนุษย์ได้สรรค์สร้างขึ้นมาเป็นผู้ตัดสินใจแทน

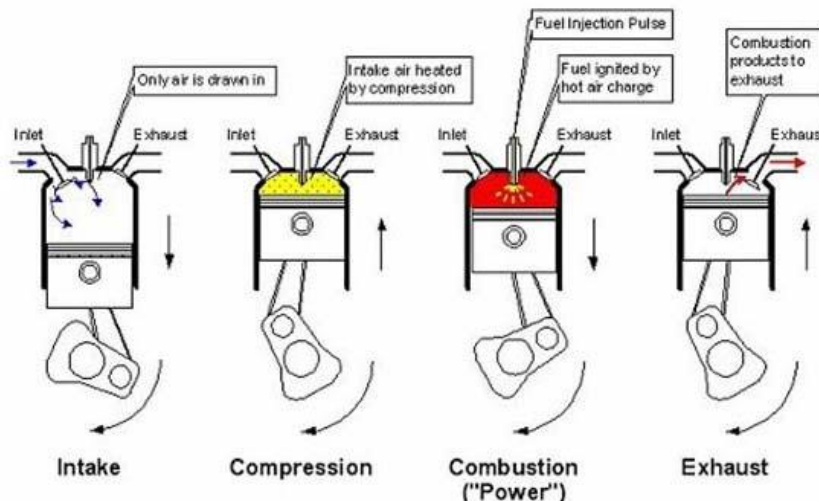
หลักการทำงานของเครื่องจักรดีเซล อากาศเมื่อถูกอัดตัวจะมีความร้อนสูงขึ้น แต่ถ้าอากาศถูกอัดตัวอย่างรวดเร็ว โดยไม่มีการสูญเสียความร้อน(Adiabatic compression) ทั้งแรงดันและความร้อนจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว (Boyle's law) เมื่อฉีดละอองน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปในอากาศที่ร้อนจัดจากการอัดตัว จะเกิดการเผาไหม้ขึ้นอย่างทันที ทำให้เกิดกำลังงานขึ้น กำลังงานที่เกิดขึ้นจะนำไปใช้ประโยชน์ในรูปของแรงขับหรือแรงผลักดัน ผ่านลูกสูบและก้านสูบทำให้เพลาช้อเหวี่ยงหมุน ณ กำลังอัดเดียวกัน อากาศที่อุณหภูมิเริ่มต้นสูงกว่า เมื่อถูกอัดย่อมมีอุณหภูมิสูงกว่าหรือร้อนกว่า

เครื่องยนต์ดีเซลแบ่งออกเป็นแบบใหญ่ๆ ได้เป็น 2 แบบคือ

1. เครื่องยนต์ 4 จังหวะ (The 4-cycle Engine)
2. เครื่องยนต์ 2 จังหวะ (The 2-cycle Engine)

เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก โดยทั่วไปเป็นเครื่องยนต์ 4 จังหวะ สำหรับเครื่องยนต์ 2 จังหวะ มักใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่

4-stroke Compression-ignition (Diesel) Engine Cycle



ภาพที่ 1 วงจรการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ

ที่มา : MO Memoir (2009)

การทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ

1. จังหวะดูด (Intake Stroke) เมื่อลูกสูบเลื่อนลงจากจุดศูนย์ตายบนถึงจุดศูนย์ตายล่าง (TDC-BDC) ลิ้นไอดีจะเปิด อากาศจะถูกดูดเข้ามาประจุในห้องเผาไหม้ แต่ในขณะนั้นลิ้นไอดีเสียยังคงปิดอยู่
2. จังหวะอัด (Compression Stroke) เมื่อลูกสูบเริ่มเลื่อนขึ้นจากศูนย์ตายล่าง (BDC) ลิ้นทั้งสองจะปิด ดังนั้นอากาศในระบบสูบจึงถูกอัดโดยระบบสูบ แรงดันและความร้อนของอากาศจึงสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว อากาศในขณะนี้เป็นอากาศที่ร้อนแดง "Red hot Air" ถ้าอัตราส่วนการอัดเท่ากับ 20:1 อากาศจะมีแรงดัน 40-45 กก./ตารางเซนติเมตร และมีอุณหภูมิ 500-600 องศาเซลเซียส
3. จังหวะระเบิด (power Stroke) เมื่อลูกสูบเลื่อนขึ้นเกือบจุดศูนย์ตายบน ในปลายจังหวะอัด ละอองน้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกฉีดเข้าสู่ห้องเผาไหม้ ทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างทันทีทันใด แรงดันจากการเผาไหม้จะผลักดันให้ลูกสูบเลื่อนลง อุณหภูมิจะสูงขึ้นเป็นประมาณ 2000 องศาเซลเซียส และแรงดันสูงขึ้นเป็น 55-80 กก./ตารางเซนติเมตร ในจังหวะระเบิดนี้พลังงานความร้อนจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานกล
4. จังหวะคาย (Exhaust Stroke) ปลายจังหวะระเบิด ลิ้นไอดีจะเปิด แก๊สไอดีจึงขับออกจากกระบอกสูบด้วยการเลื่อนขึ้นของลูกสูบ

2. น้ำมันดีเซล

น้ำมันดีเซล (Diesel fuels) คือ น้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นพลังงานในเครื่องยนต์ยานพาหนะต่างๆ เช่น รถยนต์โดยสาร รถบรรทุก รถไฟ เรือ และเรือเดินสมุทร ทั้งนี้ น้ำมันดีเซลนั้นมักจะใช้กับเครื่องยนต์ที่ต้องทำงานหนักเป็นระยะเวลานาน และต้องการกำลังที่สูงกว่าในเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซลมีการระเหยต่ำ และเป็นผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมที่ได้จากส่วนล่างของหอกลั่นปิโตรเลียม การทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลนั้นเป็นการจุดระเบิดโดยใช้แรงอัด จุดระเบิดให้เป็นพลังงานในระบบสูบของเครื่องยนต์

การแบ่งชั้นคุณภาพของน้ำมันดีเซลนั้น แบ่งออกตามค่าออกเทน (Octane) ที่แบ่ง เรียกตามหมายเลขค่าซีเทน (cetane number, cetane no.) โดยทั่วไป เป็นไปตามลำดับดังนี้

1. Diesel No.1 (C8-C19) มีการระเหยและจุดระเบิดปกติ เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลชนิดอื่นๆ มักใช้ในเครื่องยนต์ดีเซลความเร็วสูง โดยมีค่าความแตกต่างของความเร็ว และน้ำหนักบรรทุก ตัวอย่างในสหรัฐอเมริกา คือ สูตรมาตรฐานของ ดีทอยต์ดีเซลซีรี่ 71 ของเครื่องยนต์ที่ใช้ในรถโดยสารประจำทางที่วิ่งในชุมชนเมือง(Detroit Diesel Series 71 engines)

2. Diesel No.2 (C9-C21) มีการระเหยและจุดระเบิดต่ำกว่า No.1 และมีค่าองค์ประกอบปิโตรเลียมที่สูงกว่า No.1 ใช้ในเครื่องยนต์ที่ต้องรับน้ำหนักบรรทุกสูง และมีความเร็วสม่ำเสมอคงที่ เช่นรถยนต์ทั่วไปและรถบรรทุก

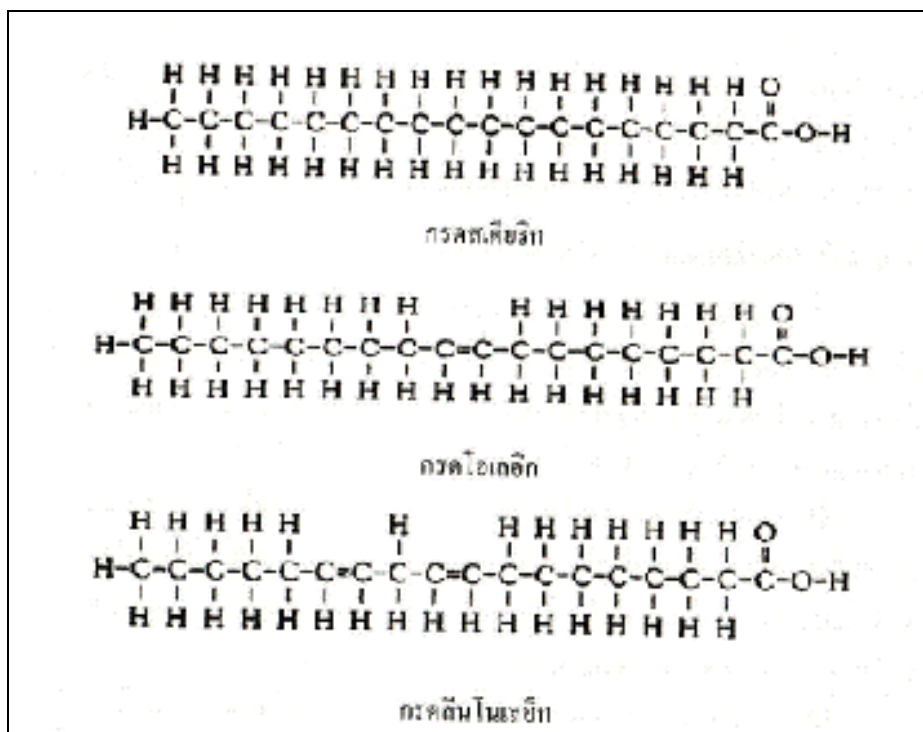
3. Diesel No.4 (C25+) มีความหนืดสูงที่สุด มีการระเหยและจุดระเบิดต่ำที่สุด เป็นส่วนผสมของน้ำมันดีเซลหมุนช้ากับกากน้ำมันเตาใช้ในเครื่องยนต์ที่มีความเร็ว ต่ำ-ปานกลาง ที่มีน้ำหนักบรรทุกและความเร็วที่แน่นอนและคงที่ ส่วนใหญ่ใช้ในการเดินเครื่องปั่นไฟขนาดใหญ่เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า รถไฟ เรือ และเรือเดินสมุทร

ดังนั้นสามารถแบ่งน้ำมันดีเซลออกเป็น 2 ชั้นคุณภาพ คือ น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว (Light Diesel) คือ ชนิด Diesel No.1และ Diesel No.2 และน้ำมันดีเซลหมุนช้า (Heavy Diesel) คือ ชนิด Diesel No.4 น้ำมันดีเซลหมุนเร็วใช้สำหรับเครื่องยนต์รอบสูง ที่มีการจุดระเบิด (ignition) สูง ได้แก่ น้ำมันดีเซลที่เราสามารถขับรถยนต์เข้าไปเติมได้ตามปั้มน้ำมันที่มีอยู่ทั่วไป ส่วนน้ำมันดีเซลหมุนช้าใช้สำหรับเครื่องยนต์รอบต่ำ ที่ต้องการมีความเร็วคงที่เป็นระยะเวลานาน เช่น เครื่องยนต์ของเรือเดินสมุทรขนาดใหญ่ที่ต้องเดินเครื่องตลอดเวลาเป็นระยะเวลาแรมเดือน จุดด้อยของการใช้น้ำมันดีเซลหมุนช้า คือ จุดระเบิดยากเพราะมีความหนืดสูง ทำให้เครื่องยนต์ติดยาก ในการเริ่มต้นเดินเครื่องนั้น ต้องใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วเป็นตัวนำร่องก่อนการใช้น้ำมันดีเซลหมุนช้าเดินเครื่องยนต์ในระยะเวลาต่อไป

3. น้ำมันมะพร้าว

น้ำมันมะพร้าว ได้จากการนำเนื้อมะพร้าวเข้ากระบวนการหมักกะทิ หรือการบีบมะพร้าวขูดที่ตากหรืออบให้ความชื้นลดลงแล้วบีบด้วยเครื่อง นำไปกรองและระเหยนํ้าอีกครั้ง การผลิตจะไม่ผ่านความร้อนสูง (ไม่เกิน 65 องศาเซลเซียส) และในการผลิตน้ำมันมะพร้าวเชิงอุตสาหกรรม ได้จากการนำมะพร้าวตากแห้ง ซึ่งบางครั้งมีเชื้อราปนไปบ้าง และผ่านกระบวนการทางเคมี เช่นการฟอกสี และการกำจัดกลิ่น เพื่อให้ได้น้ำมันใส ปราศจากกลิ่น น้ำมันมะพร้าวที่ได้จากธรรมชาติ ปราศจากสารเคมีสังเคราะห์ใดๆเจือปน โดยเฉพาะสารกำจัดศัตรูพืช ซึ่งจะมีเจือปนอยู่ในน้ำมันพืชชนิดอื่นๆ เราสามารถใช้น้ำมันมะพร้าวในสภาพที่สกัดได้ตามธรรมชาติทันที โดยไม่ต้องทำให้บริสุทธิ์ ฟอกสี และกำจัดกลิ่น ดังเช่นน้ำมันพืชอื่นๆ จึงปลอดภัยจากอันตรายของสารเคมี น้ำมันมะพร้าวมีคุณสมบัติที่เด่นที่ไม่มีในน้ำมันพืชอื่น ประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัว ประมาณ 92% ธาตุคาร์บอน (C) จับกันด้วยพันธะ (bond) เดี่ยว ไม่เปิดโอกาสให้ไฮโดรเจน (H₂) และออกซิเจน (O₂) แทรก ดังนั้น น้ำมันมะพร้าว “อิมตัว” ส่วนที่เหลือ (8%) เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีที่ C บางตัว จับกันด้วยพันธะคู่ เปิดโอกาสให้ H₂ และ O₂ แทรกจึง “ไม่อิมตัว” โครงสร้างของน้ำมัน

ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 สูตรโครงสร้างของกรดไขมันอิ่มตัว (บน) เปรียบเทียบกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (กลาง) และ กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (ล่าง)

แหล่งที่มา : http://www.coconut-virgin.com/miracle_coco.html

1. กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated Fatty Acid, SFA) เป็นกรดไขมันที่พันธะระหว่างอะตอมคาร์บอนกับคาร์บอนยึดเหนี่ยวด้วยพันธะเดี่ยวทั้งหมด มีลักษณะเป็นโซ่ตรง กรดไขมันอิ่มตัวนี้ร่างกายสามารถสังเคราะห์ขึ้นมาเองได้ จึงจัดว่าเป็นกรดไขมันที่ไม่จำเป็น (Nonessential fatty acid) ตัวอย่างเช่นกรดบิวทริก (Butyric acid, C4:0), กรดปาล์มมิติก (Palmitic acid, C16:0), กรดสเตียริก (Stearic acid, C18:0), กรดอะราคิติก (Arachidic acid, C20:0) เป็นต้น

2. กรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated Fatty Acid : UFA) เป็นกรดไขมันที่คาร์บอนในโมเลกุลมีไฮโดรเจนจับเกาะไม่เต็มที่ สามารถรับไฮโดรเจนเข้าไปจับโมเลกุลได้อีก พันธะหรือแขนของคาร์บอนนั้นมีทั้งพันธะเดี่ยวและพันธะคู่ ซึ่งจำนวนพันธะคู่ที่มีในโมเลกุลนี้เอง ทำให้แบ่งประเภทของกรดไขมันไม่อิ่มตัวออกได้อีก 2 ประเภท

2.1 กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated Fatty Acid : MUFA) เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่เพียง 1 ตำแหน่ง ไขมันชนิดนี้จะเป็นของเหลวไม่จับตัวแข็ง แม้อุณหภูมิจะเย็นลง ตัวอย่างของกรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น กรดโอเลอิก (Oleic acid, C18:1), กรดปาล์มมิโตเลอิก (Palmitoleic acid, C16:1) เป็นต้น

2.2 กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated Fatty Acid : PUFA) เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่มากกว่า 1 ตำแหน่ง ตัวอย่างของกรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น กรดไลโนเลอิก (Linoleic acid, C18:2), กรดปาล์มมิโตเลอิก (Palmitoleic acid, C16:1) เป็นต้น

น้ำมันแต่ละประเภทต่างกันตรงกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบ ซึ่งในแต่ละน้ำมันจะมีทั้งกรดไขมันอิ่มตัว และกรดไขมันไม่อิ่มตัว แต่จะมีมากน้อยต่างกันเท่านั้น

การสกัดน้ำมันมะพร้าว สามารถแบ่งออกเป็น 3 วิธีหลัก ดังนี้

1.วิธีการสกัดน้ำมันโดยใช้ตัวทำละลาย (solvent extraction) ในทางอุตสาหกรรมมีการนำเอาตัวทำละลายมาช่วยในการสกัดน้ำมันให้ได้น้ำมันออกมามากที่สุด ส่วนใหญ่การใช้ตัวทำละลายจะสกัดได้มากกว่า 90% ของปริมาณน้ำมันที่มีในวัตถุดิบ การสกัดน้ำมันพืชด้วยตัวทำละลาย เป็นการสกัดที่ใช้ในโรงงานผลิตน้ำมันพืชทั่วไป โดยนำวัตถุดิบเป็นส่วนองพืชให้น้ำมันมาย่อยขนาดเล็กลง อาจนำไปตากแดดหรืออบไล่ความชื้นก่อน แล้วจึงแช่ในตัวทำละลาย ตัวทำละลายมีอยู่หลายชนิด เช่น อีเทอร์ เบนซีน และที่นิยมมากที่สุดคือ เฮกเซน ก็จะได้สารละลายที่เป็นส่วนผสมของน้ำมันพืชและเฮกเซนออกมา จากนั้นจึงนำไปแยกตัวทำละลายออกจากน้ำมันพืชโดยการระเหยโดยใช้ความร้อน น้ำมันที่ได้ยังมีสิ่งเจือปนอยู่หลายอย่าง เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต กรดไขมันอิสระ กลีเซอรไรด์ น้ำมันหอมระเหย ซึ่งการผลิตในโรงงานจะนำไปกลั่นเพื่อเอาสิ่งเจือปนเหล่านั้นออกก่อน โดยการสกัดยางเหนียวโดยใช้กรดฟอสฟอริก และใช้โซดาไฟหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์กำจัดกรดไขมันอิสระ ทำการฟอกสีโดยการใช้น้ำฟอกแล้วกรองออก กำจัดกลิ่นโดยใช้ไอน้ำที่อุณหภูมิ 220-270 องศาเซลเซียส ภายใต้สุญญากาศเป็นเวลา 2 ชั่วโมง กลิ่นต่างๆ จะถูกดูดออกไป หลังจากนั้นเติมไฮโดรเจนเพื่อป้องกันการหืน และเติมวิตามินสังเคราะห์ น้ำมันพืชที่สกัดด้วยวิธีนี้ เรียกว่า “น้ำมันพืชผ่านกรรมวิธี (Process oil)” หรือ น้ำมันพืชบริสุทธิ์ จะใส มีสีเหลืองอ่อนหรือแก่ ไม่มีรส ไม่มีกลิ่น แทบจะไม่เหลือคุณสมบัติทางกายภาพเดิมของ สีส กลิ่น รส อยู่เลย และคุณค่าสารอาหารจะหายไประหว่างการผลิต ซึ่งเป็นน้ำมันที่ผลิตจากโรงงานโดยทั่วไปและเราส่วนใหญ่บริโภคอยู่ทุกวัน เพราะเป็นการสกัดที่ให้น้ำมันปริมาณมาก มีอายุทนนาน ไม่เหม็นหืน ถ้าพิจารณาตามกระบวนการผลิตจะเห็นได้ว่า คุณสมบัตินี้เปลี่ยนไปมาก และยังเป็นอันตรายต่อสุขภาพเพราะผ่านสารเคมี

2. วิธีการสกัดน้ำมันโดยการหมัก (Fermentation) ใช้กับการสกัดน้ำมันมะพร้าวโดยการคั้นน้ำกะทิจากเนื้อมะพร้าวแห้งในอัตราส่วนเนื้อมะพร้าวชูด 1 ส่วน ต่อน้ำ 1 ส่วน โดยใช้น้ำอุ่นๆ เมื่อได้กะทิออกมาแล้ว นำใส่แก้วทรงสูง ปิดฝาด้วยพลาสติกเกรดยง ตั้งทิ้งไว้ น้ำมันจะแยกตัวออกจากน้ำ ลอยตัวอยู่ด้านบน จากนั้นตักน้ำมันออกมารองด้วยผ้าขาวบางหรือกระดาษกรอง แล้วทำการระเหยนํ้าออกให้หมด การสกัดน้ำมันมะพร้าวด้วยวิธีนี้จะได้น้ำมันออกมา 20-40% ของปริมาณน้ำมันที่มีอยู่ในวัตถุดิบ



1. นํ้าเนื้อมะพร้าวแกงมาชูด



2. นํ้าเนื้อมะพร้าวที่ชูดแล้วมาคั้นเอาเฉพาะหัวกะทิ



3. นำน้ำกะทิมาหมักเป็นเวลา 18 ชั่วโมง
หรือเกิดการแยกชั้นของน้ำมัน



4. ตักน้ำมันที่อยู่ชั้นบนมากรอง



5. ทำการระเหยน้ำออกให้หมด



6. น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

ภาพที่ 3 การสกัดน้ำมันโดยการหมัก (Fermentation)

ที่มา : กานดา (2553)

3. วิธีการสกัดน้ำมันแบบบีบเย็น (cold-pressed coconut oil) โดยขบวนการบีบไม่ผ่านความร้อนสูง ผลิตจากเนื้อมะพร้าวสดเป็นน้ำมันมะพร้าวที่บริสุทธิ์ที่สุด สีใสเหมือนน้ำ มีวิตามินอี และไม่ผ่านขบวนการเติมออกซิเจน (oxidation) มีค่า peroxide และกรดไขมันอิสระต่ำมีกลิ่นมะพร้าวอย่างอ่อน ๆ ถึงแรง (ขึ้นอยู่กับขบวนการการผลิต) มีความชื้นไม่เกิน 0.1 % เรียกน้ำมันมะพร้าวชนิดนี้ว่า น้ำมันมะพร้าวพรหมจรรย์ (Virgin Coconut Oil) เป็นน้ำมันที่ผลิตโดยอุตสาหกรรมขนาดเล็ก หรือในครัวเรือน เนื่องจากน้ำมันมะพร้าวที่มีจำหน่ายอยู่ในปัจจุบันเป็นน้ำมันมะพร้าวประเภทพรหมจรรย์ จึงขออธิบายถึงองค์ประกอบเฉพาะของน้ำมันประเภทนี้ ซึ่งมีส่วนทำให้น้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันพืชชนิดเดียวที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ และความงามของมนุษย์มากที่สุดในบรรดาน้ำมันพืชทั้งหลาย



ภาพที่ 4 การสกัดน้ำมันมะพร้าวโดยใช้เครื่องบีบแบบสกรู (screw type press)

ที่มา : ลลิตา (2548)

คุณภาพมาตรฐานของน้ำมันมะพร้าว ที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนด

ข้อ 1 ให้น้ำมันมะพร้าวที่ได้จากเนื้อของมะพร้าวที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า โคคอสนิวซีเฟอร่า (Cocos nucifera) เป็นอาหารควบคุมเฉพาะ

ข้อ 2 การผลิตน้ำมันมะพร้าวให้ทำได้ดังนี้

(1) วิธีธรรมชาติ ทำโดยการบีบอัดหรือโดยใช้ความร้อนหรือวิธีธรรมชาติอื่น ตามที่ได้รับ ความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา และนำมาทำให้สะอาดโดยการล้าง การตั้งไว้ให้ ตกตะกอน การกรอง หรือการหมุนเหวี่ยง

(2) วิธีผ่านกรรมวิธี ทำโดยนำน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากวิธีธรรมชาติ หรือที่ได้จากการสกัด ด้วยสารละลาย ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา และนำมาผ่านกรรมวิธี ทำให้บริสุทธิ์อีกครั้งหนึ่ง

(3) วิธีอื่นตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

ข้อ 3 น้ำมันมะพร้าวที่ผลิตเพื่อจำหน่าย นำเข้าเพื่อจำหน่าย หรือที่จำหน่าย เพื่อใช้รับประทาน หรือใช้ปรุงแต่งอาหาร ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีค่าของกรด (Acid value) ไม่เกิน 4.0 มิลลิกรัม โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ต่อน้ำมัน 1 กรัม สำหรับน้ำมันมะพร้าวที่ทำโดยวิธีธรรมชาติ และไม่เกิน 0.6 มิลลิกรัม โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ต่อน้ำมัน 1 กรัม สำหรับน้ำมันมะพร้าวที่ทำโดยวิธีผ่านกรรมวิธี

(2) มีค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value) ไม่เกิน 10.0 มิลลิกรัมสมมูลย์เปอร์ออกไซด์ ออกซิเจน ต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัม

(3) มีส่วนประกอบของกรดไขมันเป็นร้อยละของกรดไขมันทั้งหมด โดยใช้วิธีก๊าซลิควิดโครมาโตกราฟี หรือ จี แอล ซี (Gas Liquid Chromatography หรือ GLC) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบของกรดไขมันเป็นร้อยละของกรดไขมันทั้งหมด โดยใช้วิธี Gas Liquid Chromatography

กรดคาโปรอิก (Caproic acid)	ไม่เกิน 1.2
กรดคาปริลิก (Caprylic acid)	ระหว่าง 3.4 ถึง 15
กรดคาปริค (Capric acid)	ระหว่าง 3.2 ถึง 15
กรดลอริก (Lauric acid)	ระหว่าง 41 ถึง 56
กรดไมริสติก (Myristic acid)	ระหว่าง 13 ถึง 23
กรดปาล์มมิติก (Palmitic acid)	ระหว่าง 4.2 ถึง 12
กรดสเตียริก (Stearic acid)	ระหว่าง 1.0 ถึง 4.7
กรดโอเลอิก (Oleic acid)	ระหว่าง 3.4 ถึง 12
กรดไลโนลิก (Linoleic acid)	ระหว่าง 0.9 ถึง 3.7

(4) มีค่าสaponification value) ระหว่าง 248 ถึง 265 มิลลิกรัม โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ต่อน้ำมัน 1 กรัม

(5) มีค่าไอโอดีนแบบวิจส์ (Iodine value, Wijs) ระหว่าง 6 ถึง 11

(6) มีสารที่สaponify ไม่ได้ (Unsaponifiable matter) ไม่เกินร้อยละ 1.5 ของน้ำหนัก

(7) มีสิ่งที่จะเหวี่ยงได้ (Volatile matter) ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนัก

(8) มีปริมาณสบู่ (Soap content) ไม่เกินร้อยละ 0.005 ของน้ำหนัก

(9) มีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะสำหรับน้ำมันมะพร้าว

(10) มีสิ่งอื่นที่ไม่ละลาย (Insoluble impurities) ไม่เกินร้อยละ 0.05 ของน้ำหนัก

(11) ไม่มีกลิ่นหืน

(12) ไม่มีน้ำมันแร่

น้ำมันมะพร้าวที่ผลิตตามวิธีอื่นในข้อ 2(3) ให้ได้รับการยกเว้นไม่ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตาม (3)(4)(5)(6) และ (9) แต่ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

ข้อ 4 น้ำมันมะพร้าวที่ใช้วัตถุเจือปนอาหาร (Food additives) หรือที่มีสารปนเปื้อน (Contaminants) ต้องใช้หรือมีได้ตามชนิดและปริมาณที่กำหนดไว้ในบัญชีท้ายประกาศนี้เท่านั้น

ข้อ 5 น้ำมันมะพร้าวที่ใช้ประโยชน์อย่างอื่นนอกจากใช้รับประทานหรือใช้ปรุงแต่งอาหาร ให้ได้รับการยกเว้นไม่ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ในข้อ 3 และข้อ 4 แต่ต้องแสดงฉลากไว้ที่ภาชนะบรรจุว่า "ห้ามใช้รับประทาน" ด้วยตัวอักษรสีแดง ขนาดไม่เล็กกว่า 1 เซนติเมตร ในกรอบพื้นสีขาว และในฉลากนั้นให้แสดงเครื่องหมายที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาออกให้ไว้ด้วย

ข้อ 6 ภาชนะบรรจุที่ใช้บรรจุน้ำมันมะพร้าวที่ใช้รับประทานหรือใช้ปรุงแต่งอาหาร ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ภาชนะบรรจุ

ข้อ 7 การแสดงฉลากของน้ำมันมะพร้าวที่ใช้รับประทานหรือใช้ปรุงแต่งอาหาร ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ฉลาก

4. น้ำมันถั่วเหลือง

ถั่วเหลือง (Soybean, ชื่อทางวิทยาศาสตร์ Glycine max (L.) Merrill) เป็นพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมสำหรับปลูกสลับกับการปลูกข้าว ได้มีรายงานการปลูกถั่วเหลืองในประเทศจีนเมื่อเกือบ 5,000 ปีมาแล้ว แต่ก็ยังไม่แน่ชัดว่าส่วนของประเทศจีนเป็นถิ่นกำเนิดที่สันนิษฐานและยอมรับกันโดยทั่วไปคือบริเวณหุบเขาแม่น้ำเหลือง (ประมาณเส้นรุ้งที่ 35 องศาเหนือ) เพราะว่าอารยธรรมของจีนได้ถือกำเนิดที่นั่น และประกอบกับการจารึกครั้งแรกเกี่ยวกับถั่วเหลือง เมื่อ 2295 ปีก่อนพุทธกาล ที่หุบเขาแม่น้ำเหลือง จากนั้นถั่วเหลืองได้แพร่กระจายสู่ประเทศเกาหลีและญี่ปุ่น เมื่อ 200 ปีก่อนคริสตกาล แล้วเข้าสู่ยุโรปในช่วงหลัง พ.ศ. 2143 และไปสู่สหรัฐอเมริกาในปี พ.ศ. 2347 จากนั้นกว่า 100 ปี ชาวอเมริกันได้ปลูกถั่วเหลืองเพื่อเป็นอาหารสัตว์ใช้เลี้ยงวัวโดยไม่ได้นำเมล็ดมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น จนถึงปี พ.ศ. 2473 สหรัฐอเมริกาได้นำพันธุ์ถั่วเหลืองจากจีนเข้าประเทศกว่า 1,000 สายพันธุ์ เพื่อการผสมและคัดเลือกพันธุ์ ทำให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่มีเมล็ดโต ผลผลิตสูง เหมาะแก่การเพาะปลูกเพื่อผลิตเมล็ดมากขึ้น ส่วนถั่วเหลืองของไทย ปลูกมากแถบภาคเหนือ และภาคกลางตอนบน นิยมเรียกกันในภาษาไทยโดยทั่วๆ ไปหลายชื่อเช่น ถั่วพระเหลือง ถั่วแระ ถั่วแม่ตาย ถั่วเหลือง (ภาคกลาง) มะถั่วเน่า (ภาคเหนือ) เป็นต้น

ลักษณะทางกายภาพของถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองเป็นเมล็ดพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการเป็นแหล่งที่ดีของไขมันและโปรตีนที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ เมล็ดถั่วเหลืองมีหลายขนาดและหลากหลายสีรวมถึงสีดำ สีน้ำตาล สีฟ้า สีเหลืองเปลือกถั่วเหลืองที่แก่แล้วจะแข็งแรงทนต่อน้ำ ถ้าส่วนห่อหุ้มเมล็ดแตก ถั่วเหลืองอาจจะไม่ออก รอยที่คล้ายๆ แผลเป็นสามารถเห็นได้ชัด บนส่วนห่อหุ้มเมล็ดเรียกว่า hilum หรือ แผลเป็นบนเมล็ดพืช และเป็นคล้ายรูเปิดเล็กๆ ที่สามารถดูดซึมน้ำ เข้าไปได้แต่ที่น้ำสังเกต เมล็ดถั่วเหลืองบรรจุโปรตีนไว้สูง และสามารถทำให้แห้ง โดยไม่เสียหายและสามารถทำให้พื้นกลับมาโดยการใส่น้ำ

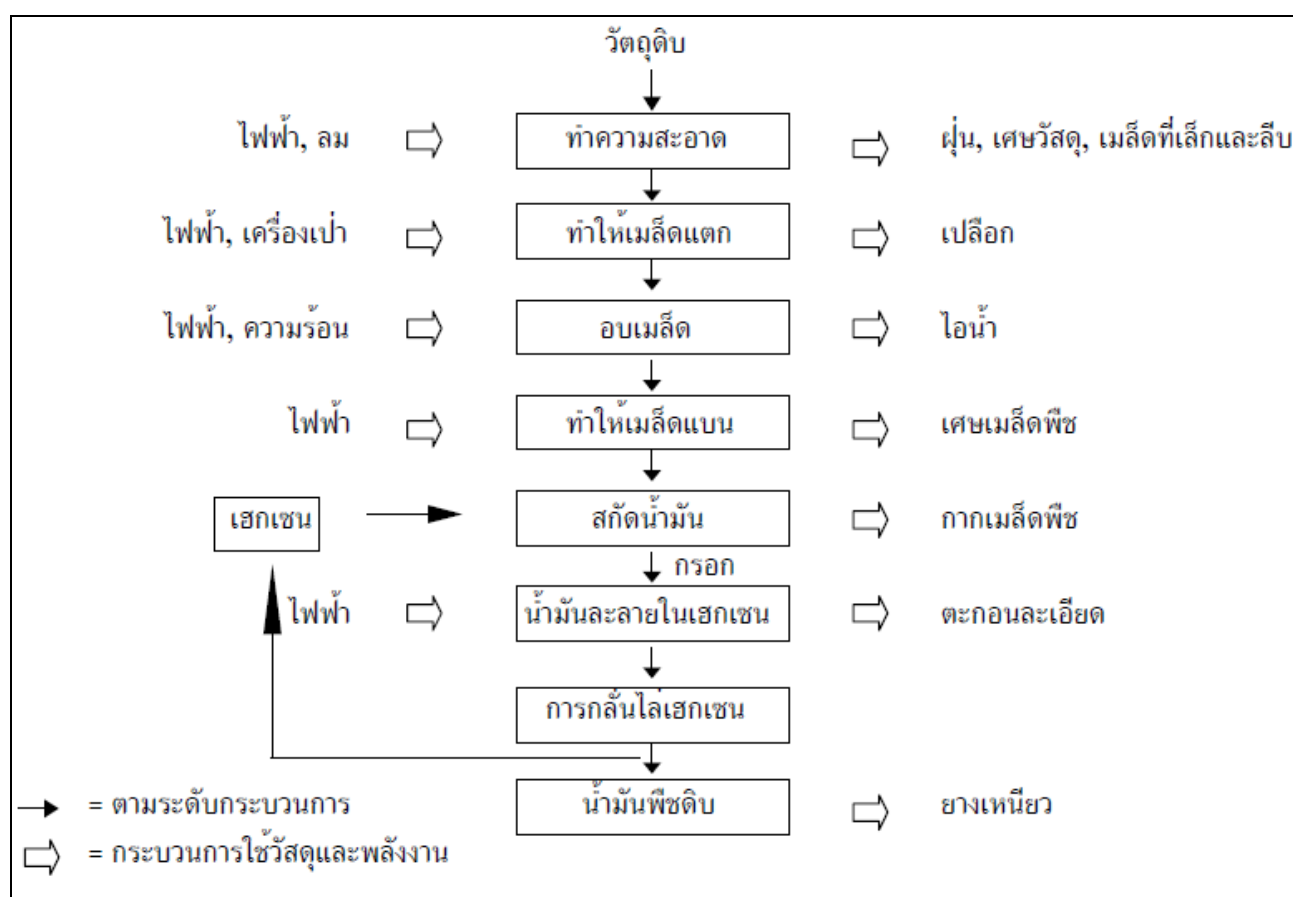
ถั่วเหลืองเป็นพืชล้มลุก ลำต้นสูงประมาณ 1-2 เมตร ลำต้นสีเหลืองมปกคลุมด้วยขนสีเทาขาว ใบเป็นใบประกอบแบบนิ้วมือ ใบประกอบด้วยใบย่อย 3 ใบ รูปร่างคล้ายรูปไข่ปลายแหลมใบค่อนข้างหนา ผิวมันทั้งด้านบนและด้านล่าง ดอกเป็นช่อสีขาวหรือม่วงแดง ออกดอกเมื่ออายุประมาณ 25-30 วันเก็บเกี่ยวอายุประมาณ 90-100 วัน ฝักแบนยาวติดเป็นกระจุกที่ข้อของต้น และกิ่งในฝักมีเมล็ด 3-5 เมล็ดรูปไข่ เมล็ดกลม ผิวสีเหลืองมันตาค่อนข้างลึกสีน้ำตาลอ่อน ถั่วเหลืองจะมีโปรตีนอยู่ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักเมล็ด

1.4 นำกากปนสารละลายไปให้ความร้อนด้วยเครื่อง Desolventizer และ Toaster เพื่อระเหยตัวทำละลายออกจากกาก และนำกากไปนึ่งให้สุก ไล่ความชื้น อบให้แห้ง และป่นเพื่อขายโรงงานอาหารสัตว์

2. ขั้นตอนการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองผ่านกรรมวิธี โดยนำน้ำมันดิบที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 เข้าสู่ขบวนการ Neutralization เพื่อกำจัดกรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid = FFA) โดยเติมโซดาไฟ เพื่อทำปฏิกิริยากับ FFA จะได้น้ำมัน และสบู่ (Soap Stock)

2.1 นำน้ำมันที่ได้จากการกำจัดไขมันอิสระแล้ว มาเข้าขบวนการฟอกสี(Bleaching) โดยเติมดินฟอกสี และเข้าขบวนการกำจัดกลิ่น(Deodorization) โดยเข้าหอกลั่นเพื่อกลั่นน้ำมันที่อุณหภูมิสูงจะได้น้ำมันพืชบริสุทธิ์ ที่ใช้บริโภค

2.2 สบู่ จะนำไปเข้า "ขบวนการผลิตกรดน้ำมันถั่วเหลืองดิบ (Acid oil) "โดยนำไปให้ความร้อนด้วยไอน้ำ แล้วเติมกรดซัลฟิวริก เพื่อทำปฏิกิริยากับสบู่ให้น้ำมันลอยตัวขึ้นมา จากนั้นเติมสารลดแรงตึงผิว เพื่อช่วยให้ทำปฏิกิริยาดีขึ้น แล้วนำน้ำมันดังกล่าวไปเติมน้ำร้อน เพื่อล้างกรดซัลฟิวริกที่เหลืออยู่ให้หมด เพื่อปรับสภาพให้กรดน้ำมันถั่วเหลืองดิบมีความเป็นด่าง (pH สูงขึ้น) จากนั้นนำเข้าเครื่องเหวี่ยง เพื่อแยกกรดน้ำมันถั่วเหลืองดิบออกจากน้ำกรด กรดน้ำมันถั่วเหลืองดิบ (Acid Oil) ที่ได้จะเก็บไว้ใน tank เพื่อรอจำหน่ายเป็นอาหารสัตว์ ส่วนน้ำกรด จะส่งเข้าขบวนการบำบัดน้ำเสียต่อไป



ภาพที่ 6 กรรมวิธีในการสกัดน้ำมันพืชโดยใช้ตัวทำละลาย

ที่มา : อาชัย และคณะ (2003)

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณกรดไขมันในน้ำมันชนิดต่างๆ เป็นร้อยละ

ชนิดของไขมัน	กรดไขมันอิ่มตัว	กรดไขมันไม่อิ่มตัว เชิงเดี่ยว	กรดไขมันไม่อิ่มตัว เชิงซ้อน
น้ำมันมะพร้าว	92	6	2
น้ำมันข้าวโพด	13	25	58
น้ำมันฝ้าย	26	29	51
น้ำมันมะกอก	14	72	9
น้ำมันถั่วลิสง	19	46	30
น้ำมันดอกคำฝอย	9	12	74
น้ำมันงา	15	40	40
น้ำมันถั่วเหลือง	15	23	58
น้ำมันทานตะวัน	10	21	64
น้ำมันปาล์ม	48	38	9
น้ำมันหมู	38	53	9

ที่มา : planenergy (2008)

ตารางที่ 3 ค่าความร้อนของน้ำมันชนิดต่างๆ

ชนิดของน้ำมัน	ค่าความหนาแน่น (ที่ 21 °C) (g/ml)	ความหนืด (ที่ 21 °C) (CP)	ค่าความร้อน (kJ/kg)
น้ำมันถั่วเหลือง	0.918	57.2	39,350
น้ำมันดอกทานตะวัน	0.918	60.0	39,490
น้ำมันมะพร้าว	0.915	51.9	37,540
น้ำมันถั่วลิสง	0.914	67.1	39,470
น้ำมันปาล์ม	0.898	88.6	39,550
น้ำมันเมล็ดในปาล์ม	0.904	66.3	39,720
น้ำมันเมล็ดสบู่ดำ	0.915	36.9 _(ที่ 36.9 °C)	39,000
น้ำมันดีเซล	0.845	3.8	46,800

ที่มา: พิศมัย (2544)

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์สมบัติของน้ำมันมะพร้าว 100 % และน้ำมันถั่วเหลือง 100 %

รายการ	วิธีทดสอบ
Specific gravity @ 15.6/15.6 C	ASTM D 1298
Cetane index	ASTM D 976
Viscosity @ 40 C cSt	ASTM D 445
Pour point C	ASTM D 97
Sulfur content %wt	ASTM D 5453,4294
Copper strip corrosion ZnumberX	ASTM D 130
Carbon residue %wt	ASTM D 4530
Water and sediment %vol.	ASTM D 2709
Ash %wt	ASTM D 482
Flash point C	ASTM D 93
Distillation 90% recovered C	ASTM D 86
Colour	ASTM D 1500
Lubricity by HFRR 10^{-6} m	CEC F-06-A-96
Additives (In case it has been put)	Need to be approved by Energy Business Dept.

ที่มา : กรมธุรกิจพลังงาน (2553)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กองเกษตรวิศวกรรม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2525) ได้นำน้ำมันมะพร้าวมาผสมกับน้ำมันก๊าด ใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงให้กับเครื่องยนต์ดีเซลการเกษตร เครื่องทดลองเครื่องแรกยี่ห้อ Honda ที่ผลิตจากประเทศเกาหลี การผสมระหว่างน้ำมันมะพร้าว และน้ำมันก๊าดในการทดลองนั้น เริ่มกันตั้งแต่ น้ำมันมะพร้าวผสมน้ำมันก๊าดในอัตราส่วน 10 ต่อ 1, 20 ต่อ 1, 30 ต่อ 1, 40 ต่อ 1 ในอัตราส่วนต่าง ๆ นั้น จากการทดลองกับเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียว จนได้อัตราส่วนของน้ำมันมะพร้าว 20 ส่วนต่อน้ำมันก๊าด 1 ส่วน จะให้กำลังงานค่าของความร้อนสัดส่วนการสึกหรอเทียบเท่ากับที่ใช้ น้ำมันดีเซล โดยไม่ต้องปรับปรุงเครื่องยนต์อีก อย่างไรก็ดี ที่มากกว่านั้น น้ำมันมะพร้าว (ผสมน้ำมันก๊าด) ยังสามารถใช้สลับกันกับน้ำมันดีเซลได้ตลอดเวลา โดยที่เครื่องยนต์ไม่เกิดปัญหาแต่อย่างใด ไม่ว่าจะเป็นเครื่องสะอาด แรงตก งานวิจัยในขณะนั้น จึงสรุปกันว่า อัตราส่วนที่ดีที่สุดที่จะทำให้ได้เชื้อเพลิงมีคุณค่าเท่ากับน้ำมันดีเซล คือ น้ำมันมะพร้าว 20 ส่วนต่อ น้ำมันก๊าด 1 ส่วน โดยปริมาตรคือ อัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้กับเครื่องยนต์การเกษตร แต่น้ำมันมะพร้าว โดยตัวของมันเองแล้ว เมื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง แม้จะผสมกับน้ำมันก๊าดในอัตราส่วน 20 : 1 แล้วมีข้อเสียที่เป็นอุปสรรคต่อการทำงานของเครื่องยนต์ก็คือ น้ำมันมะพร้าวจะมีจุดเยือกแข็งสูงมาก น้ำมันมะพร้าวจะมีความถ่วงจำเพาะสูงขึ้นมาก เมื่ออุณหภูมิลดลงต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส จะเริ่มจับตัวเป็นไข และแข็งตัวที่อุณหภูมิระหว่าง 15-17 องศาเซลเซียส

การนำน้ำมันมะพร้าว (ผสมน้ำมันก๊าด) ในปริมาตรที่เท่า ๆ กับน้ำมันดีเซล เข้าเครื่องต้ม โดยเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นเป็นระดับพร้อม ๆ กับน้ำมันดีเซลที่นำมาเป็นข้อเปรียบเทียบ จากการต้มน้ำมัน ของน้ำมันจนถึงอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส น้ำมันทั้งสองชนิด ยังไม่ถึงจุดเดือด แต่สิ่งที่ถูกบันทึกไว้ก็คืออุณหภูมิของน้ำมันมะพร้าวยิ่งสูงขึ้นปริมาตรของน้ำมันมะพร้าวก็จะเพิ่มมากขึ้น จากการทดสอบครั้งนั้น ใช้ น้ำมันมะพร้าว 100 ซีซี ทำให้ร้อนไปจนถึง 100 องศาเซลเซียส จะมีปริมาตรเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 10 ในขณะที่น้ำมันดีเซลไม่มีอะไรเปลี่ยนแปลงจากการทดลองในช่วงนี้ผลที่ได้ก็คือ ถ้าทำน้ำมันมะพร้าวให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาตรของน้ำมันมะพร้าวก็น่าจะเพิ่มมากขึ้น การหาวิธีการที่จะทำให้ น้ำมันมะพร้าวมีอุณหภูมิสูงขึ้น เพื่อป้องกันการเป็นไขนั้น แก้ไขโดยเดินท่อทางน้ำมันมะพร้าวด้วยท่อทองแดง ผ่านท่อไอเสียครอบหม้อพัก ไอเสีย การแก้ไขด้วยวิธีนี้สามารถที่จะทำให้เครื่องยนต์ทำงานได้อย่างราบเรียบไม่มีอุปสรรค

เมื่อเครื่องยนต์ทำงานติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ๆ การใช้ท่อไอเสียเป็นหม้อต้มน้ำมันนั้น ไม่สามารถที่จะควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ แม้ว่าอุณหภูมิสูงขึ้นจะได้ น้ำมันมากขึ้น แต่คุณสมบัติของน้ำมันมะพร้าวก็น่าจะเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 80 องศาเซลเซียสจะทำให้เกิดสุญญากาศในทางเดินน้ำมัน หรือที่เรียกว่า Vapour - lock การแก้ไขในขณะนั้นจึงต้องใช้เจ้าหน้าที่คอยตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำมัน ตลอดการทดลอง สรุปได้ว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดของน้ำมันมะพร้าวผสมก็คือ 60-70 องศาเซลเซียส

งานวิจัยนี้ได้ทดสอบกับน้ำมันปาล์ม อันเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย แต่สูตรผสมจะต่างกับกับน้ำมันมะพร้าว คือ น้ำมันปาล์มจะมีอัตราส่วนผสม 3 ชนิด คือ น้ำมันปาล์ม 60 ส่วน น้ำมันดีเซล 40 ส่วน และน้ำมันก๊าดอีก 7 ส่วน จะได้คุณสมบัติของน้ำมันปาล์มผสมทดแทนน้ำมันดีเซล โดยมีคุณสมบัติการใช้งานเช่นเดียวกับน้ำมันดีเซล หรือ น้ำมันมะพร้าว

การทดสอบครั้งสุดท้าย คือการเดินทางไกลเป็นระยะทาง 6,000 กิโลเมตร ภายในประเทศโดยใช้รถยนต์การเกษตร หรือรถอีแต่น ด้วยเครื่องยนต์คูโบต้า รุ่น DH 110 B เป็นเครื่องยนต์ 3 สูบวางแนวตั้ง แกว

เรียง ความจุ 1115 ซีซี 24 แรงม้า ความเร็วรอบเครื่องสูงสุด 3,000 รอบ เป็นรถอีแต่นี่ที่มีน้ำหนักรวมประมาณ 2400 กิโลกรัม เริ่มต้นกิโลเมตรแรก ที่จังหวัดพิษณุโลก ผ่านเรื่อยมาที่กรุงเทพฯ ไปชุมพร นครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี นราธิวาส ยะลา สตูล พัทลุง ตรัง พังงา ระนอง กรุงเทพฯ และกิโลเมตรที่ 6,000 ที่จังหวัดพิษณุโลก ตลอดระยะเวลาการเดินทางของรถอีแต่นี่ ความเร็วสูงสุดที่ทำได้คือ 70 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ไร้อุปสรรค ไม่มีปัญหาใด ๆ ทั้งสิ้น และการทดสอบในครั้งนั้น เครื่องยนต์ที่ใช้ทดสอบได้ชำแหละเพื่อพิสูจน์ถึงการสึกหรอ โดยหน่วยงานหลายหน่วยงาน เช่น สยามคูโบต้า กองควบคุมคุณภาพฝ่ายปฏิบัติการการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย ห้องปฏิบัติการควบคุมคุณภาพของโรงกลั่นน้ำมันไทย-ศรีราชา

คงเดช และ วีรชัย (2553) ศึกษาสมรรถนะและการสึกหรอของเครื่องยนต์ดีเซลเมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลผสม B20, B50 และ B100 เปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล โดยใช้เครื่องยนต์ยี่ห้อ ฮีโน่ รุ่น HO7C จำนวน 4 เครื่อง ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ช่วง 1500-1800 รอบต่อนาที น้ำมัน B20 ให้ค่ากำลังสูงกว่าน้ำมันดีเซล 2.72% ส่วนน้ำมัน B50 และ B100 ให้ค่ากำลังของเครื่องยนต์ต่ำกว่าน้ำมันดีเซล 4.58 และ 7.16% ตามลำดับ สำหรับค่าแรงบิดของเครื่องยนต์พบว่า น้ำมัน B20 ให้ค่าแรงบิดสูงกว่าน้ำมันดีเซล 3.24% ส่วนน้ำมัน B50 และ B100 ให้ค่าแรงบิดต่ำกว่าน้ำมันดีเซล 4.41 และ 7.94% ตามลำดับ สำหรับอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ (SFC) พบว่า น้ำมัน B20 มีค่า SFC น้อยกว่าน้ำมันดีเซล 23.15% ส่วนน้ำมัน B50 และ B100 มีค่า SFC มากกว่าน้ำมันดีเซล 7.68 และ 29.79% ตามลำดับ ผลการทดสอบการสึกหรอของเครื่องยนต์ พบว่า เมื่อทดสอบระยะยาว ที่ 200 และ 500 ชั่วโมง การสึกหรอของแหวนลูกสูบ (น้ำหนักที่สูญหาย) สูงขึ้นเมื่อสัดส่วนผสมของน้ำมันไบโอดีเซลสูงขึ้น

โครงการส่วนพระองค์ สานจิตรดากการวิจัยการใช้น้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์มดิบกับเครื่องยนต์เกษตรกรรม (2000-2001) ได้ทดสอบความเหมาะสมของการใช้น้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์มดิบกับเครื่องยนต์เกษตรกรรม ได้สูตรที่เหมาะสม 2 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1: น้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์มดิบ ร้อยละ 15 สูตรที่ 2 : น้ำมันดีเซลผสมน้ำมันมะพร้าวดิบ ร้อยละ 20 น้ำมันทั้งสองสูตรมีค่าความหนืด 40 °C ประมาณ 5 เซนติสโตก ซึ่งสูงกว่าข้อกำหนดน้ำมันดีเซลและมีค่า Cetane Number ลดต่ำลงประมาณ 3-4 Number มีปริมาณกำมะถันต่ำกว่าดีเซลสูตรที่ 1 มีกากตะกอนคาร์บอนสูง ขณะที่สูตรที่ 2 มีปริมาณเถ้าสูงสำหรับค่าความร้องของน้ำมันสูตรที่ 1 และ 2 มีค่าร้อยละ 99 และ 98 ของน้ำมันดีเซล ตามลำดับ จากการเปรียบเทียบไม่พบข้อแตกต่างในด้านสมรรถนะควันทดสอบจนการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงระหว่างการใช้ น้ำมันสูตรต่างๆ แต่พบการสึกหรอของเข็มหัวฉีดที่ใช้น้ำมันดีเซลผสมน้ำมันพืชธรรมชาติ ภายหลังการใช้งาน 500 และ 1,000 ชั่วโมง ซึ่งผลการประเมินชิ้นส่วนเครื่องยนต์ ภายหลังทดสอบ 1,000 ชั่วโมง ไม่พบว่าชิ้นส่วนใดที่เกิดการเสียหายอย่างชัดเจน มีเพียงคราบสีน้ำตาลที่ด้านล่างของผิวลูกสูบและที่ผิวลูกปั๊ม เมื่อใช้กับน้ำมันสูตร 2 แต่ไม่พบว่าคราบดังกล่าวก่อให้เกิดอาการผิดปกติต่อเครื่องยนต์ ผลการทดสอบกับรถยนต์ดีเซลขนาดเล็กในห้องทดลองเครื่องยนต์ในด้าน มลพิษไอเสีย สมรรถนะ ควันทดสอบ และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง พบว่า การใช้ น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ร้อยละ 5 ผสมในน้ำมันดีเซลไม่มีผลกระทบต่อกำลังรถยนต์และการประหยัดเชื้อเพลิง ควันทดสอบเล็กน้อย แต่เมื่อเพิ่มเป็น 10% จะมีผลกระทบต่อเครื่องยนต์แบบไดเร็กอินเจกชัน ทำให้กำลังและอัตราเร่งรถยนต์ลดลงเล็กน้อย อัตราการใช้เชื้อเพลิง เพิ่มขึ้นร้อยละ 3 และปริมาณสารมลพิษเพิ่มขึ้น สิ่งสกปรกที่หัวฉีดเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนผสมน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ที่เพิ่มขึ้น ผลการ

ทดสอบการใช้น้ำมันสูตรที่ผสมน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ 10% ในน้ำมันดีเซลกับรถยนต์ดีเซลขนาดเล็กในห้องทดสอบยานยนต์ ในด้านความทนทานและผลกระทบต่อเครื่องยนต์ระยะยาว(50,000 กิโลเมตร) พบว่าสามารถใช้งานได้ตามปกติ

ธนศิษฐ์ (2545) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิของน้ำมันพืชต่อสมรรถนะและไอเสียจากเครื่องยนต์ดีเซล โดยใช้เครื่องยนต์จักรกลเกษตรแบบสูบเดียว รวมทั้งหาอัตราการเผาไหม้จากทรงกลมหยดเดียว ใช้ทฤษฎีการถ่ายเทมวล เพื่อประเมินอัตราการเผาไหม้และสมรรถนะเครื่องยนต์ โดยนำน้ำมันพืชดิบที่ปรับสภาพ ซึ่งผ่านกระบวนการทางเคมี ลดปริมาณยางเหนียว ลดปริมาณกรดไขมันอิสระและความชื้นเพื่อให้สามารถนำมาใช้กับเครื่องยนต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ น้ำมันพืชที่นำมาใช้ทดสอบมี 2 ชนิดคือ น้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลือง อุณหภูมิที่ใช้ทดสอบมีค่าอยู่ในช่วง 40-100 °C ในการทดสอบเมื่ออุณหภูมิน้ำมันเพิ่มขึ้นพบว่าความหนืดจะลดลงแต่ความหนาแน่นจะเพิ่มขึ้น โดยน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลืองมีความหนืดมากกว่าน้ำมันดีเซล การทดสอบหาอัตราการเผาไหม้บนทรงกลมหยดเดียว โดยทดสอบภายในอุโมงค์ลมที่มีความเร็วลมประมาณ 1-3 เมตรต่อวินาที ผลที่ได้พบว่าอัตราการเผาไหม้เรียงจากมากไปน้อยได้ดังนี้ น้ำมันดีเซล น้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปาล์ม การทดสอบหาสมรรถนะและไอเสียในเครื่องยนต์ดีเซล กระทำแบบสภาพความเร็วคงที่โดยมีรอบระหว่าง 900-2400 รอบต่อนาที และที่ภาระ 0-50% ของกำลังสูงสุด พบว่าเมื่ออุณหภูมิน้ำมันพืชเพิ่มขึ้น อัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะต่อกำลังเบรคไม่เปลี่ยนแปลง ส่วนไอเสียพบว่า ปริมาณ NO_x ลดลงประมาณ 3% - 40% ส่วนปริมาณ CO และ คาร์บอน เพิ่มขึ้นประมาณ 5% - 123% และ 3% - 84% ตามลำดับ น้ำมันพืชที่มีอุณหภูมิประมาณ 40°C สามารถทำงานกับเครื่องยนต์ดีเซล ที่ความเร็วต่ำและภาระบางส่วนได้ดี หากน้ำมันพืชมีอุณหภูมิสูงกว่านี้ จะพบว่าไม่ได้มีการปรับปรุงสมรรถนะและไอเสียให้ดีขึ้น เมื่อทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซลจักรกลเกษตร ผลการคำนวณเมื่อเทียบกับการทดสอบพบว่าค่าสัดส่วนอัตราการใช้เชื้อเพลิงและกำลัง ของน้ำมันพืชต่อน้ำมันดีเซล ค่าจากการคำนวณจะมีค่าน้อยกว่าค่าจากการทดสอบ และจะมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิน้ำมันเพิ่มขึ้น ส่วนอัตราการเผาไหม้จะเพิ่มขึ้นตามความเร็วลมและอุณหภูมิน้ำมัน ค่าอัตราการเผาไหม้จากการคำนวณจะมีค่าใกล้เคียงกับการทดสอบ

เบญจพร และคณะ (2549) ได้ศึกษาผลกระทบของการใช้น้ำมันไบโอดีเซลกับเครื่องยนต์ดีเซล จากการนำน้ำมันไบโอดีเซลในส่วนผสมต่างๆ คือ 10% 20% 30% 50% 70% 80% 90% โดยปริมาตรผสมกับน้ำมันดีเซล และใช้น้ำมันไบโอดีเซล 100% ทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซล 1 สูบ ยี่ห้อ YANMAR รุ่น TF-LM105 บนแท่นทดสอบ เมื่อตั้งรอบเครื่องยนต์ที่ประมาณ 2554-2560 รอบต่อนาที จะทำให้ได้กำลังสูงสุดเท่าที่รอบเครื่องยนต์ประมาณ 2400 รอบต่อนาที โดยใช้สูตรน้ำมันดีเซล น้ำมันไบโอดีเซล 10% 20% 30% และ 50% จะได้ค่ากำลังลดหลั่นลงมา แตกต่างกันไปไม่เกิน 3.6% แต่เมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซล 70% ขึ้นไป ค่ากำลังจะแตกต่างมากกว่า 13.9% การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ เมื่อใช้น้ำมันดีเซลจะใช้ปริมาณน้อยที่สุด และจะใช้น้ำมันเพิ่มขึ้นเมื่อน้ำมันมีอัตราส่วนผสมน้ำมันไบโอดีเซลมากขึ้น ค่าอุณหภูมิที่ดันท่อไอเสียจะมีค่าประมาณ 570-580 องศาเซลเซียสที่รอบเครื่องยนต์ 2400 รอบต่อนาที ขณะที่กำลังสูงสุด แต่ค่าอุณหภูมินี้จะลดต่ำลงมาเมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลผสมมากขึ้น

ประสูตร (2548) ได้คิดค้นและพัฒนาวิธีการผลิตน้ำมันมะพร้าวหมัก โดยมะพร้าวแก่กะเทาะเปลือกทิ้งไว้ 6-8 ชั่วโมง แล้วจึงนำไปชูด จากนั้นคั้นด้วยเครื่องไฮโดรลิก ไม่ผสมน้ำ นำหัวกะทิใส่ถุงพลาสติกมัดปาก

หมักทิ้งไว้ในร่ม 8 วัน ทำให้เกิดการแยกชั้น น้ำมันมะพร้าวอยู่ด้านบน ส่วนกลางเป็นเนื้อกะทิสีขาว และด้านล่างสุดเป็นน้ำ ถ้าย่อยส่วนที่เป็นน้ำมันออกใส่ถังพักวางตากแดดอีก 30 วัน ช่วงนี้จะเกิดการตกตะกอนอีกครั้ง ทำให้น้ำมันใสขึ้นและน้ำน้อยลง มีคุณสมบัติใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลหรือใช้ผสมกับน้ำมันดีเซลเติมรถยนต์และเครื่องจักรกลการเกษตรได้

พิชัย สราญรมย์ (2544) ได้ทำการสกัดน้ำมันสบู่ดำด้วยเครื่องสกัดน้ำมันสบู่ดำ 3 วิธี คือ วิธีที่ 1 ทำโดยการสกัดในห้องปฏิบัติการโดยใช้วิธีบดให้ละเอียดแล้วสกัดด้วยตัวทำละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ จะได้น้ำมันร้อยละ 34.96 จากเมล็ดรวมเปลือก และร้อยละ 54.68 จากเนื้อเมล็ด วิธีที่ 2 การสกัดด้วยระบบไฮดรอลิกจะได้น้ำมันประมาณร้อยละ 25 ถึง 30 และวิธีที่ 3 การสกัดด้วยระบบอัดเกลียว จะได้น้ำมันประมาณร้อยละ 25 ถึง 30 มีน้ำมันตกค้างในกากร้อยละ 10 ถึง 15 น้ำมันที่ได้จากการสกัดเมล็ดสบู่ดำ สามารถใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลที่เกษตรกรใช้ได้อยู่ได้เลย โดยไม่ต้องใช้น้ำมันชนิดอื่นผสมอีก ส่วนการนำน้ำมันสบู่ดำมาทดสอบโดยใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก ยี่ห้อ คูโบต้า รุ่น ET 70 ปรากฏว่าเครื่องยนต์เดินเรียบสม่ำเสมอ ไม่มีการน็อค สามารถเร่งเครื่องยนต์ได้ตามปกติและการใช้น้ำมันสบู่ดำสิ้นเปลืองน้อยกว่าน้ำมันดีเซลเล็กน้อย จากการทดสอบและวิเคราะห์ไอเสียของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันสบู่ดำ และที่ใช้น้ำมันดีเซล พบว่าค่าควันดำของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันสบู่ดำเฉลี่ยร้อยละ 13.42 ส่วนค่าควันดำของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลมีปริมาณร้อยละ 13.67 ส่วนคาร์บอนมอนนอกไซด์จากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันสบู่ดำเฉลี่ย 587 ppm. ดีเซล 583 ppm. ส่วนผลกระทบต่อเครื่องยนต์เมื่อเดินเครื่องยนต์ด้วยน้ำมันสบู่ดำครบ 1,000 ชั่วโมง ได้ถอดชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ออกมาตรวจสอบ เสื้อสูบ ลูกสูบ แหวน ลิ้น หัวฉีด และอื่น ๆ ไม่พบยางเหนียวจับ ทุกชิ้นยังคงสภาพดีเหมือนเดิม

บุญชัย และ อนุเทพ (2552) ศึกษาและวิเคราะห์คุณสมบัติของไบโอดีเซลที่ได้จากน้ำมันพืชใช้แล้วในแต่ละสูตรส่วนผสม และทำการทดลองใช้งานตามสภาพการใช้งานจริง โดยใช้รถยนต์เครื่องยนต์ดีเซลยี่ห้อ โตโยต้า ไฮลักซ์ รุ่น LN 85 จำนวน 6 คัน ใช้น้ำมันไบโอดีเซล B 15, B 30 และ B 50 อัตราส่วนผสมโดยปริมาตรระหว่างน้ำมันไบโอดีเซลกับน้ำมันดีเซล 15:85 , 30:70 และ 50:50 ตามลำดับ ใช้งานจริงเป็นระยะทางไม่น้อยกว่า 2500 กิโลเมตร และวิเคราะห์ตรวจสอบเมื่อใช้งานเป็นระยะทาง 500 , 1000 , 1500 , 2000 และ 2500 กิโลเมตร ผลการทดสอบด้านคุณสมบัติของน้ำมันพบว่า B 15 มีค่าคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมากที่สุด และผลต่อได้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง มีการจับตัวเป็นไขบริเวณไส้กรองเชื้อเพลิงน้อยกว่า B 30 และ B 50 คุณสมบัติของน้ำมันหล่อลื่นจากการวิเคราะห์ค่า IR Analysis ไม่พบปริมาณการปนเปื้อนของน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำ และปริมาณเขม่า Oxidation, Nitration และ Sulfate มีค่าสูงเกินเกณฑ์การเตือนภัยขั้นวิกฤติ แต่ที่ระยะทาง 1000 กิโลเมตร ถึง 1500 กิโลเมตร ค่า Soot จากผลการทดสอบอยู่ในเกณฑ์ปกติ แต่ B 50 มีการเพิ่มของค่า Soot เร็วกว่า B 15 และ B 30 ส่วนผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม พบว่าการใช้น้ำมันไบโอดีเซลผสมมีค่าต่ำกว่าการใช้น้ำมันดีเซล คิดเป็น B 15 = 27.08% , B 30 = 33.33% และ B 50 = 40.62% (จากการใช้งานปกติ) และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมีค่าสูงกว่าการใช้น้ำมันดีเซล คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความต่าง B 15 = 2.32% , B 30 = 3.15%

วุฒินันท์ และคณะ (2550) ศึกษาการใช้น้ำมันดีเซลปาล์มกับเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับการเกษตร โดยใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียว ยี่ห้อ คูโบต้า รุ่น ET115 กับน้ำมันดีเซลปาล์มที่ผสมระหว่างน้ำมันดีเซล (ปตท.) กับน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ ในอัตราส่วนผสมโดยปริมาตร 95:5, 90:10, 85:15, 80:20 ตามลำดับ จากการทดสอบพบว่า การผสมน้ำมันดีเซลกับน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ทุกอัตราส่วนไม่ทำให้เกิดการแยกชั้นและตกตะกอน ทั้งนี้ค่าความร้อนของน้ำมันดีเซลปาล์มลดลงเมื่อส่วนผสมของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์เพิ่มมากขึ้น และในการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์พบว่าเมื่อใช้น้ำมันดีเซลปาล์มที่อัตราส่วนผสม 80:20 โดยปริมาตร จะให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงกว่าการใช้น้ำมันไบโอดีเซล และส่งผลให้กำลังของเครื่องยนต์มากกว่าที่ความเร็วรอบเท่ากัน ซึ่งจะทำให้มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันดีเซลปาล์มน้อยกว่าการใช้น้ำมันไบโอดีเซล

อนุตร (2550) ได้ทำการศึกษาและทดสอบเปรียบเทียบปริมาณแก๊สเสียของเครื่องยนต์ดีเซล ที่ใช้น้ำมันดีเซลกับน้ำมันมะพร้าวดีเซล พบว่าการใช้น้ำมันมะพร้าวดีเซลจะช่วยลดมลภาวะทางอากาศที่เกิดขึ้นได้มาก ทั้งนี้วิธีการทดสอบรองศาสตราจารย์อนุตรได้ใช้วิธีการทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ ลูกสูบแบบนอน ระบายความร้อนด้วยน้ำ ยี่ห้อ Yanmar รุ่น TF 115 LM เป็นเครื่องยนต์ที่ผ่านการใช้งานแล้ว โดยทดสอบที่ความเร็วรอบ 2,400 รอบ / นาที ในสถานะไม่มีภาระ และดำเนินการทดสอบเปรียบเทียบการปล่อยแก๊สเสียระหว่างการใช้น้ำมันดีเซลกับน้ำมันมะพร้าวดีเซล (ส่วนผสม 20 : 80 % โดยปริมาตร) เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ โดยใช้วิธีการวัดปริมาณเขม่าควันและฝุ่นละอองที่ระบายออกมาจากไอเสียของเครื่องยนต์ ซึ่งจะถูกเก็บโดยกระดาษกรอง ด้วยน้ำหนักของกระดาษกรองที่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการเก็บตัวอย่างเขม่าควันและฝุ่นละออง ทั้งหมดจะถูกนำไปใช้ในการประเมินความเข้มข้นในหน่วย กรัมต่อการทดสอบ ที่ระยะเวลา 20 , 40 และ 60 นาที ตามลำดับ การทดสอบพบว่า การใช้น้ำมันมะพร้าวดีเซลที่ อัตราส่วนผสม 20 : 80 % โดยปริมาตร จะปลดปล่อยปริมาณเขม่าควันและฝุ่นละอองน้อยกว่าการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงคือ 0.0003 กรัม , 0.0010 กรัม และ 0.0014 กรัม ต่อการทดสอบที่ระยะเวลา 20 นาที , 40 นาที และ 60 นาที ตามลำดับ เมื่อวัดปริมาณความเข้มข้นของสีเขม่าควันและฝุ่นละอองด้วยเครื่องวัดสีพบว่า การใช้น้ำมันมะพร้าวดีเซลที่อัตราส่วนผสมดังกล่าว จะมีปริมาณความเข้มข้นของสีเขม่าควันและฝุ่นละอองลดลงน้อยกว่าการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง คือ 4.45 , 8.06 และ 8.27 เปอร์เซนต์ ที่ระยะเวลาการทดสอบที่ 20 , 40 และ 60 นาที ตามลำดับ

วิธีวิจัย

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การวัดกำลังของเครื่องยนต์ผ่านไดนาโมมิเตอร์ (Dynamometer) การใช้ต้องดำเนินการทดสอบ ปรับตั้งค่าความถูกต้องของอุปกรณ์ทดสอบก่อนการทดสอบจริง ผลกระทบต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ และ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อใช้น้ำมันมะพร้าว หรือน้ำมันถั่วเหลืองเป็นเชื้อเพลิงเทียบกับน้ำมันดีเซล เป็นเชื้อเพลิง ทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซล 1 สูบ ยี่ห้อ Yanmar รุ่น TA 120-XL ผ่านเครื่องไดนาโมมิเตอร์ (Dynamometer)

การคำนวณหาแรงบิด (Torque)

แรงบิด (Torque) คือ กำลังงานที่ได้จากการหมุนของเครื่องยนต์แต่ละรอบโดยไม่คำนึงถึงความเร็ว รอบเครื่องยนต์และจำนวนรอบของเครื่องยนต์ ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกถึงกำลังของเครื่องยนต์ จึงจำเป็นต้องทดสอบ ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบต่าง ๆ เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพของน้ำมันมะพร้าว และน้ำมัน ถั่วเหลือง โดยสามารถคำนวณได้จาก

$$\text{Torque (N.m , kg.m)} = \text{Dynamometer Weight (N , kg)} \times \text{Length (m)}$$

การคำนวณค่ากำลัง (Power)

กำลัง (Power) คือ อัตราการทำงานเทียบกับเวลา ซึ่งคำนวณได้จาก

$$P = \frac{2 \times \pi \times T \times N}{60 \times 1000}$$

เมื่อ P = กำลัง (kW)

T = แรงบิด (N.m)

N = ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (rpm)

หรือ

$$P = \frac{2 \times \pi \times T \times N}{60 \times 75} = \frac{T \times N}{716.196}$$

เมื่อ P = กำลัง (hp)

T = แรงบิด (kg.m)

N = ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (rpm)

การคำนวณหาอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Fuel Consumption, $m_{\square_f}$ (kg/h))

อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Fuel Consumption) คือการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงต่อหน่วยเวลา โดยวัดจากมวลของน้ำมันเชื้อเพลิงที่เข้าเครื่องยนต์ต่อเวลาที่กำหนด ซึ่งคำนวณได้จาก

$$\dot{m}_f = \frac{\text{Fuel}}{\text{time}}$$

เมื่อ $m_{\square_f}$ = อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (kg/hr)

Fuel = มวลของน้ำมันเชื้อเพลิง (kg)

time = เวลา (hr)

การคำนวณหาอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (Specific Fuel Consumption, sfc (kg/kW.hr))

อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (Specific Fuel Consumption, sfc) คือ การวัดประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ในการใช้เชื้อเพลิงเพื่อผลิตงานออกมา โดยการเปรียบเทียบอัตราการไหลของมวลเชื้อเพลิงที่เข้าเครื่องยนต์ต่อหน่วยกำลังที่เครื่องยนต์ให้ออกมา สามารถคำนวณได้จาก

$$\text{sfc} = \frac{\dot{m}_f}{P}$$

เมื่อ sfc = อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (kg/kW.hr)

$m_{\square_f}$ = อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (kg/hr)

P = กำลัง (kW)

อุณหภูมิของไอเสีย เป็นการบอกประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์ โดยมีความสัมพันธ์กับแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง หรือการไหลของอากาศที่เข้าห้องเผาไหม้ สำหรับเครื่องยนต์ที่ผ่านการปรับแต่ง นอกจากน้ำมันเครื่องแล้ว ยังมีอีกเรื่องที่สำคัญ คือ ปริมาณการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงจะมากจะน้อย ก็สามารถวัดได้จากมาตรวัดอุณหภูมิท่อไอเสียนี้เอง ซึ่งหากมีการปรับน้ำมันให้อ่อนลง จะทำให้อุณหภูมิของท่อไอเสียเพิ่มขึ้น แต่ถ้าเป็นในทางตรงกันข้ามน้ำมันแก่ อุณหภูมิของท่อไอเสีย ก็จะต่ำลง ดังนั้นมาตรวัดอุณหภูมิไอเสีย จึงสามารถบอกข้อมูลของรถในขณะวิ่งได้ อย่างไรก็ตามโดยทั่วไป มาตรวัดอากาศไหลเข้า หรือว่ามาตรวัดแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง ก็ใช้บอกข้อมูลในทางเดียวกัน

การออกแบบถังน้ำมันพืชและการอุ่นน้ำมันพืช

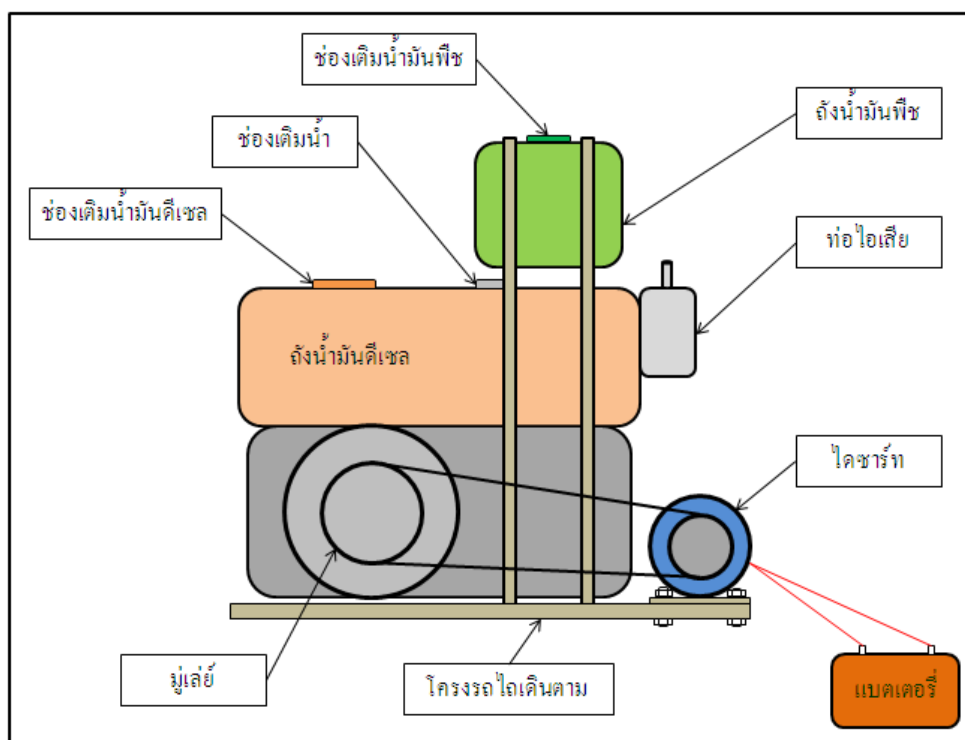
1. หลักการออกแบบ

การใช้้ำมันพืช 100% ในการเดินเครื่องยนต์นั้น ยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของน้ำมันพืชที่ไม่เหมือนน้ำมันดีเซล คือ ความหนืด และจุดติดไฟ จึงต้องมีการปรับปรุงคุณสมบัติเหล่านี้ของน้ำมันพืชให้ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล ซึ่งงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ที่จะไม่ดัดแปลงน้ำมันพืช เพื่อที่เกษตรกรสามารถนำน้ำมันพืชมาใช้เติมกับเครื่องยนต์ดีเซลได้ทันที ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการอุ่นน้ำมันพืชเพื่อให้ความหนืดของน้ำมันพืชลง และเพิ่มอุณหภูมิของน้ำมันพืชให้ใกล้เคียงจุดติดไฟ ให้สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลได้ ซึ่งในการออกแบบต้องการอุณหภูมิของน้ำมันพืชก่อนเข้า pump น้ำมันเชื้อเพลิงประมาณ 60-70 องศาเซลเซียส และเพื่อไม่ให้น้ำมันพืชกับน้ำมันดีเซลผสมกันก่อนเข้า pump น้ำมันเชื้อเพลิง เพราะถ้าน้ำมันพืชผสมกับน้ำมันดีเซลแล้วจะเป็นการดัดแปลงน้ำมันพืช ฉะนั้นจึงสร้างถังน้ำมันพืชขึ้น เพื่อเป็นภาชนะแยกน้ำมันพืชกับน้ำมันดีเซล และเพื่ออุ่นน้ำมันพืชได้

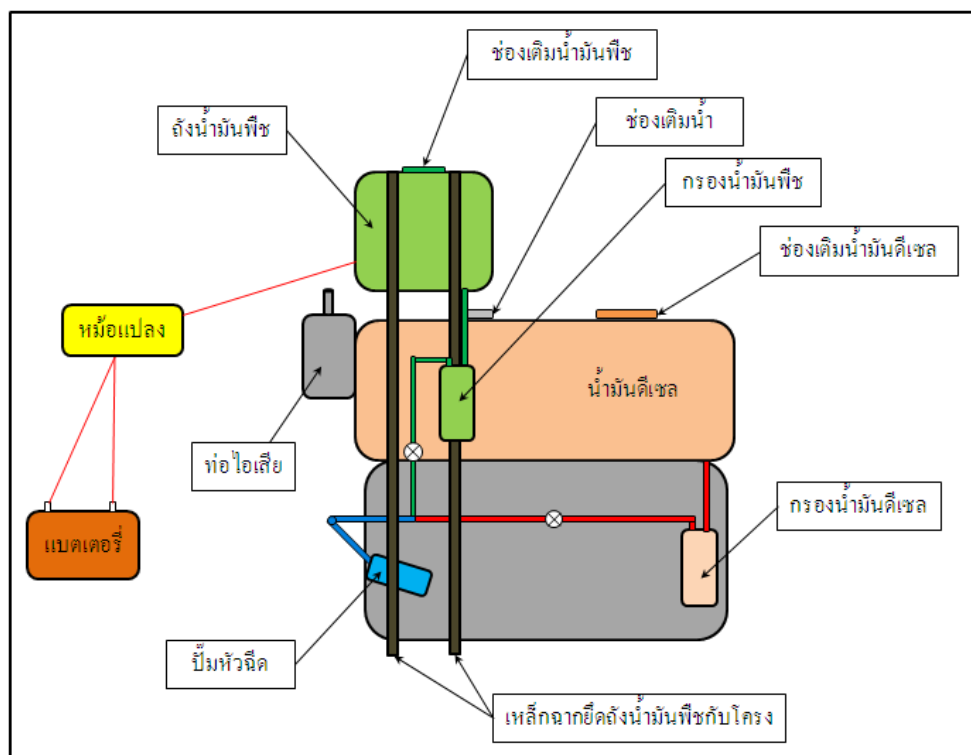
การไหลของน้ำมันพืช เริ่มจากน้ำมันพืชในถังน้ำมันพืชไหลเข้ากรองน้ำมันพืช แล้วเข้าสู่หม้ออุ่นน้ำมันพืช ในช่วงนี้น้ำมันพืชจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น เมื่อปิดวาล์วน้ำมันดีเซลและเปิดวาล์วน้ำมันพืช น้ำมันพืชที่ร้อนจะเข้าสู่ปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงและเข้าห้องเผาไหม้ต่อไป

2. แนวทางการออกแบบ

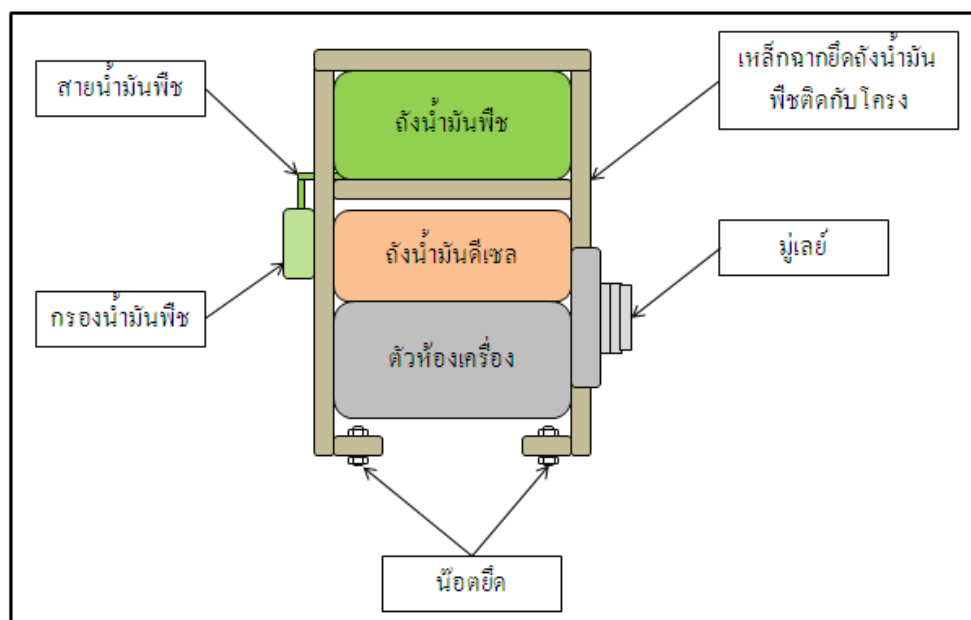
2.1 แบบที่ 1



ภาพที่ 7 ภาพฉายด้านซ้ายของเครื่องยนต์ดีเซล แบบที่ 1



ภาพที่ 8 ภาพฉายด้านขวาของเครื่องยนต์ดีเซล แบบที่ 1



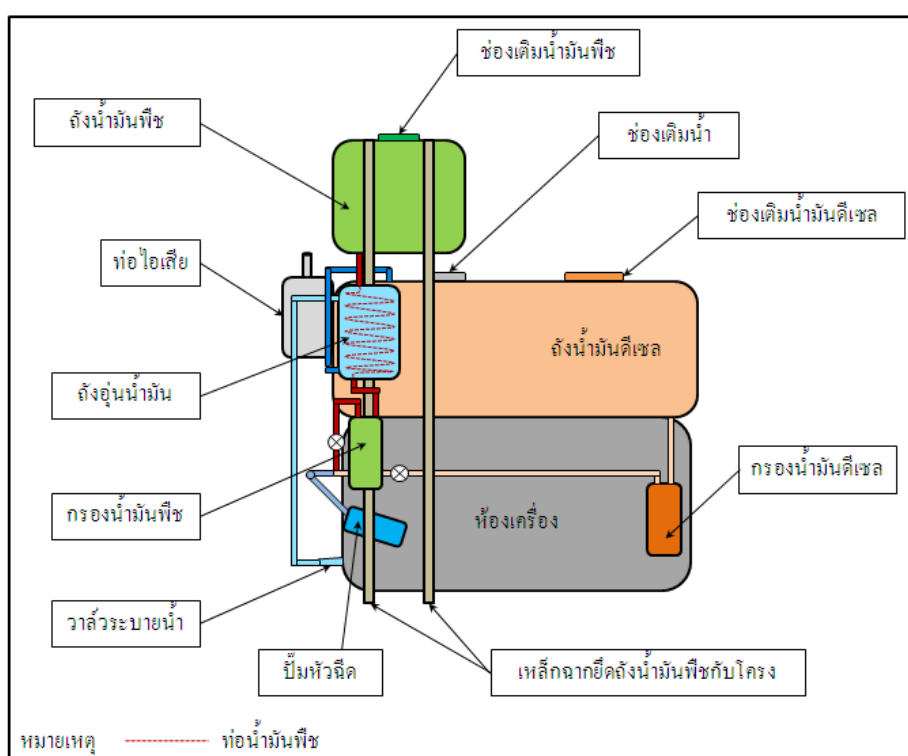
ภาพที่ 9 ภาพฉายด้านหน้าของเครื่องยนต์ดีเซล แบบที่ 1

แบบที่ 1 ถังน้ำมันพืชโดยใช้ไฟฟ้า มีอุปกรณ์ประกอบคือ 1) ถังน้ำมันพืช 2) กรองน้ำมันพืช 3) หม้อถุ่น้ำมันพืช 4) หม้อแปลงไฟฟ้า 5) Regulator(ไดชาร์ท) และ 6) แบตเตอรี่

ลักษณะการทำงาน เริ่มต้นจากการเดินเครื่องยนต์ด้วยน้ำมันดีเซลก่อน ในตอนนี้ น้ำมันพืชจะถูกให้ความร้อน โดยหม้ออุ่นน้ำมันพืช ซึ่งใช้หลักของกาต้มน้ำ ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ แบตเตอรี่เมื่อใช้ไปซักพักไฟก็จะหมด จึงใช้ Regulator(ไดชาร์จ) มาต่อพ่วงกับมู่เลย์ของเครื่องยนต์ เพื่อปั่นไฟเก็บในแบตเตอรี่ และเมื่อน้ำมันร้อนถึง 60 องศาเซลเซียส จะทำการปิดวาล์วน้ำมันจากถังน้ำมันดีเซล แล้วเปิดวาล์วน้ำมันจากถังน้ำมันพืชให้เข้า pump น้ำมันเชื้อเพลิงแทน และจะรักษาอุณหภูมิน้ำมันพืชไว้ไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส

อุปกรณ์ที่ติดตั้งเพิ่มเหล่านี้เมื่อติดตั้งแล้วจะเป็นการเพิ่มภาระให้กับเครื่องยนต์มาก พร้อมกับการติดตั้งทำได้ลำบาก และเมื่อเกษตรกรนำแนวทางนี้ไปใช้ จะเป็นการสิ้นเปลือง ไม่คุ้มกับต้นทุนในการดัดแปลงเครื่องยนต์

2.2 แบบที่ 2



ภาพที่ 10 ภาพฉายด้านข้างของเครื่องยนต์ดีเซล แบบที่ 2

แบบที่ 2 อุ่นน้ำมันพืชโดยใช้ความร้อนจากหม้อน้ำของตัวเครื่องยนต์แบบน้ำไหลวน มีอุปกรณ์ประกอบคือ 1) ถังน้ำมันพืช 2) กรองน้ำมันพืช 3) หม้ออุ่นน้ำมันพืช แบบที่ 2 นี้ มีการออกแบบให้น้ำจากหม้อน้ำของเครื่องยนต์เข้ามาในหม้ออุ่นน้ำมันพืช โดยให้น้ำในหม้อน้ำเครื่องยนต์มีการไหลวน ภายในหม้ออุ่นน้ำมันพืชจะมีชุดท่อทองแดงที่มีน้ำมันพืชไหลในท่อ ซึ่งน้ำร้อนและน้ำมันพืชจะมีการแลกเปลี่ยนความร้อนกัน ซึ่งเป็นการนำความร้อนที่จะสูญเสียกลับมาใช้

ลักษณะการทำงาน เริ่มต้นเดินเครื่องยนต์ด้วยน้ำมันดีเซล ในระหว่างนี้ น้ำในหม้อน้ำของเครื่องยนต์จะเริ่มร้อน และทำให้น้ำมันพืชร้อนขึ้น เมื่อน้ำมันพืชร้อนถึง 60 องศาเซลเซียส ทำการปิดวาล์วน้ำมันจากถังน้ำมันดีเซล แล้วเปิดวาล์วน้ำมันจากถังน้ำมันพืชเข้าสู่ pump น้ำมันเชื้อเพลิง

[illegible]

แบบที่ 3 อุ่นน้ำมันพีชโดยใช้ความร้อนจากหม้อน้ำของตัวเครื่องยนต์แบบน้ำไม่ไหลวน มีอุปกรณ์ประกอบคือ 1) ถังน้ำมันพีช 2) กรองน้ำมันพีช 3) หม้ออุ่นน้ำมันพีช แบบที่ 3 นี้ มีการออกแบบเหมือนกับแบบที่ 2 ต่างกันที่ น้ำในหม้อน้ำเครื่องยนต์ไม่ไหลวน เพราะระบบระบายความร้อนของเครื่องยนต์นี้ ใช้หลักของน้ำเย็นแทนที่น้ำร้อน น้ำร้อนจะลอยตัวขึ้น มาที่รังผึ้งแล้วพัดลมก็เป่าระบายความร้อนออก น้ำจึงไม่มีแรงดันมากพอที่จะไหลในหม้ออุ่นน้ำมันพีช จึงออกแบบให้หม้ออุ่นน้ำมันพีชอยู่ระดับเดียวกับหม้อน้ำของเครื่องยนต์ และให้น้ำในหม้อน้ำเครื่องยนต์แผ่ความร้อนไปหาน้ำในหม้ออุ่นน้ำมันพีช

ลักษณะการทำงาน เริ่มต้นเดินเครื่องยนต์ด้วยน้ำมันดีเซล ในระหว่างนี้ น้ำในหม้อน้ำของเครื่องยนต์ จะเริ่มร้อน และทำให้น้ำมันฟุ้งร้อนขึ้น เมื่อน้ำมันฟุ้งร้อนถึง 60 องศาเซลเซียส ทำการปิดวาล์วน้ำมันจากถัง น้ำมันดีเซล แล้วเปิดวาล์วน้ำมันจากถังน้ำมันพืชเข้าสู่ pump น้ำมันเชื้อเพลิง

การออกแบบหม้อไอน้ำน้ำมันพืช

การคำนวณการถ่ายเทความร้อน

คุณสมบัติของน้ำมันพืช

$$\text{ค่าความร้อนจำเพาะ } (C_p) = 2.1 \text{ kJ/kg.K}$$

$$\text{อัตราการไหลของน้ำมัน } (m^{\circ}) = 0.15 \times 10^{-3} \text{ kg/s}$$

$$\text{อุณหภูมิน้ำมันทางเข้า } (T_1) = 25^{\circ}\text{C}$$

$$\text{เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อน้ำมัน(ท่อทองแดง) } (d) = 9.52 \text{ mm}$$

$$\text{ความยาวท่อทองแดง } (L) = 7.5 \text{ m}$$

$$\text{คุณสมบัติของน้ำร้อน } (T_0) = 58^{\circ}\text{C}$$

$$\text{ค่าความร้อนจำเพาะ } (C_p) = 4.184 \text{ kJ/kg.K}$$

$$\text{ความหนืด } (\mu) = 489 \times 10^{-6} \text{ N.s /m}^2$$

$$\text{ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน } (k) = 650 \times 10^{-3} \text{ W/m.K}$$

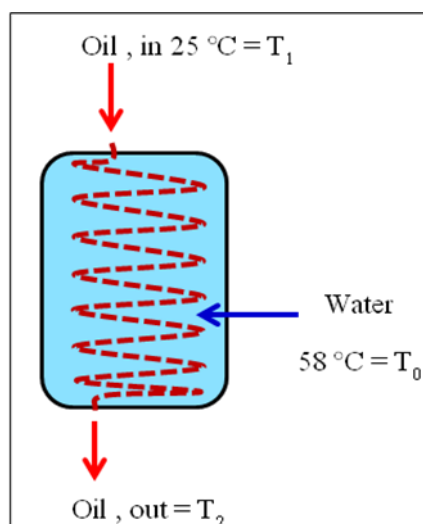
$$\text{ความหนาแน่นน้ำ } (\rho) = 995 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{ความเร็วในการไหลของน้ำ } (v) = 0.01 \text{ m/s}$$

$$\text{เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อน้ำร้อน } (D) = 19 \text{ mm}$$

$$\text{อุณหภูมิน้ำมันที่ทางออก } (T_2) = ?$$

วิธีการคำนวณ



สมการการพาความร้อนแบบบังคับ

$$\frac{T_2 - T_1}{T_0 - T_1} = 1 - \exp\left(-\frac{hA_s}{mC_p}\right) \quad \text{----- (1)}$$

$$\frac{hD}{k} = 0.023\left(\frac{vD\rho}{\mu}\right)^{0.8}\left(\frac{C_p\mu}{k}\right)^{0.4} \quad \text{----- (2)}$$

แทนค่าในสมการ (2)

$$\frac{h \times 0.019}{650 \times 10^{-3}} = 0.023\left(\frac{0.01 \times 0.019 \times 995}{489 \times 10^{-6}}\right)^{0.8}\left(\frac{4184 \times 489 \times 10^{-6}}{650 \times 10^{-3}}\right)^{0.4}$$

$$h = 146.2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

หาพื้นที่ผิวนอกท่อทองแดง

$$\begin{aligned} A &= \frac{\pi(9.52 \times 10^{-3})^2}{4} \times 7.5 \\ &= 5.3386 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

แทนค่าในสมการ (1)

$$\frac{T_2 - 25}{50 - 25} = 1 - \exp\left(-\frac{146.2 \times 5.3386 \times 10^{-4}}{0.15 \times 10^{-3} \times 2100}\right)$$

$$\frac{T_2 - 25}{33} = 1 - 0.781$$

$$T_2 = 32.227 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

คำนวณได้ $T_2 = 32.227\text{ }^{\circ}\text{C}$ เป็นอุณหภูมิน้ำมันพืชที่พอกใช้กับเครื่องยนต์ในการทดสอบ เพราะเป็นอุณหภูมิที่ทำให้น้ำมันพืชไม่เป็นไขและมีความหนืดน้อยลง เมื่อได้ทำการวัดอุณหภูมิน้ำมันที่ทางออกแล้วได้ค่าเท่ากับ $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ ซึ่งตรงกับค่าที่คำนวณได้

การทดสอบ

แบ่งการทดสอบย่อย ดังนี้

1. การทดสอบติดตั้งเครื่องยนต์กับแท่น Dynamometer
ทดสอบการใช้น้ำมันมะพร้าว 100% น้ำมันถั่วเหลือง 100% และน้ำมันดีเซล วัดค่าแรงบิด กำลัง อัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และอุณหภูมิไอเสีย
2. การทดสอบกับรถไถเดินตาม
 - 2.1 ทำการติดตั้งเครื่องยนต์กับชุดโครงรถไถเดินตาม วัดอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และ อุณหภูมิไอเสีย โดยล้อของรถไถเดินตามเป็นล้อยาง
 - 2.2 ทำการติดตั้งเครื่องยนต์กับชุดโครงรถไถเดินตาม วัดอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และ อุณหภูมิไอเสีย โดยล้อของรถไถเดินตามเป็นล้อเหล็ก

อุปกรณ์และวิธีการทดสอบ

1. การทดสอบติดตั้งเครื่องยนต์กับแท่น Dynamometer

อุปกรณ์

1. Electric Dynamometer, TAKACHIHO รุ่น S-4
2. PS Meter, Denshigokyo รุ่น TDM-HR-15L สำหรับวัดค่าแรงบิดของ Dynamometer
3. Diesel Engine Tachometer, ONO SOKKI รุ่น GE-450 สำหรับวัดความเร็วรอบเครื่องยนต์
4. Digital Thermometer, CHINO รุ่น CD 700 สำหรับวัดอุณหภูมิไอเสีย
5. Flow Meter, ONO SOKKI รุ่น FM-1500 สำหรับวัดอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์
6. น้ำมันมะพร้าว น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันดีเซล โดยมีค่าความถ่วงจำเพาะ 0.915, 0.918 และ 0.845 ตามลำดับ และมีค่าความร้อน 37.54 MJ/kg, 39.35 MJ/kg, และ 48.80 MJ/kg ตามลำดับ(พิสมัย, 2544)



ภาพที่ 12 เครื่องยนต์ดีเซลสูบเดี่ยว ยี่ห้อ YANMAR รุ่น TA 120-XL ขนาด 12 แรงม้า



ภาพที่ 13 Electric Dynamometer, TAKACHIHO รุ่น S-4



ภาพที่ 14 Speed Regulator สำหรับ เพิ่ม – ลด ภาระงานแก่เครื่องยนต์



ภาพที่ 15 หม้ออุ่นน้ำมันพืช



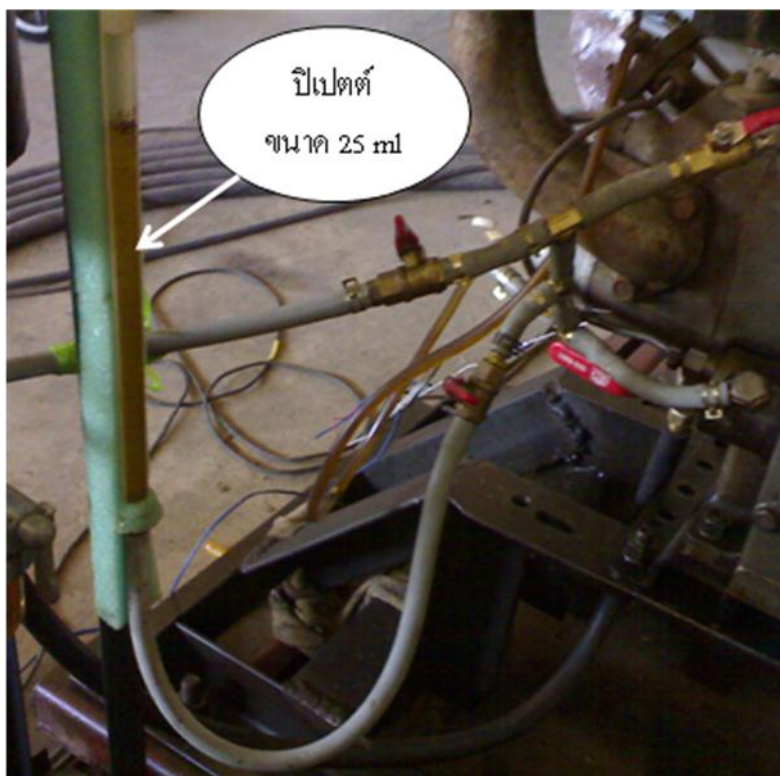
ภาพที่ 16 PS Meter , Denshigokyo รุ่น TDM-HR-15L สำหรับวัดค่าแรงบิดของ Dynamometer



ภาพที่ 17 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิการเผาไหม้ในห้องเครื่องยนต์



ภาพที่ 18 DIGITAL TACHOMETER , ONO SOKKI รุ่น CT-742 สำหรับวัดความเร็วรอบเครื่องยนต์



ภาพที่ 19 อุปกรณ์วัดอัตราการกินน้ำมัน



ภาพที่ 20 เครื่องมือวัดค่าเขม่าควัน

วิธีการทดสอบ

ติดตั้งเครื่องยนต์ต้นกำลัง เป็นเครื่องยนต์ ยี่ห้อ YANMAR รุ่น TA 120-XL บนแท่นทดสอบ แล้วต่อเข้า Electric Dynamometer และติดตั้งประกอบเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวัดค่าต่างๆ ในระหว่างปฏิบัติการทดสอบ คือ แรงบิด ความเร็วรอบ กำลัง และอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ดำเนินการทดสอบโดย

- 1.1 เดินเบาเครื่องยนต์ด้วยน้ำมันดีเซลเป็นเวลาประมาณ 30 นาที เพื่ออุ่นเครื่องยนต์ก่อนทำการทดสอบ
- 1.2 ตั้งความเร็วเครื่องยนต์ให้ได้ความเร็วรอบตามที่กำหนด เลื่อนคันเร่งไปจนสุดความเร็วรอบเครื่องยนต์ประมาณ 2300 รอบต่อนาที
- 1.3 ทำการทดสอบหาค่ากำลังสูงสุด โดยการค่อยๆ เพิ่มโหลด Dynamometer ที่กระทำต่อเครื่องยนต์ พร้อมทั้งวัดค่าแรงบิดและความเร็วรอบที่เกิดขึ้น จนกระทั่งได้ค่ากำลังสูงสุด
- 1.4 ที่จุดให้ค่ากำลังสูงสุด ทำการบันทึกค่าแรงบิดและค่าความเร็วรอบที่เกิดขึ้นที่ Dynamometer บันทึกค่าความเร็วรอบเครื่องยนต์ และอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์
- 1.5 ทำการเพิ่มโหลดขึ้นเป็นลำดับ โดยการเพิ่มโหลดแต่ละครั้งเพื่อทำให้ความเร็วรอบเครื่องยนต์ลดลงประมาณ 100 รอบต่อนาที ในแต่ละครั้งนั้นทำการวัดและบันทึกค่าแรงบิดและความเร็วรอบของ Dynamometer ความเร็วรอบเครื่องยนต์ และอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์
- 1.6 การเพิ่มโหลดกระทำไปจนกระทั่งครอบคลุมค่าที่ให้แรงบิดสูงสุด จากนั้นทำการลดโหลดเพื่อกลับไปยังตำแหน่งที่ให้ค่ากำลังสูงสุดอีกครั้งหนึ่ง
- 1.7 ปรับโหลดเพื่อให้แรงบิดลดลงไปประมาณ 85% ของแรงบิดในจุดที่ให้กำลังสูงสุด แล้วทำการวัดและบันทึกค่าแรงบิดและความเร็วรอบของ Dynamometer ความเร็วรอบเครื่องยนต์ และอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์
- 1.8 ปรับโหลดเพื่อให้ค่าแรงบิดลดลงไปประมาณ 75% ของแรงบิดในข้อ 1.7 แล้วทำการวัดและบันทึกค่าแรงบิดและความเร็วรอบ Dynamometer ความเร็วรอบเครื่องยนต์ และอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์
- 1.9 ปรับโหลดเพื่อให้ค่าแรงบิดลดลงไปประมาณ 50% ของแรงบิดในข้อ 1.7 แล้วทำการวัดและบันทึกค่าแรงบิดและความเร็วรอบ Dynamometer ความเร็วรอบเครื่องยนต์ และอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์
- 1.10 ปรับโหลดเพื่อให้ค่าแรงบิดลดลงไปประมาณ 25% ของแรงบิดในข้อ 1.7 แล้วทำการวัดและบันทึกค่าแรงบิดและความเร็วรอบ Dynamometer ความเร็วรอบเครื่องยนต์ และอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์
- 1.11 ปรับโหลดเพื่อให้ค่าแรงบิดลดลงจนมีค่าเป็นศูนย์ แล้วทำการบันทึกความเร็วรอบ Dynamometer ความเร็วรอบเครื่องยนต์ และอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ นำค่าที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบที่กำหนด
- 1.12 เดินเบาเครื่องยนต์ด้วยน้ำมันดีเซลเป็นเวลาประมาณ 30 นาที เพื่ออุ่นเครื่องยนต์ก่อนทำการเปลี่ยนชนิดน้ำมันและนำความร้อนที่ได้จากเครื่องยนต์ไปอุ่นน้ำมันพืช
- 1.13 เปลี่ยนจากน้ำมันดีเซลเป็นน้ำมันมะพร้าว โดยปิดวาล์วน้ำมันดีเซลแล้วเปิดวาล์วน้ำมันมะพร้าว เดินเครื่องยนต์ต่อจนน้ำมันดีเซลที่ค้างในสายหมด

- 1.14 ตั้งความเร็วเครื่องยนต์ให้ได้ความเร็วรอบตามที่กำหนด เลื่อนคันเร่งไปจนสุดความเร็วรอบเครื่องยนต์ประมาณ 2300 รอบต่อนาที
- 1.15 ทำการทดสอบหาค่ากำลังสูงสุด โดยการค่อยๆ เพิ่มโหลด Dynamometer ที่กระทำต่อเครื่องยนต์ พร้อมทั้งวัดค่าแรงบิดและความเร็วรอบที่เกิดขึ้น จนกระทั่งได้ค่ากำลังสูงสุด
- 1.16 ที่จุดให้ค่ากำลังสูงสุด ทำการบันทึกค่าแรงบิดและค่าความเร็วรอบที่เกิดขึ้นที่ Dynamometer บันทึกค่าความเร็วรอบเครื่องยนต์ และอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์
- 1.17 ทำการเพิ่มโหลดขึ้นเป็นลำดับ โดยการเพิ่มโหลดแต่ละครั้งเพื่อทำให้ความเร็วรอบเครื่องยนต์ลดลงประมาณ 100 รอบต่อนาที ในแต่ละครั้งนั้นทำการวัดและบันทึกค่าแรงบิดและความเร็วรอบของ Dynamometer ความเร็วรอบเครื่องยนต์ และอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์
- 1.18 การเพิ่มโหลดกระทำไปจนกระทั่งครอบคลุมค่าที่ให้แรงบิดสูงสุด จากนั้นทำการลดโหลดเพื่อกลับไปยังตำแหน่งที่ให้ค่ากำลังสูงสุดอีกครั้งหนึ่ง
- 1.19 ปรับโหลดเพื่อให้แรงบิดลดลงไปประมาณ 85% ของแรงบิดในจุดที่ให้กำลังสูงสุด แล้วทำการวัดและบันทึกค่าแรงบิดและความเร็วรอบของ Dynamometer ความเร็วรอบเครื่องยนต์ และอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์
- 1.20 ปรับโหลดเพื่อให้ค่าแรงบิดลดลงไปประมาณ 75% ของแรงบิดในข้อ 1.7 แล้วทำการวัดและบันทึกค่าแรงบิดและความเร็วรอบ Dynamometer ความเร็วรอบเครื่องยนต์ และอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์
- 1.21 ปรับโหลดเพื่อให้ค่าแรงบิดลดลงไปประมาณ 50% ของแรงบิดในข้อ 1.7 แล้วทำการวัดและบันทึกค่าแรงบิดและความเร็วรอบ Dynamometer ความเร็วรอบเครื่องยนต์ และอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์
- 1.22 ปรับโหลดเพื่อให้ค่าแรงบิดลดลงไปประมาณ 25% ของแรงบิดในข้อ 1.7 แล้วทำการวัดและบันทึกค่าแรงบิดและความเร็วรอบ Dynamometer ความเร็วรอบเครื่องยนต์ และอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์
- 1.23 ปรับโหลดเพื่อให้ค่าแรงบิดลดลงจนมีค่าเป็นศูนย์ แล้วทำการบันทึกความเร็วรอบ Dynamometer ความเร็วรอบเครื่องยนต์ และอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ นำค่าที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบที่กำหนด
- 1.24 ทำการทดสอบขั้นตอนข้อ 1.12 ถึง ข้อ 1.23 ซ้ำ โดยเปลี่ยนจากน้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันถั่วเหลือง

2. การทดสอบติดตั้งเครื่องยนต์บนรถไถเดินตาม

2.1 ทำการติดตั้งเครื่องยนต์กับชุดโครงรถไถเดินตาม วัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และ อุณหภูมิไอเสีย โดยล้อของรถไถเดินตามเป็นล้อยาง

อุปกรณ์

1. โครงรถไถเดินตาม พร้อมชุดล้อยาง
2. ชุด Flow Meter สำหรับวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
3. Digital Thermometer, CHINO รุ่น CD 700 สำหรับวัดอุณหภูมิไอเสีย
4. น้ำมันมะพร้าว น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันดีเซล โดยมีค่าความถ่วงจำเพาะ 0.915, 0.918 และ 0.845 ตามลำดับ และมีค่าความร้อน 37.54 MJ/kg, 39.35 MJ/kg, และ 48.80 MJ/kg ตามลำดับ (พิสมัย, 2544)



ภาพที่ 21 เครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียว ยี่ห้อ YANMAR รุ่น TA 120-XL ขนาด 12 แรงม้า ติดตั้งบนรถไถเดินตาม (ล้อยาง)



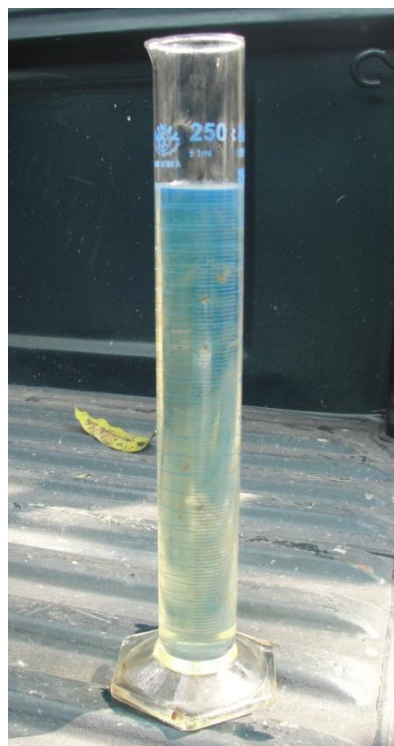
ภาพที่ 22 ถังสำหรับใส่น้ำมันพืช



ภาพที่ 23 หม้ออุ่นน้ำมันพืช



ภาพที่ 24 อุปกรณ์วัดค่าความเร็วรอบเครื่องยนต์



ภาพที่ 25 กระบอกตวง ขนาด 250 มิลลิลิตร สำหรับวัดอัตราการกินน้ำมัน



ภาพที่ 26 การเปลี่ยนไส้กรองน้ำมันเมื่อเปลี่ยนชนิดน้ำมัน



ภาพที่ 27 การเปลี่ยนถ่ายชนิดน้ำมัน

วิธีการทดสอบ

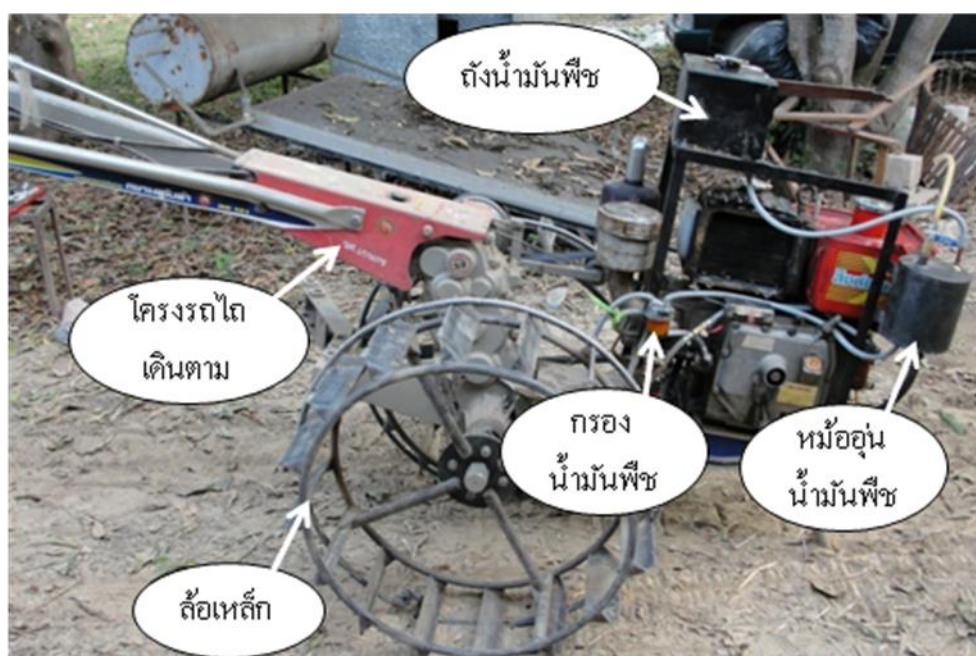
ติดตั้งเครื่องยนต์ต้นกำลัง เป็นเครื่องยนต์ ยี่ห้อ YANMAR รุ่น TA 120-XL บนชุดโครงรถไถเดินตาม พร้อมทั้งติดตั้งอุปกรณ์ Flow Meter และ Digital Thermometer และดำเนินการทดสอบ โดย

- 2.1.1 เดินเบาเครื่องยนต์ด้วยน้ำมันดีเซลเป็นเวลาประมาณ 30 นาที เพื่ออุ่นเครื่องยนต์ก่อนทำการทดสอบ
- 2.1.2 ตั้งความเร็วเครื่องยนต์ให้ได้ความเร็วรอบตามที่กำหนด แล้วขับรถไถเดินตามเป็นเวลา 1 ชั่วโมง วัดอุณหภูมิไอเสียและอัตราการความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
- 2.1.3 เดินเบาเครื่องยนต์ด้วยน้ำมันดีเซลเป็นเวลาประมาณ 30 นาที เพื่ออุ่นเครื่องยนต์ก่อนทำการเปลี่ยนชนิดน้ำมันและนำความร้อนที่ได้จากเครื่องยนต์ไปอุ่นน้ำมันพืช
- 2.1.4 เปลี่ยนจากน้ำมันดีเซลเป็นน้ำมันมะพร้าว โดยปิดวาล์วน้ำมันดีเซลแล้วเปิดวาล์วน้ำมันมะพร้าว เดินเครื่องยนต์ต่อจนน้ำมันดีเซลที่ค้างในสายหมด
- 2.1.5 ตั้งความเร็วเครื่องยนต์ให้ได้ความเร็วรอบตามที่กำหนด แล้วขับรถไถเดินตามเป็นเวลา 1 ชั่วโมง วัดอุณหภูมิไอเสียและอัตราการความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
- 2.1.6 ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2.1.3 ถึง 2.1.5 โดยเปลี่ยนจากน้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันถั่วเหลือง นำค่าที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบที่กำหนด

2.2 ทำการติดตั้งเครื่องยนต์กับชุดไครงรถไถเดินตาม วัดอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และ
อุณหภูมิไอเสีย โดยล้อของรถไถเดินตามเป็นล้อเหล็ก ทำการทดสอบตามขั้นตอน 2.1.1 ถึง 2.1.6



ภาพที่ 28 การเปลี่ยนชนิดล้อขับเคลื่อน



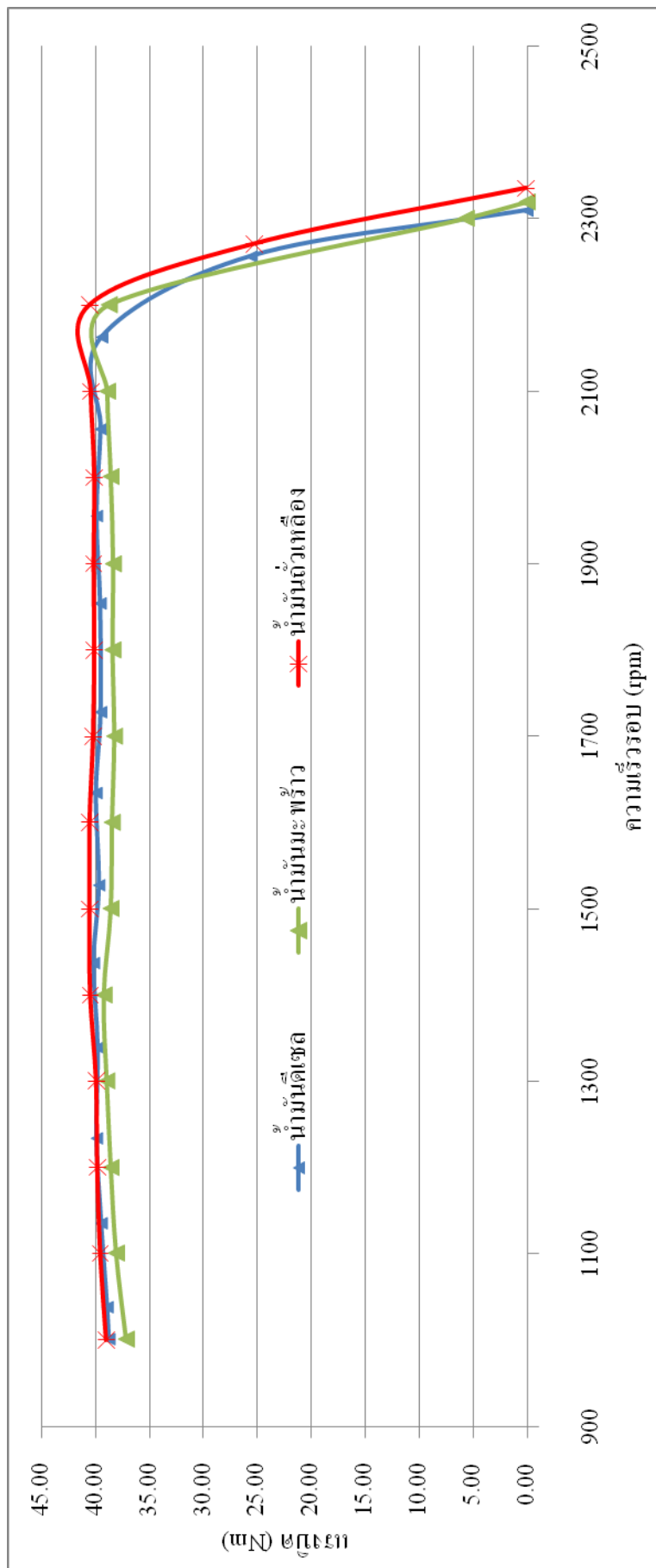
ภาพที่ 29 เครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียว ยี่ห้อ YANMAR รุ่น TA 120-XL ขนาด 12 แรงม้า
ติดตั้งบนรถไถเดินตาม (ล้อเหล็ก)



ภาพที่ 36 กำลังของเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดี่ยว YANMAR รุ่น TA 120-XL ขนาด 12 แรงม้า

โดยใช้ น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันถั่วเหลืองเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล

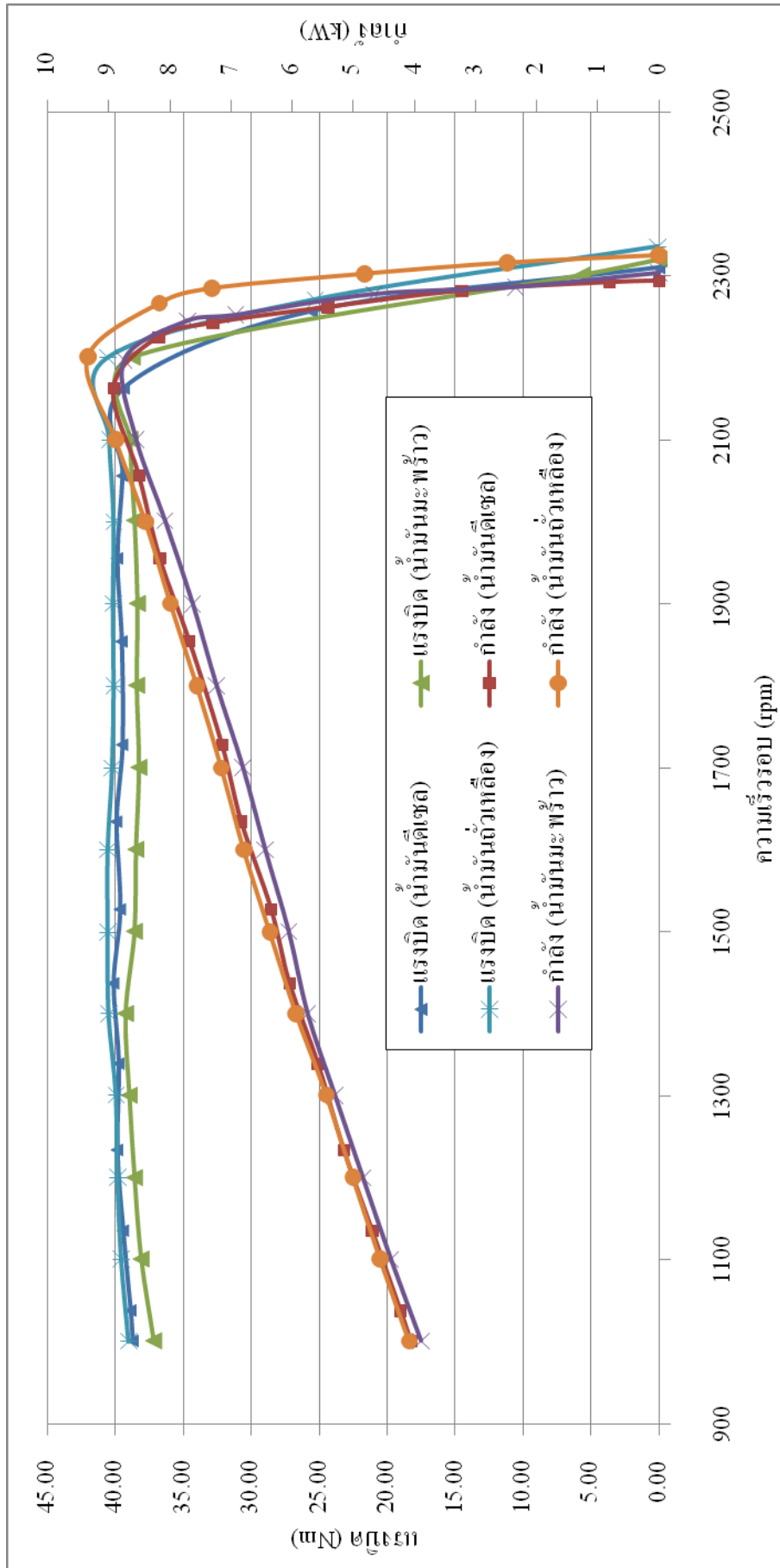
จากภาพที่ 36 แสดงภาพรวมผลการทดสอบกำลังของเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันถั่วเหลือง เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล พบว่าน้ำมันดีเซล ที่ความเร็วรอบ 2,163 รอบต่อนาที จะได้กำลังสูงสุดเท่ากับ 8.92 กิโลวัตต์ น้ำมันมะพร้าว ที่ความเร็วรอบ 2,200 รอบต่อนาที จะได้กำลังสูงสุดเท่ากับ 8.97 กิโลวัตต์ และน้ำมันถั่วเหลือง ที่ความเร็วรอบ 2,201 รอบต่อนาที จะได้กำลังสูงสุดเท่ากับ 9.34 กิโลวัตต์



ภาพที่ 37 แรงบิดของเครื่องย่นดีเซลสูบลม YANMAR รุ่น TA 120-XL ขนาด 12 แรงม้า

โดยใช้น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันถั่วเหลืองเปรียบเทียบกันน้ำมันดีเซล

จากภาพที่ 37 แสดงภาพรวมผลการทดสอบแรงบิดของเครื่องย่นดีเซลสูบลม YANMAR รุ่น TA 120-XL ขนาด 12 แรงม้า โดยใช้ น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันถั่วเหลืองเปรียบเทียบกันน้ำมันดีเซลเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง พบว่าน้ำมันดีเซล ที่ความถี่รอบ 1,437 รอบต่อนาที จะได้แรงบิดสูงสุดเท่ากับ 40.17 นิวตันเมตร น้ำมันมะพร้าว ที่ความถี่รอบ 1,400 รอบต่อนาที จะได้แรงบิดสูงสุดเท่ากับ 39.24 นิวตันเมตร และน้ำมันถั่วเหลือง ที่ความถี่รอบ 1,499 รอบต่อนาที จะได้แรงบิดสูงสุดเท่ากับ 40.55 นิวตันเมตร



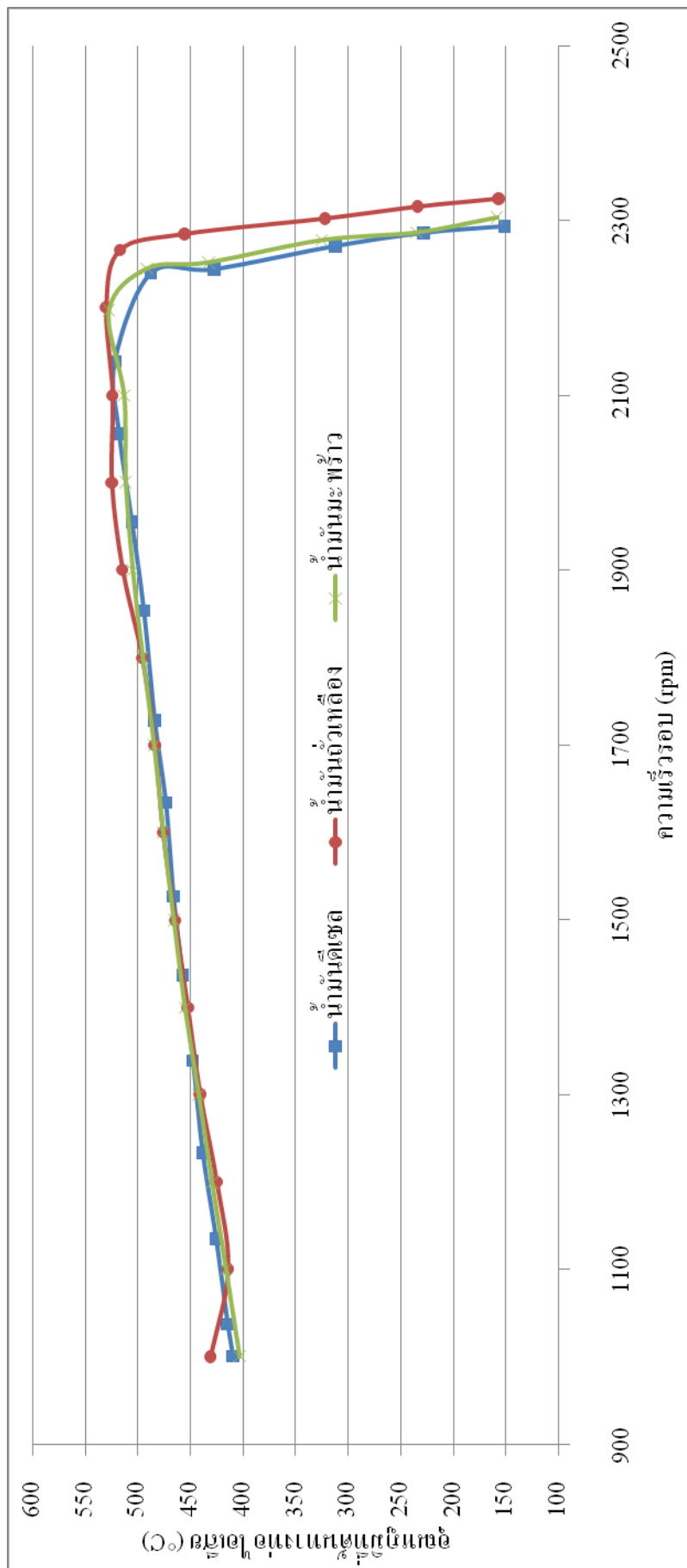
ภาพที่ 38 กำลังและแรงบิดของเครื่องยนต์ดีเซลรุ่นเดียว YANMAR รุ่น TA 120-XL ขนาด 12 แรงม้า
โดยใช้น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันถั่วเหลืองเปรียบเทียบกันน้ำมันดีเซล

จากภาพที่ 38 เป็นภาพรวมกำลังและแรงบิดของเครื่องยนต์ โดยใช้น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันถั่วเหลืองเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง พบว่า น้ำมันดีเซล ที่ความเร็วรอบ 2,163 รอบต่อนาที จะได้กำลังสูงสุดเท่ากับ 12.13 แรงม้า และที่ความเร็วรอบ 1,437 รอบต่อนาที จะได้แรงบิดสูงสุดเท่ากับ 4.09 กิโลกรัมเมตร น้ำมันมะพร้าว ที่ความเร็วรอบ 2,200 รอบต่อนาที จะได้กำลังสูงสุดเท่ากับ 12.13 แรงม้า และที่ความเร็วรอบ 1,400 รอบต่อนาที จะได้แรงบิดสูงสุดเท่ากับ 4.00 กิโลกรัมเมตร และน้ำมันถั่วเหลือง ที่ความเร็วรอบ 2,201 รอบต่อนาที จะได้กำลังสูงสุดเท่ากับ 12.70 แรงม้า และที่ความเร็วรอบ 1,499 รอบต่อนาที จะได้แรงบิดสูงสุดเท่ากับ 4.13 กิโลกรัมเมตร



ภาพที่ 39 อัตราการกินน้ำมันของเครื่องทดสอบดีเซล YANMAR รุ่น TA 120-XL ขนาด 12 แรงม้า
โดยใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันถั่วเหลืองเปรียบเทียบกัน

จากภาพที่ 39 อัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์ โดยใช้น้ำมันมะพร้าวและน้ำมัน
ถั่วเหลืองเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล พบว่า น้ำมันดีเซลที่อัตราการกินน้ำมันจำเพาะ 0.34-0.39 กิโลกรัมต่อ
ชั่วโมงต่อกิโลวัตต์ อยู่ในช่วงความเร็วรอบ 1,001-2,056 รอบต่อนาที และที่ความเร็วรอบ 2,284 รอบต่อนาที
จะมีอัตราการกินน้ำมันจำเพาะต่ำสุด น้ำมันมะพร้าวที่อัตราการกินน้ำมันจำเพาะ 0.44-0.47 กิโลกรัมต่อ
ชั่วโมงต่อกิโลวัตต์ อยู่ในช่วงความเร็วรอบ 1,001-2,197 รอบต่อนาที และที่ความเร็วรอบ 2,245 รอบต่อนาที
จะมีอัตราการกินน้ำมันจำเพาะต่ำสุด น้ำมันถั่วเหลืองที่อัตราการกินน้ำมันจำเพาะ 0.44-0.46 กิโลกรัมต่อ
ชั่วโมงต่อกิโลวัตต์ อยู่ในช่วงความเร็วรอบ 1,000-2,100 รอบต่อนาที และที่ความเร็วรอบ 2,285 รอบต่อนาที
จะมีอัตราการกินน้ำมันจำเพาะต่ำสุด



ภาพที่ 40 อุณหภูมิที่ต้นทางท่อไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียว YANMAR รุ่น TA 120-XL ขนาด 12 แรงม้า

โดยใช้น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันถั่วเหลืองเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล

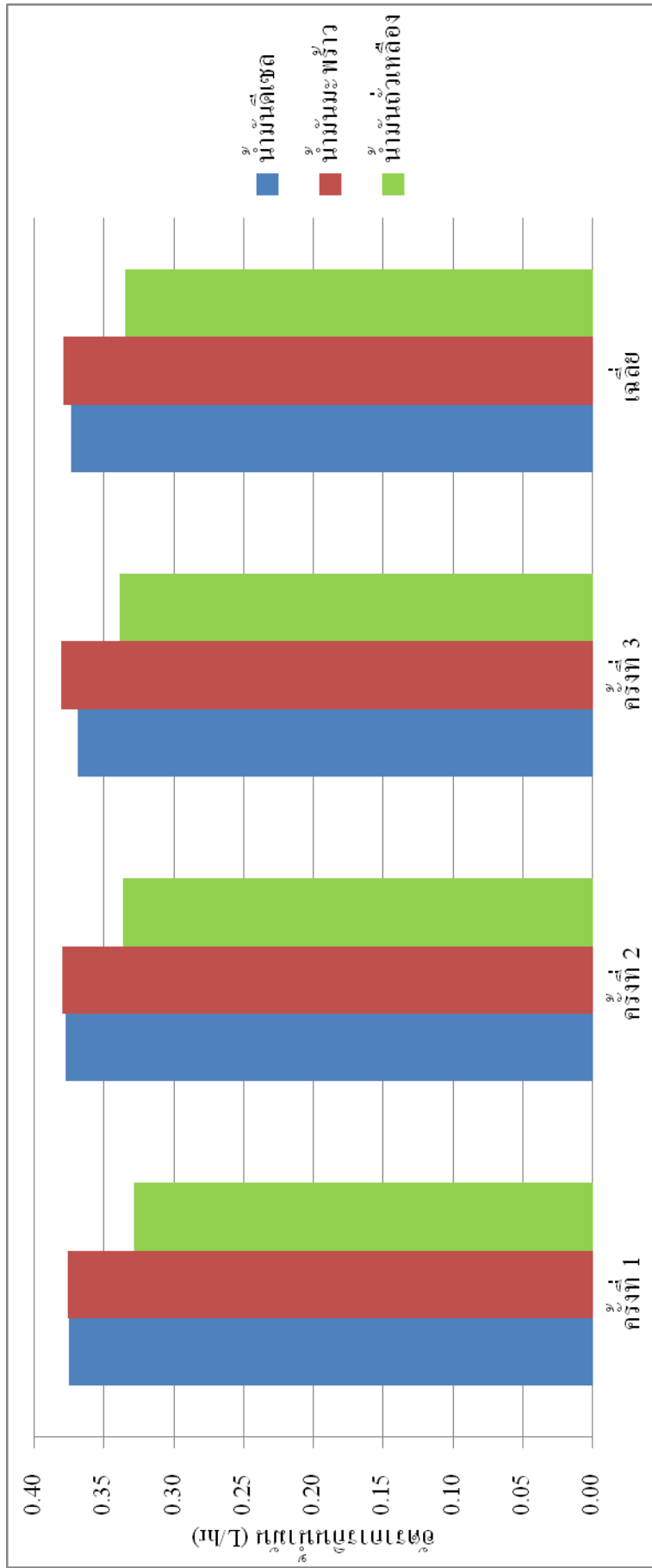
จากภาพที่ 40 แสดงอุณหภูมิที่ต้นทางท่อไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียว YANMAR รุ่น TA 120-XL ขนาด 12 แรงม้า ที่ความเร็วรอบ 2,139 รอบต่อนาที มีอุณหภูมิที่ต้นทางท่อไอเสียสูงสุดเท่ากับ 522 องศาเซลเซียส ใช้น้ำมันมะพร้าวที่ความเร็วรอบ 2,000 รอบต่อนาที มีอุณหภูมิที่ต้นทางท่อไอเสียสูงสุดเท่ากับ 525 องศาเซลเซียส และน้ำมันถั่วเหลืองที่ความเร็วรอบ 2,197 รอบต่อนาที มีอุณหภูมิที่ต้นทางท่อไอเสียสูงสุดเท่ากับ 528 องศาเซลเซียส

ผลการทดสอบติดตั้งเครื่องยนต์บนรถไถเดินตาม โดยใช้ล้อของรถไถเดินตามเป็นล้อยาง
 ตารางที่ 17 ข้อมูลการทดสอบเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียว ยี่ห้อ YANMAR รุ่น TA 120-XL
 โดยติดตั้งเครื่องยนต์กับรถไถเดินตาม (ล้อยาง)

		น้ำมันที่ใช้ไป	เวลา	ระยะทาง	Fuel consumption	
		ml	min	m	(L/hr)	(km/L)
น้ำมันดีเซล	ครั้งที่1	134	21.43	709	0.38	5.29
	ครั้งที่2	135	21.47	710	0.38	5.26
	ครั้งที่3	131	21.31	710	0.37	5.42
	เฉลี่ย	133	21.40	710	0.37	5.32
น้ำมันถั่วเหลือง	ครั้งที่1	116	21.17	710	0.33	6.12
	ครั้งที่2	118	21.04	709	0.34	6.01
	ครั้งที่3	121	21.43	710	0.34	5.87
	เฉลี่ย	118	21.21	710	0.33	6.00
น้ำมันมะพร้าว	ครั้งที่1	132	21.08	708	0.38	5.36
	ครั้งที่2	136	21.46	710	0.38	5.22
	ครั้งที่3	135	21.27	709	0.38	5.25
	เฉลี่ย	134	21.27	709	0.38	5.28

ผลการทดสอบติดตั้งเครื่องยนต์บนรถไถเดินตาม โดยใช้ล้อของรถไถเดินตามเป็นล้อหลัก
 ตารางที่ 18 ข้อมูลการทดสอบเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียว ยี่ห้อ YANMAR รุ่น TA 120-XL
 โดยติดตั้งเครื่องยนต์กับรถไถเดินตาม (ล้อหลัก)

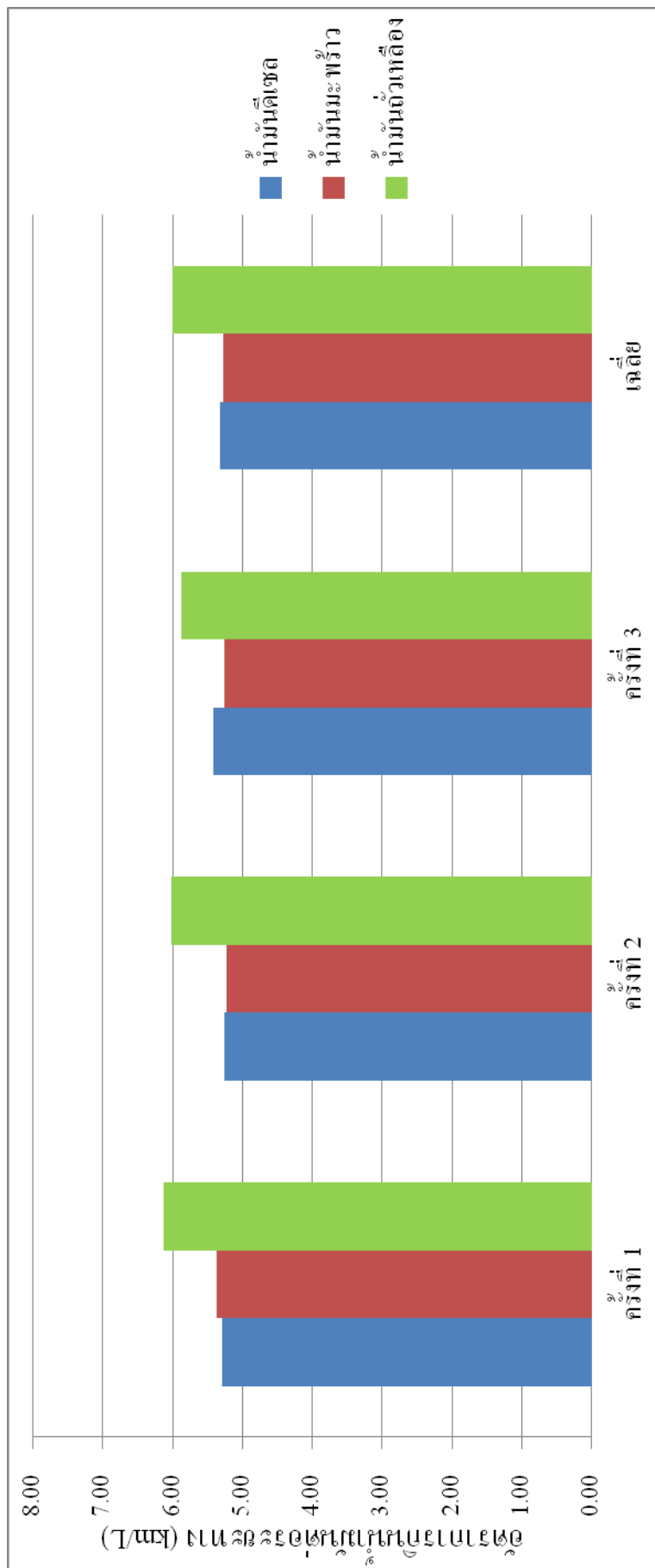
		น้ำมันที่ใช้ไป	เวลา	ระยะทาง	Fuel consumption	
		ml	min	m	(L/hr)	(km/L)
น้ำมันดีเซล	ครั้งที่1	146	22.30	870	0.39	5.96
	ครั้งที่2	132	21.49	873	0.37	6.61
	ครั้งที่3	144	22.20	867	0.39	6.02
	เฉลี่ย	141	22.00	870	0.38	6.18
น้ำมันถั่วเหลือง	ครั้งที่1	129	23.19	869	0.33	6.74
	ครั้งที่2	125	21.23	871	0.35	6.97
	ครั้งที่3	124	21.57	867	0.34	6.99
	เฉลี่ย	126	22.00	869	0.34	6.90
น้ำมันมะพร้าว	ครั้งที่1	153	25.44	872	0.36	5.70
	ครั้งที่2	149	23.47	868	0.38	5.83
	ครั้งที่3	147	21.16	870	0.42	5.92
	เฉลี่ย	150	23.36	870	0.38	5.81



ภาพที่ 41 อัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตรต่อชั่วโมง) ของเครื่องยนต์ดีเซลบนรถไถเดินตามไถเดินตาม โดยล้อของรถไถเดินตามเป็นล้อยาง

เมื่อใช้น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันถั่วเหลืองเปรียบเทียบกันน้ำมันดีเซล

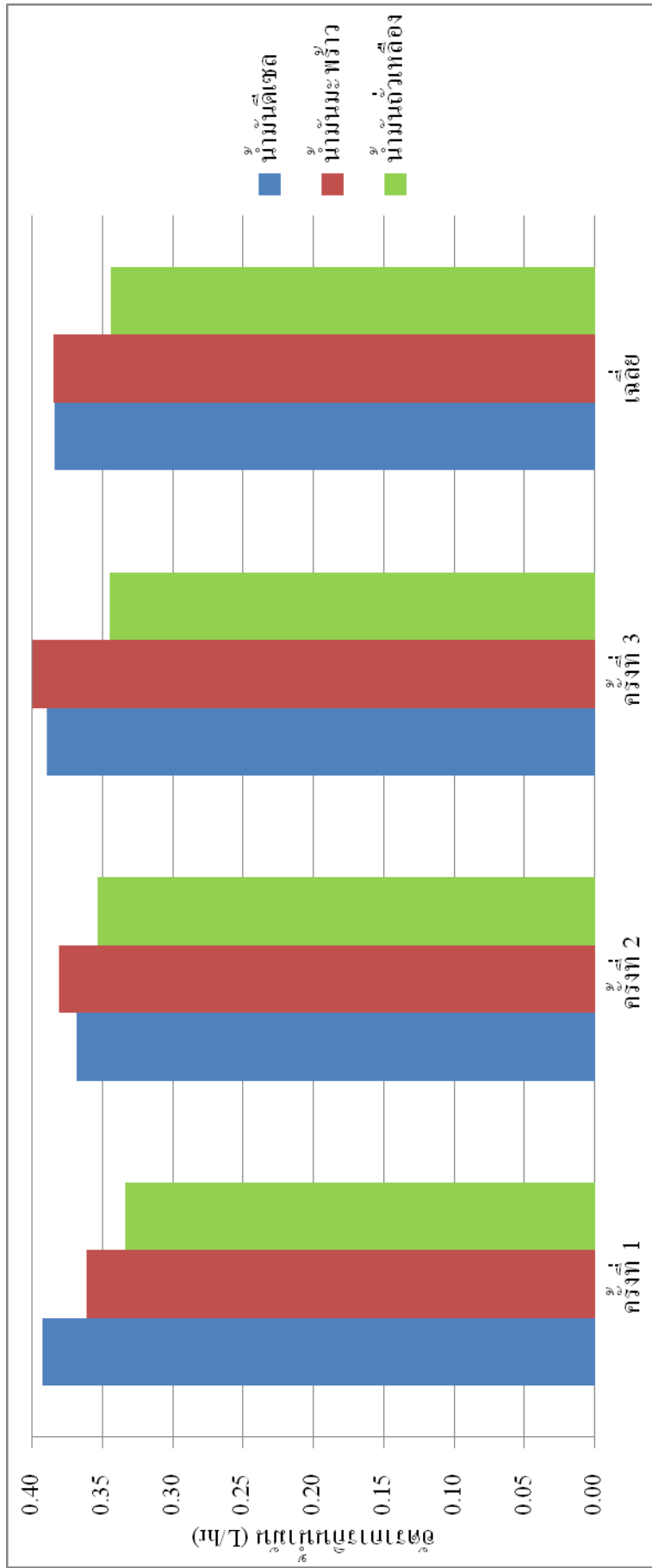
จากภาพที่ 41 อัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีหน่วยเป็นลิตรต่อชั่วโมง ของน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันถั่วเหลืองเปรียบเทียบกันน้ำมันดีเซล บนโนโครมไถเดินตาม โดยล้อของรถไถเดินตามเป็นล้อยาง พบว่า ที่ความเร็วรอบ 1,250 รอบต่อนาที น้ำมันดีเซลมีอัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 22.43 ลิตรต่อชั่วโมง น้ำมันมะพร้าวมีอัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 22.74 ลิตรต่อชั่วโมง น้ำมันถั่วเหลืองมีอัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 20.08 ลิตรต่อชั่วโมง



ภาพที่ 42 อัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงต่อระยะทาง (กิโลเมตรต่อลิตร) ของเครื่องยนต์ดีเซลบนรถไถเดินตาม โดยล้อของรถไถเดินตามเป็นล้อยาง

เมื่อใช้น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันถั่วเหลืองเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล

จากภาพที่ 42 อัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีหน่วยเป็นลิตรต่อกิโลเมตร ของน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันถั่วเหลืองเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล บนโครงรถไถเดินตาม โดยล้อของรถไถเดินตามเป็นล้อยาง พบว่า ที่ความเร็วรอบ 1,250 รอบต่อนาที น้ำมันดีเซลมีอัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 5.32 กิโลเมตรต่อลิตร น้ำมันมะพร้าวมีอัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 5.28 กิโลเมตรต่อลิตร น้ำมันถั่วเหลืองมีอัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 6.00 กิโลเมตรต่อลิตร



ภาพที่ 43 อัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตรต่อชั่วโมง) ของเครื่องยนต์ดีเซลบนรถไถเดินตาม โดยล้อของรถไถเดินตามเป็นล้อเหล็ก

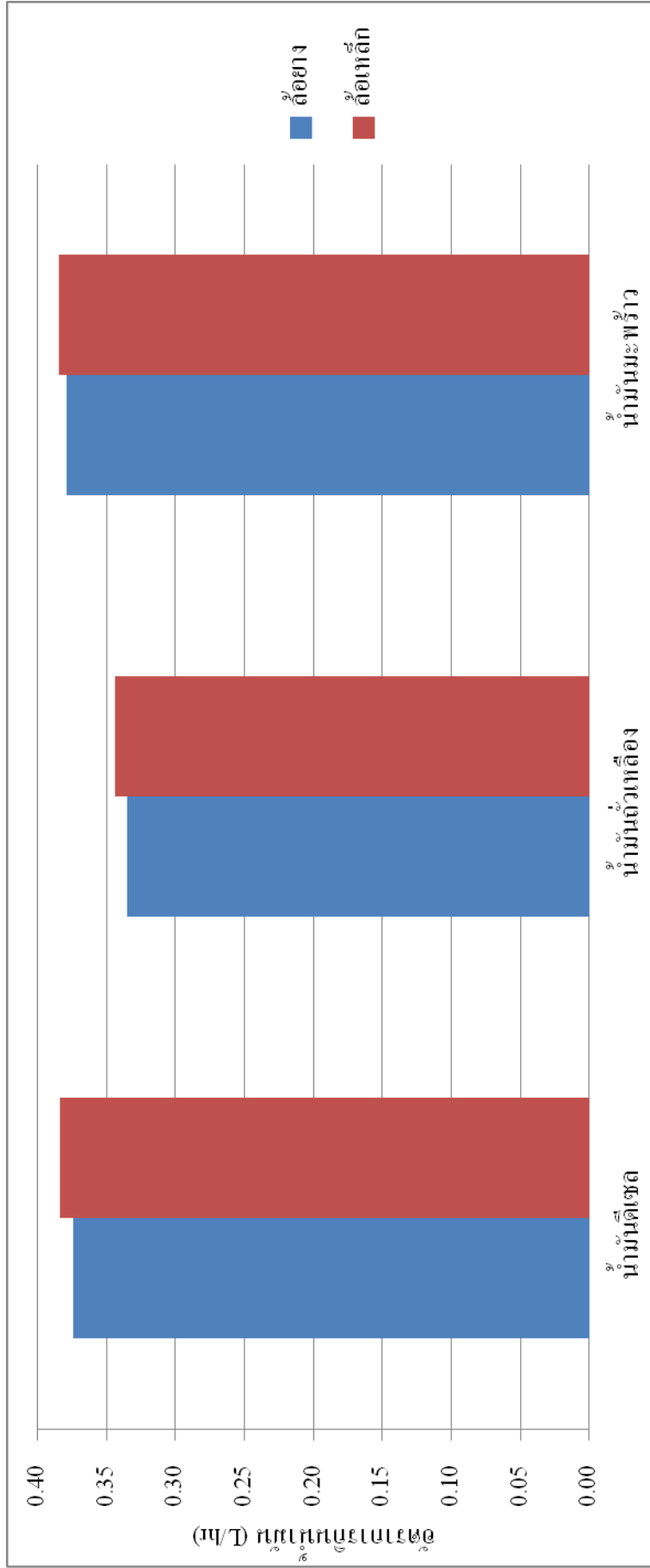
เมื่อใช้น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันถั่วเหลืองเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล

จากภาพที่ 43 อัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีหน่วยเป็นลิตรต่อชั่วโมง ของน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันถั่วเหลืองเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล บนไถเดินตาม โดยล้อของรถไถเดินตามเป็นล้อเหล็ก พบว่า ที่ความเร็วรอบ 1,250 รอบต่อนาที น้ำมันดีเซลมีอัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 23.02 ลิตรต่อชั่วโมง น้ำมันมะพร้าวมีอัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 22.50 ลิตรต่อชั่วโมง น้ำมันถั่วเหลืองมีอัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 19.86 ลิตรต่อชั่วโมง



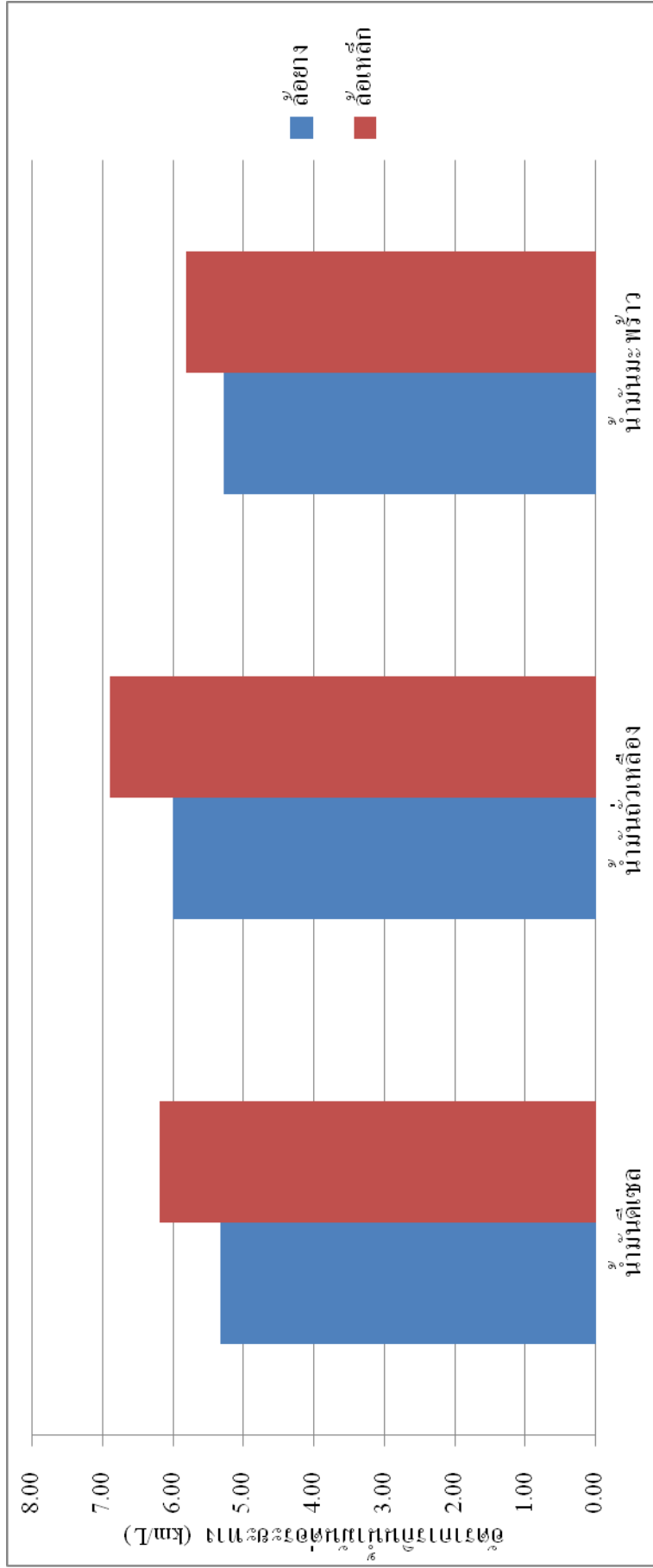
ภาพที่ 44 อัตราการกินน้ำดื่มเพื่อเพลิงต่อระยะทาง (กิโลเมตรต่อลิตร) ของเครื่องยนต์ดีเซลบนรถไถเดินตามเป็นล้อเหล็ก
เมื่อใช้น้ำดื่มบรรจุขวดและน้ำดื่มบรรจุขวดเปรียบเทียบกัน

จากภาพที่ 44 อัตราการกินน้ำดื่มเพื่อเพลิงที่มีหน่วยเป็นลิตรต่อกิโลเมตร ของน้ำดื่มบรรจุขวดและน้ำดื่มบรรจุขวด เปรียบเทียบกันน้ำดื่มบรรจุขวด บนโครงรถไถเดินตาม โดยล้อของรถไถเดินตามเป็นล้อเหล็ก พบว่า ที่ความเร็วรอบ 1,250 รอบต่อนาที น้ำดื่มบรรจุขวดมีอัตราการกินน้ำดื่มเพื่อเพลิงเฉลี่ย 6.18 กิโลเมตรต่อลิตร น้ำดื่มบรรจุขวดมีอัตราการกินน้ำดื่มเพื่อเพลิงเฉลี่ย 5.81 กิโลเมตรต่อลิตร น้ำดื่มบรรจุขวดมีอัตราการกินน้ำดื่มเพื่อเพลิงเฉลี่ย 6.90 กิโลเมตรต่อลิตร



ภาพที่ 45 อัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตรต่อชั่วโมง) ของเครื่องยนต์ดีเซลบนรถไถเดินตาม โดยใช้ น้ำมันดีเซล น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันมะพร้าว

เมื่อใช้รถไถเดินตาม ด้วยอัตราการทำงานน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตรต่อชั่วโมง) ของเครื่องยนต์ดีเซลบนรถไถเดินตาม โดยใช้ น้ำมันดีเซล น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันมะพร้าว เมื่อใช้รถไถเดินตามเป็นตัวอย่าง มีค่าอัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงน้อยกว่าเล็กน้อย คือ 0.01 , 0.01 และ 0.005 ลิตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ



ภาพที่ 46 อัตราการกินน้ำขึ้นเพื่อเพลิงต่อระยะทาง (กิโลเมตรต่อลิตร) ของเครื่องยนต์ดีเซลบนรถไถเดินตาม โดยใช้น้ำมันดีเซล น้ำมันถ้ำเหลืองและน้ำมันมะพร้าว เมื่อใช้รถของรถไถเดินตาม ล้อยางเปรียบเทียบกับล้อเหล็ก

จากภาพที่ 46 แสดงการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง (กิโลเมตรต่อลิตร) ของเครื่องยนต์ดีเซลบนรถไถเดินตาม โดยใช้น้ำมันดีเซล น้ำมันถ้ำเหลือง และน้ำมันมะพร้าวเป็นเชื้อเพลิง เมื่อใช้รถไถเดินตามเป็นล้อเหล็ก มีระยะทางเทียบกับการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง (กิโลเมตรต่อลิตร) มากกว่าล้อยาง คือ 0.862 , 0.900 และ 0.535 กิโลเมตรต่อลิตร ตามลำดับ

การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์**ประเมินราคาอุปกรณ์ในตัดแปลงเครื่องยนต์**

โครงติดตั้งอุปกรณ์ = 150 บาท

ถังน้ำมันพีช = 600 บาท

หม้ออุ่นน้ำมันพีช = 900 บาท

กรองน้ำมันพีช = 350 บาท

สายน้ำมัน = 200 บาท

วาล์วพร้อมข้อต่อขนาด 3/8 นิ้ว = 260 บาท

รวมราคา 2,460 บาท

การหาจุดคุ้มทุน

ราคาน้ำมันดีเซลลิตรละ 30.09 บาท

ราคาน้ำมันถั่วเหลืองลิตรละ 28.46 บาท

ราคาน้ำมันมะพร้าวลิตรละ 48.0375 บาท

ถ้าใช้เครื่องยนต์สูบน้ำวันละ 8 ชั่วโมง โดยอัตราการกินน้ำมันดีเซล 0.38 ลิตรต่อชั่วโมง อัตราการกินน้ำมันถั่วเหลือง 0.34 ลิตรต่อชั่วโมง (ได้นำค่าอัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงจากตารางที่ 18 มาใช้ในการคำนวณ เพราะการสูบน้ำมีการใช้ความเร็วรอบในช่วง 1,200 ถึง 1,500 รอบต่อนาที และภาระงานใกล้เคียงกัน)

ราคาน้ำมัน บาทต่อชั่วโมง

น้ำมันดีเซล $30.09 \times 0.38 = 11.4342$ บาทต่อชั่วโมง

น้ำมันถั่วเหลือง $28.46 \times 0.34 = 9.6764$ บาทต่อชั่วโมง

น้ำมันมะพร้าว $48.0375 \times 0.38 = 18.25$ บาทต่อชั่วโมง

ราคาน้ำมัน บาทต่อวัน

น้ำมันดีเซล $11.4342 \times 8 = 91.47$ บาทต่อวัน

น้ำมันถั่วเหลือง $9.6764 \times 8 = 77.41$ บาทต่อวัน

น้ำมันมะพร้าว $18.25 \times 8 = 146.03$ บาทต่อวัน

การใช้น้ำมันมะพร้าวมีการสิ้นเปลืองมากกว่าการใช้น้ำมันดีเซล ซึ่งไม่คุ้มทุน

ผลกำไร

กำไร = ราคาน้ำมันดีเซล(บาทต่อวัน) - น้ำมันถั่วเหลือง(บาทต่อวัน)

= $91.47 - 77.41$

= 14.06 บาทต่อวัน

ระยะเวลาคืนทุน (วัน)

ระยะเวลา = ต้นทุน / กำไร

= $2,460 \text{ บาท} / 14.06 \text{ บาทต่อวัน}$

= 174.96 วัน (วันที่ใช้งาน)

วิจารณ์การทดลอง

การทดสอบบนแท่น Dynamometer เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันถั่วเหลืองเป็นเชื้อเพลิงให้กำลังมากกว่า น้ำมันดีเซล เพราะน้ำมันดีเซลมีค่าความร้อน 46.80 MJ/kg มีค่าความถ่วงจำเพาะ 0.845 ถั่วเหลืองมีค่าความร้อน 39.35 MJ/kg มีค่าความถ่วงจำเพาะ 0.918 น้ำมันถั่วเหลืองมีค่าความถ่วงจำเพาะมากกว่า จึงส่งผลเมื่อปริมาตรน้ำมันเท่ากันจะมีน้ำหนักมากกว่า และมีอัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่า จึงให้กำลังและแรงบิดมากกว่าน้ำมันดีเซล ส่วนน้ำมันมะพร้าวมีค่าร้อนน้อยกว่า คือ 37.54 MJ/kg จึงให้กำลังและแรงบิดน้อยสุด และทำให้เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันถั่วเหลืองมีอุณหภูมิดันทางท่อไอเสียมากที่สุดด้วย

การทดสอบบนรถไถเดินตาม เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันถั่วเหลืองเป็นเชื้อเพลิงมีอัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงน้อยที่สุด เพราะ น้ำมันถั่วเหลืองมีค่าความถ่วงจำเพาะมากกว่า ส่งผลให้ปริมาตรน้ำมันเท่ากันจะมีน้ำหนักมากกว่า เมื่อตั้งความเร็วรอบและภาระงานเท่ากัน ทำให้น้ำมันถั่วเหลืองมีอัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงในหน่วยลิตรต่อชั่วโมงน้อยที่สุด รถไถเดินตามที่เป็นล้อเหล็กมีอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตรต่อชั่วโมง) มากกว่ารถไถเดินตามที่เป็นล้อยาง เพราะ ล้อเหล็กมีแรงเสียดทานมากกว่าล้อยาง จึงต้องใช้กำลังในการหมุนล้อมากกว่า และรถไถเดินตามที่เป็นล้อเหล็ก มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง (กิโลเมตรต่อลิตร) มากกว่ารถไถเดินตามที่เป็นล้อยาง เพราะ ล้อเหล็กมีเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่าล้อยาง จึงทำให้ได้ระยะทางมากกว่า

การทดสอบน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันถั่วเหลืองกับเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวนี้ ได้ทำการซื้อน้ำมันถั่วเหลืองในช่วงที่ราคาน้ำมันพืชยังไม่สูงขึ้น แต่ซื้อน้ำมันมะพร้าวภายหลังที่น้ำมันพืชปรับราคาสูงขึ้น(มะพร้าวขาดตลาด) จึงได้นำน้ำมันมะพร้าวที่มีราคาสูงกว่าน้ำมันดีเซลมาก มาทำการทดสอบกับเครื่องยนต์ จึงส่งผลให้หาจุดคุ้มทุนไม่ได้

สรุปและเสนอแนะ

การทดสอบเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดี่ยวที่ใช้น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันถั่วเหลืองเป็นเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลบนแท่น Dynamometer เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล น้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันมะพร้าว ให้กำลัง คือ 8.92 , 9.34 และ 8.92 กิโลวัตต์ ตามลำดับ และให้แรงบิด คือ 40.17 , 40.55 และ 39.24 นิวตันเมตร ตามลำดับ อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ คือ 0.28 , 0.33 และ 0.37 กิโลกรัมต่อชั่วโมงต่อกิโลวัตต์ ตามลำดับ อุณหภูมิต้นทางท่อไอเสียเครื่องยนต์ เท่ากับ 525 , 528 และ 522 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

การทดสอบเครื่องยนต์บนรถไถเดินตาม รถไถที่เป็นล้อยาง มีอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตรต่อชั่วโมง) คือ 0.37 , 0.33 , และ 0.38 ลิตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ และอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง (กิโลเมตรต่อลิตร) คือ 5.32 , 6.00 และ 5.28 กิโลเมตรต่อลิตร ตามลำดับ รถไถที่เป็นล้อเหล็ก เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล น้ำมันถั่วเหลืองและมะพร้าว มีอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตรต่อชั่วโมง) คือ 0.38 , 0.34 , และ 0.38 ลิตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ และอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง (กิโลเมตรต่อลิตร) คือ 6.18 , 6.90 และ 5.81 กิโลเมตรต่อลิตร ตามลำดับ

การดัดแปลงเครื่องยนต์ จะมีต้นทุนประมาณ 2,460 บาท ถ้าใช้น้ำมันถั่วเหลืองเป็นเชื้อเพลิงแล้วใช้เครื่องยนต์สูบน้ำ จะใช้ระยะเวลาคืนทุนประมาณ 175 วัน (วันการใช้งาน)

ข้อเสนอแนะ

1. การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ ควรทำในห้องควบคุม ที่สามารถควบคุมสภาพบรรยากาศให้คงที่ ระยะทางและระยะเวลา ที่ยาวนานกว่านี้
2. เพิ่มระยะทางและระยะเวลาในการทดสอบ เพื่อประเมินสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล ในช่วงที่กว้างขึ้น
3. การใช้น้ำมันพืชเป็นเชื้อเพลิงนั้นควรลดความหนืดของน้ำมันพืชและใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลรอบต่ำ ที่ความเร็วคงที่ ไม่มีอัตราเร่ง
4. เมื่อเดินเครื่องยนต์ด้วยน้ำมันพืชแล้วควรกลับมาเดินเครื่องยนต์ด้วยน้ำมันดีเซลอีกครั้งเพื่อล้าง ยางกำ ออกจากระบบเผาไหม้ของเครื่องยนต์
5. ควรทดสอบเครื่องยนต์กับงานหลาย ๆ ประเภท เพื่อทราบอัตราการกินน้ำมันจริง เพื่อใช้คำนวณหาจุดคุ้มทุนของงานหลาย ๆ ประเภท

เอกสารอ้างอิง

กรมธุรกิจพลังงาน. 2553. **กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล**. ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน ณ วันที่ 15 มกราคม 2553 แหล่งที่มา :

http://www.caltex.com/th/th/documents/2_%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A8%E0%B8%A5%E0%B8%B1%E0%B8%81%E0%B8%A9%E0%B8%93%E0%B8%B0%E0%B8%94%E0%B8%B5%E0%B9%80%E0%B8%8B%E0%B8%A5%E0%B8%9B%E0%B8%B5_53.pdf , 15 สิงหาคม 2553.

กระทรวงพลังงาน. 2551. **รู้เฟื่องเรื่องพลังงาน**. แหล่งที่มา: <http://www.energy.go.th/>, 13 กันยายน 2551.

กระทรวงสาธารณสุข. 2524. **น้ำมันมะพร้าว**. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 57. แหล่งที่มา :

www.fda.moph.go.th/fda-net/html/product/food/ntfmoph/ntf057.html, 14 กรกฎาคม 2553.

กองเกษตรวิศวกรรม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ . 2550. **ของดีที่มีมานานแล้ว**. แหล่งที่มา :

www.oknation.net/blog/print.php?id=138676 , 2 กรกฎาคม 2553.

กานดา แสนมณี(สาธวงษ์). 2553. **วิธีทำน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น 100% แบบ ธรรมชาติ**. แหล่งที่มา :

<http://gotoknow.org/blog/kanda01/296587>, 19 กันยายน 2553.

คงเดช พะสีนาม และ วีรชัย อาจหาญ. 2553. **การศึกษาสมรรถนะและการสึกหรบของเครื่องยนต์**

ดีเซลเมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลผสม. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 11 ประจำปี 2553 วันที่ 6-7 พฤษภาคม 2553 หน้า 333-338.

ทวิช จิตสมบุญ. 2544. **โอกาสและปัญหาจากการใช้น้ำมันพืชแทนน้ำมันดีเซลในประเทศไทย**.

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 15 ประจำปี 2544 วันที่ 28-30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2544 จังหวัดกรุงเทพมหานคร.

ธนศิษฐ์ วงศ์ศิริอำนวย. 2545. **ผลของอุณหภูมิน้ำมันพืชต่อสมรรถนะและสารปลดปล่อยในเครื่องยนต์**

ดีเซล. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะ

วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. แหล่งที่มา : <http://www.library.uru.ac.th/dbresearch/images/cmu-2545-thanasit.html>, 4 กรกฎาคม 2553.

เบญจพร ช่วยชูวงศ์ , ปวีณา ชาญสมัย , สุธีมนต์ แสนเพ็งเคน. 2549. **การทดสอบประสิทธิภาพน้ำมันไบ**

โอดีเซลเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ประสูตร เฉลียวศิลป์. 2548. **พลังงานทางเลือก ใช้น้ำมันมะพร้าวหมักเติมทดแทนน้ำมันดีเซล.**

วารสารเกษตรกรรมธรรมชาติ ฉบับที่ 3 ปี 2548 หน้า 13-15.

พิชัย สราญมย์. 2544. **ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสบู่ดำ.** จากศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร จังหวัด

ชัยนาท (จักรกลเกษตร). แหล่งที่มา : <http://aopdm01.doae.go.th/data/physicnut21.htm>, 14

สิงหาคม 2553.

พิศมัย เจนวนิชปัญญกุล. 2544. **ไบโอดีเซล: พลังงานทางเลือก.** วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่

16 ฉบับที่ 3 ก.ย. – ธ.ค. 2544.

บุญชัย รสเครือ และ อนูเทพ แสงใส. 2552. **การศึกษาเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติของไบโอดีเซลที่ได้จาก**

น้ำมันพืชใช้แล้วในแต่ละสูตรส่วนผสมและทำการทดลองในสภาพการใช้งานจริง. สาขาวิชา

เทคโนโลยีเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

แหล่งที่มา : หนังสือพิมพ์ไทยโพสต์ ฉบับประจำวันศุกร์ที่ 16 มกราคม พ.ศ. 2552.

ลลิตา อัดนโถ. 2548. **การผลิตน้ำมันมะพร้าวบีบเย็นคุณภาพสูง Cold pressed coconut oil**

production. น้ำมันมะพร้าวบีบเย็น สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ปีที่ 20

ฉบับที่ 2 2548 หน้า 67-72.

วุฒินันท์ ทองสุข , อัฐพล อิมโสม , มนต์รี ศรีกิตติศักดิ์ , รักชาติ แสงวงศ์. 2550. **การศึกษาการใช้ น้ำมัน**

ดีเซลปาล์มกับเครื่องยนต์ดีเซลการเกษตร. สาขาวิชาวิศวกรรมยานยนต์ ภาควิชาเครื่องกลและ

ยานยนต์ วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต. แหล่งที่มา : [www.rsu.ac.th/engineer/](http://www.rsu.ac.th/engineer/AE/academic%20present/Palmoil%20in%20engine.doc)

[AE/academic%20present/Palmoil%20in%20engine.doc](http://www.rsu.ac.th/engineer/AE/academic%20present/Palmoil%20in%20engine.doc) , 9 กรกฎาคม 2553.

อนุดร จำลองกุล. 2550. **น้ำมันมะพร้าวดีเซลช่วยลดมลภาวะ.** ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะ

วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. แหล่งที่มา : [www.moe.go.th/moe/th/](http://www.moe.go.th/moe/th/news/detail.php?NewsID=1335&Key=news11)

[news/detail.php?NewsID=1335&Key=news11](http://www.moe.go.th/moe/th/news/detail.php?NewsID=1335&Key=news11), 4 กรกฎาคม 2553.

อัศวพล . 2551. **เครื่องยนต์ดีเซล.** แหล่งที่มา :

<http://www.jobpub.com/articles/showarticle.asp?id=2052>, 17 สิงหาคม 2553.

อาชัย พิทยภาคย์ , นคร ทิพย์วงศ์ และ วสันต์ จอมภักดี. 2003. **การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการ**

สกัดน้ำมันพืชเชิงกลสำหรับใช้ในชุมชนท้องถิ่น. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะ

วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. แหล่งที่มา :

<http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:Rwd98QT7IW>

gJ:office.nu.ac.th/nu_journal/pdf/journal/11(3)9-
20.pdf+%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%
A3%E0%B8%AA%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%94%E0%B8%99%E0%B9%89%E0
%B8%B3%E0%B8%A1%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B8%9E%E0%B8%B7%E0%B8%
8A&hl=th&gl=th&pid=bl&srcid=ADGEESh4wPeEvgtSifiZISEaiaES0nX1MG_IWGWjx_FPOf00
g3PtYdJdRx7jo200bteMIDtHZh6zPH4cYeNwSf3ot1FFpa2RPgnPdiolqruFielBUF1SOlw-cr7R
GmipG7UCylIPXqT4&sig=AHIEtbR6fUBrZnn1gluVV8VPdsHbYH4xrw , 19 กันยายน 2553.

MO Memoir. 2009. **เครื่องยนต์ดีเซล**. แหล่งที่มา : http://tamagozilla.blogspot.com/2009/08/mo-memoir_4543.html, 17 สิงหาคม 2553.

Planenergy. 2008. **อะไรอยู่ในน้ำมันพืช**. แหล่งที่มา : www.planenergy.co.th/node/10, 20 กรกฎาคม 2553.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบและการคำนวณ

ตารางภาคผนวกที่ ก1 การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ วันที่ 26 พ.ย. 53 สถานที่ ศูนย์เครื่องจักรกลเกษตร
 เครื่องยนต์ YANMAR ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง ดีเซล อุณหภูมิกระเปาะแห้ง 28 °C
 อุณหภูมิกระเปาะเปียก 26.5 °C ค่าถพ 0.82 ค่ากดดันบรรยากาศ 733.3 mmHg
 อุณหภูมิน้ำมัน 32 °C เวลาเริ่มต้น 9.00 น. เวลาสิ้นสุด 10.15 น. เขม่าควันดำ 46.6 %

Engine (rpm)				Torque (kg.m)				Temp (°C)				Power (PS)				Fuel Consumption (s / 20 ml)
1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	
Maximum																
2319	2320	2319	2319	0.00	0.00	0.00	0.00	144	143	143	143.33	0.00	0.00	0.00	0.00	102.90
2300	2300	2300	2300	1.05	1.05	1.05	1.05	233	225	226	228.00	3.37	3.37	3.37	3.37	58.86
2177	2176	2177	2177	4.00	4.00	4.00	4.00	524	524	526	524.67	12.16	12.15	12.16	12.16	17.10
2067	2068	2069	2068	4.05	4.05	4.05	4.05	520	521	520	520.33	11.69	11.69	11.70	11.69	17.80
1967	1965	1967	1966	4.10	4.10	4.10	4.10	509	510	509	509.33	11.26	11.25	11.26	11.26	18.60
1843	1841	1844	1843	4.10	4.10	4.10	4.10	501	500	501	500.67	10.55	10.54	10.56	10.55	19.84
1679	1680	1680	1680	4.10	4.10	4.10	4.10	484	483	483	483.33	9.61	9.62	9.62	9.62	22.15
1597	1599	1597	1598	4.10	4.10	4.15	4.12	474	474	475	474.33	9.14	9.15	9.25	9.18	23.68
1484	1485	1485	1485	4.10	4.15	4.15	4.13	463	463	462	462.67	8.50	8.60	8.60	8.57	26.10
1411	1411	1410	1411	4.15	4.20	4.15	4.17	457	457	459	457.67	8.18	8.27	8.17	8.21	27.80
1306	1306	1306	1306	4.15	4.15	4.10	4.13	447	447	448	447.33	7.57	7.57	7.48	7.54	30.37
1200	1201	1200	1200	4.10	4.10	4.10	4.10	440	440	445	441.67	6.87	6.88	6.87	6.87	34.10
1105	1105	1105	1105	4.05	4.05	4.05	4.05	426	428	426	426.67	6.25	6.25	6.25	6.25	37.90
1006	1007	1008	1007	3.95	3.95	3.95	3.95	416	416	416	416.00	5.55	5.55	5.56	5.55	41.54

Engine (rpm)				Torque (kg.m)				Temp (°C)				Power (PS)				Fuel Consumption (s / 20 ml)
1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	
Part Loads																
2175	2175	2175	2175	4.00	4.00	4.00	4.00	528	529	528	528.33	12.15	12.15	12.15	12.15	17.69
2245	2245	2245	2245	3.40	3.40	3.40	3.40	487	482	480	483.00	10.66	10.66	10.66	10.66	26.45
2249	2249	2249	2249	3.10	3.10	3.05	3.08	434	433	435	434.00	9.73	9.73	9.58	9.68	29.27
2270	2271	2271	2271	2.00	2.00	2.00	2.00	319	314	312	315.00	6.34	6.34	6.34	6.34	41.75
2288	2288	2289	2288	1.05	1.05	1.00	1.03	236	234	230	233.33	3.35	3.35	3.20	3.30	60.83
2299	2299	2298	2299	0.00	0.00	0.00	0.00	158	157	155	156.67	0.00	0.00	0.00	0.00	110.24

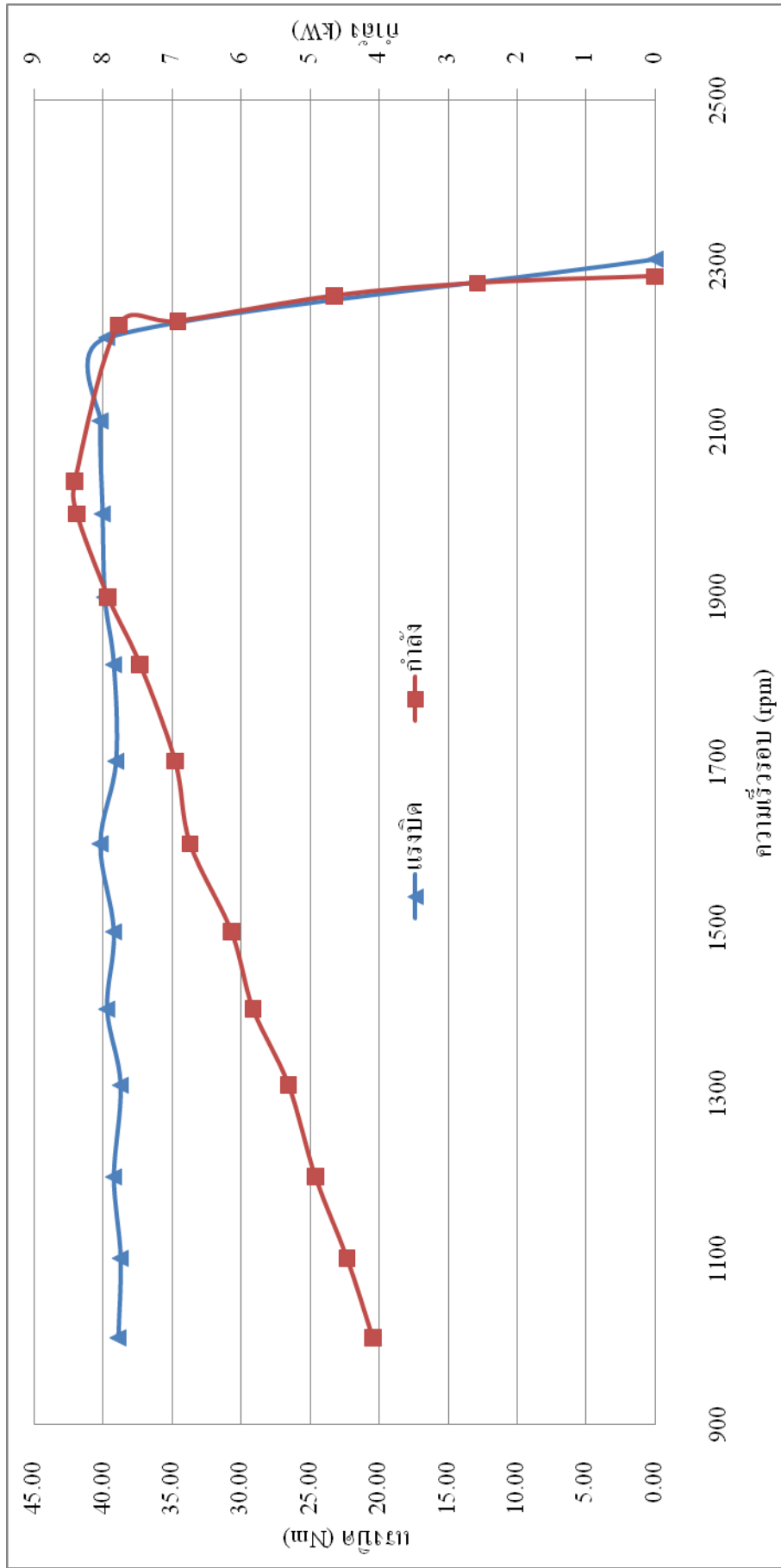


ภาพภาคผนวกที่ ก1 กำลังและแรงบิดของเครื่องปั่น โดยใช้ไม้นวดเส้น (ครั้งที่ 1)

ตารางภาคผนวกที่ ก2 การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ วันที่ 26 พ.ย. 53 สถานที่ ศูนย์เครื่องจักรกลเกษตร
 เครื่องยนต์ YANMAR ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง ดีเซล อุณหภูมิกระเปาะแห้ง 30 °C
 อุณหภูมิกระเปาะเปียก 28 °C ค่าถพ 0.82 ค่ากดดันบรรยากาศ 733.3 mmHg
 อุณหภูมิน้ำมัน 32 °C เวลาเริ่มต้น 10.30 น. เวลาสิ้นสุด 11.15 น. เขม่า 49 %

Engine (rpm)				Torque (kg.m)				Temp (°C)				Power (PS)				Fuel Consumption (s / 20 ml)
1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	
Maximum																
2308	2308	2307	2308	0.00	0.00	0.00	0.00	138	140	140	139.33	0.00	0.00	0.00	0.00	108.49
2213	2213	2213	2213	4.05	4.05	4.05	4.05	518	526	527	523.67	12.51	12.51	12.51	12.51	18.74
2112	2112	2113	2112	4.10	4.10	4.10	4.10	513	512	507	510.67	12.09	12.09	12.10	12.09	17.48
2000	2000	2000	2000	4.10	4.05	4.10	4.08	499	500	503	500.67	11.45	11.31	11.45	11.40	18.45
1899	1900	1899	1899	4.05	4.05	4.10	4.07	494	491	493	492.67	10.74	10.74	10.87	10.78	19.51
1817	1819	1818	1818	4.00	4.00	4.00	4.00	481	482	483	482.00	10.15	10.16	10.15	10.15	21.81
1701	1701	1702	1701	3.95	4.00	4.00	3.98	483	475	473	477.00	9.38	9.50	9.51	9.46	22.20
1600	1602	1603	1602	4.10	4.10	4.10	4.10	466	466	468	466.67	9.16	9.17	9.18	9.17	24.00
1496	1496	1494	1495	4.00	4.00	4.00	4.00	460	456	456	457.33	8.36	8.36	8.34	8.35	25.82
1402	1402	1402	1402	4.05	4.05	4.05	4.05	452	452	451	451.67	7.93	7.93	7.93	7.93	28.28
1310	1309	1311	1310	3.95	3.95	3.95	3.95	440	440	440	440.00	7.22	7.22	7.23	7.22	30.84
1199	1199	1200	1199	4.00	4.00	4.00	4.00	429	434	430	431.00	6.70	6.70	6.70	6.70	34.64
1101	1100	1102	1101	3.95	3.95	3.95	3.95	418	417	417	417.33	6.07	6.07	6.08	6.07	38.46
1005	1005	1005	1005	4.00	3.95	3.95	3.97	407	405	405	405.67	5.61	5.54	5.54	5.57	42.7

Engine (rpm)				Torque (kg.m)				Temp (°C)				Power (PS)				Fuel Consumption (s / 20 ml)
1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	
Past Loads																
2144	2036	2038	2073	4.00	4.00	4.05	4.02	508	504	506	506.00	11.97	11.37	11.52	11.62	18.50
2229	2228	2227	2228	3.40	3.40	3.40	3.40	500	494	487	493.67	10.58	10.58	10.57	10.58	26.90
2233	2233	2232	2233	3.00	3.05	3.00	3.02	428	427	426	427.00	9.35	9.51	9.35	9.40	30.18
2263	2263	2264	2263	2.00	2.00	2.00	2.00	311	308	307	308.67	6.32	6.32	6.32	6.32	43.01
2279	2279	2278	2279	1.10	1.10	1.10	1.10	226	225	226	225.67	3.50	3.50	3.50	3.50	61.54
2287	2287	2287	2287	0.00	0.00	0.00	0.00	152	148	147	149.00	0.00	0.00	0.00	0.00	113.59

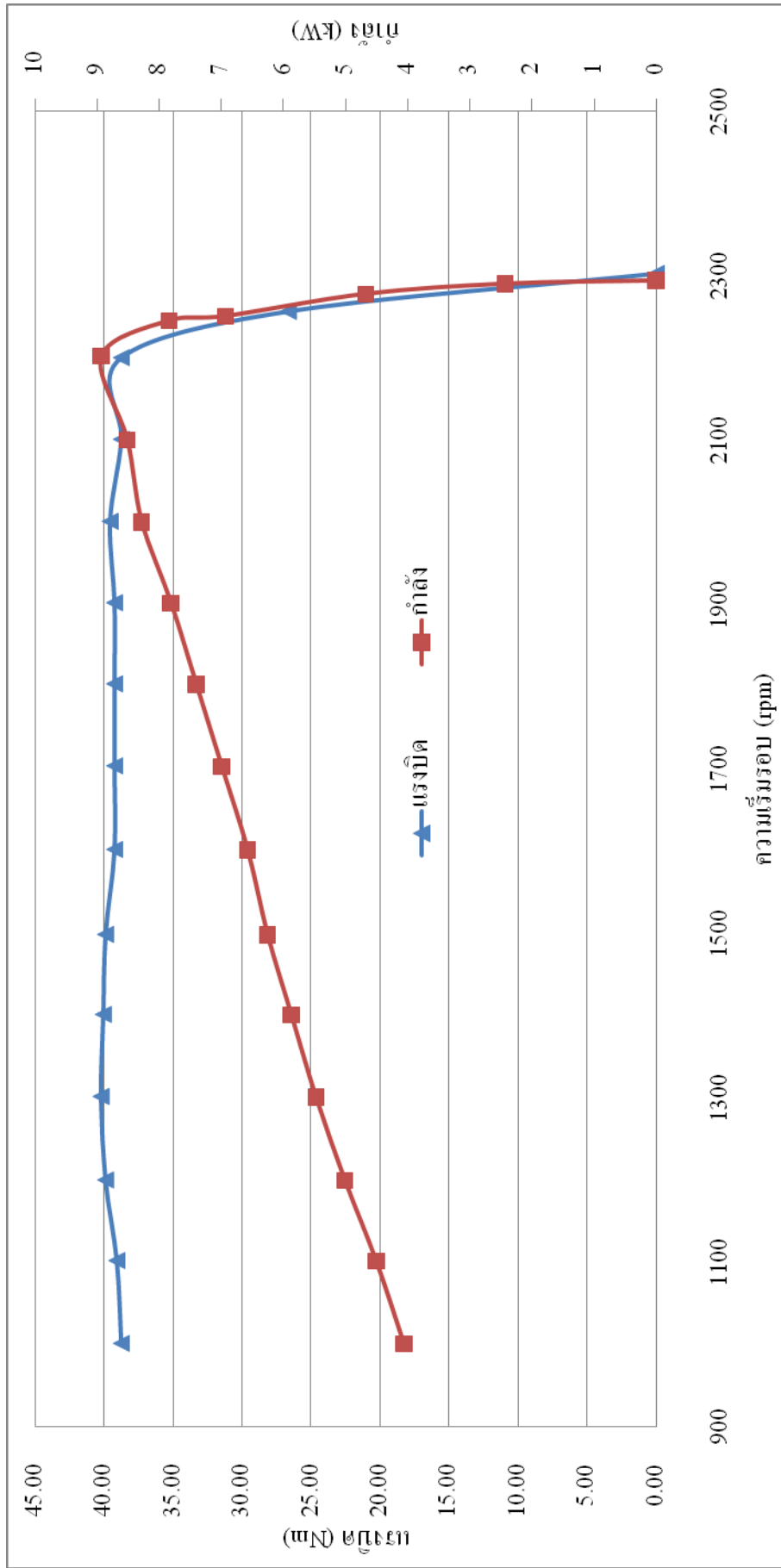


ภาพภาคผนวกที่ ก2 กำลังและแรงบิดของเครื่องยนต์ โดยใช้มันดิสเทล(ครั้งที่ 2)

ตารางภาคผนวกที่ ก3 การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ วันที่ 7 ธ.ค. 53 สถานที่ ศูนย์เครื่องจักรกลเกษตร
 เครื่องยนต์ YANMAR ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง ดีเซล อุณหภูมิกระเปาะแห้ง 28 °C
 อุณหภูมิกระเปาะเปียก 26.5 °C ค่าถพ 0.82 ค่ากดดันบรรยากาศ 733.7 mmHg
 อุณหภูมิน้ำมัน 32 °C เวลาเริ่มต้น 9.00 น. เวลาสิ้นสุด 10.00 น. เขม่าควันดำ 75.8 %

Engine (rpm)				Torque (kg.m)				Temp (°C)				Power (PS)				Fuel Consumption (s / 20 ml)
1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	
Maximum																
2302	2302	2301	2302	0.00	0.00	0.00	0.00	161	154	152	155.67	0.00	0.00	0.00	0.00	106.44
2255	2256	2256	2256	2.65	2.75	2.75	2.72	372	388	396	385.33	8.34	8.66	8.66	8.56	31.70
2199	2200	2199	2199	3.95	3.95	3.95	3.95	544	551	554	549.67	12.13	12.13	12.13	12.13	17.78
2100	2100	2100	2100	3.95	3.95	3.95	3.95	532	533	534	533.00	11.58	11.58	11.58	11.58	17.57
1997	2003	2001	2000	4.00	4.05	4.05	4.03	517	517	513	515.67	11.15	11.33	11.32	11.27	19.00
1901	1901	1902	1901	4.00	4.00	4.00	4.00	501	502	500	501.00	10.62	10.62	10.62	10.62	19.37
1801	1804	1803	1803	4.00	4.00	4.00	4.00	491	494	491	492.00	10.06	10.08	10.07	10.07	20.60
1702	1703	1704	1703	4.00	4.00	4.00	4.00	481	480	479	480.00	9.51	9.51	9.52	9.51	21.90
1600	1602	1602	1601	4.00	4.00	4.00	4.00	475	485	477	479.00	8.94	8.95	8.95	8.94	24.02
1499	1497	1498	1498	4.05	4.05	4.10	4.07	462	465	464	463.67	8.48	8.47	8.58	8.51	25.79
1400	1401	1401	1401	4.10	4.05	4.10	4.08	458	453	458	456.33	8.01	7.92	8.02	7.99	28.25
1300	1300	1303	1301	4.10	4.10	4.10	4.10	444	441	444	443.00	7.44	7.44	7.46	7.45	31.20
1199	1199	1200	1199	4.10	4.10	4.00	4.07	435	432	433	433.33	6.86	6.86	6.70	6.81	34.34
1101	1100	1103	1101	4.00	3.95	4.00	3.98	425	421	422	422.67	6.15	6.07	6.16	6.13	37.87
1003	999	1000	1001	3.95	3.95	3.95	3.95	410	409	410	409.67	5.53	5.51	5.52	5.52	42.44

Engine (rpm)				Torque (kg.m)				Temp (°C)				Power (PS)				Fuel Consumption (s / 20 ml)
1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	
Part Loads																
2201	2202	2203	2202	3.95	3.95	3.95	3.95	534	528	534	532.00	12.14	12.14	12.15	12.14	18.60
2246	2245	2244	2245	3.40	3.40	3.40	3.40	488	488	484	486.67	10.66	10.66	10.65	10.66	26.00
2250	2251	2250	2250	3.00	3.00	3.00	3.00	419	423	422	421.33	9.42	9.43	9.42	9.43	29.95
2277	2278	2277	2277	2.00	2.00	2.00	2.00	316	314	311	313.67	6.36	6.36	6.36	6.36	43.13
2290	2289	2290	2290	1.00	1.10	1.00	1.03	227	226	224	225.67	3.20	3.52	3.20	3.30	63.04
2294	2293	2294	2294	0.00	0.00	0.00	0.00	149	148	147	148.00	0.00	0.00	0.00	0.00	112.23



ภาพภาคผนวกที่ ก3 กำลังและแรงบิดของเครื่องปั่น โดยใช้โปรแกรมดีเทล(ครั้งที่ 3)

ตารางภาคผนวกที่ ก4 การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ วันที่ 9 ธ.ค. 53

สถานที่ ศูนย์เครื่องจักรกลเกษตร

เครื่องยนต์ YANMAR

ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันมะพร้าว

อุณหภูมิกระเปาะแห้ง 27 °C

อุณหภูมิกระเปาะเปียก 24.5 °C

ค่าถพ 0.91

ค่ากดดันบรรยากาศ 733.9 mmHg

อุณหภูมิน้ำมัน 32 °C

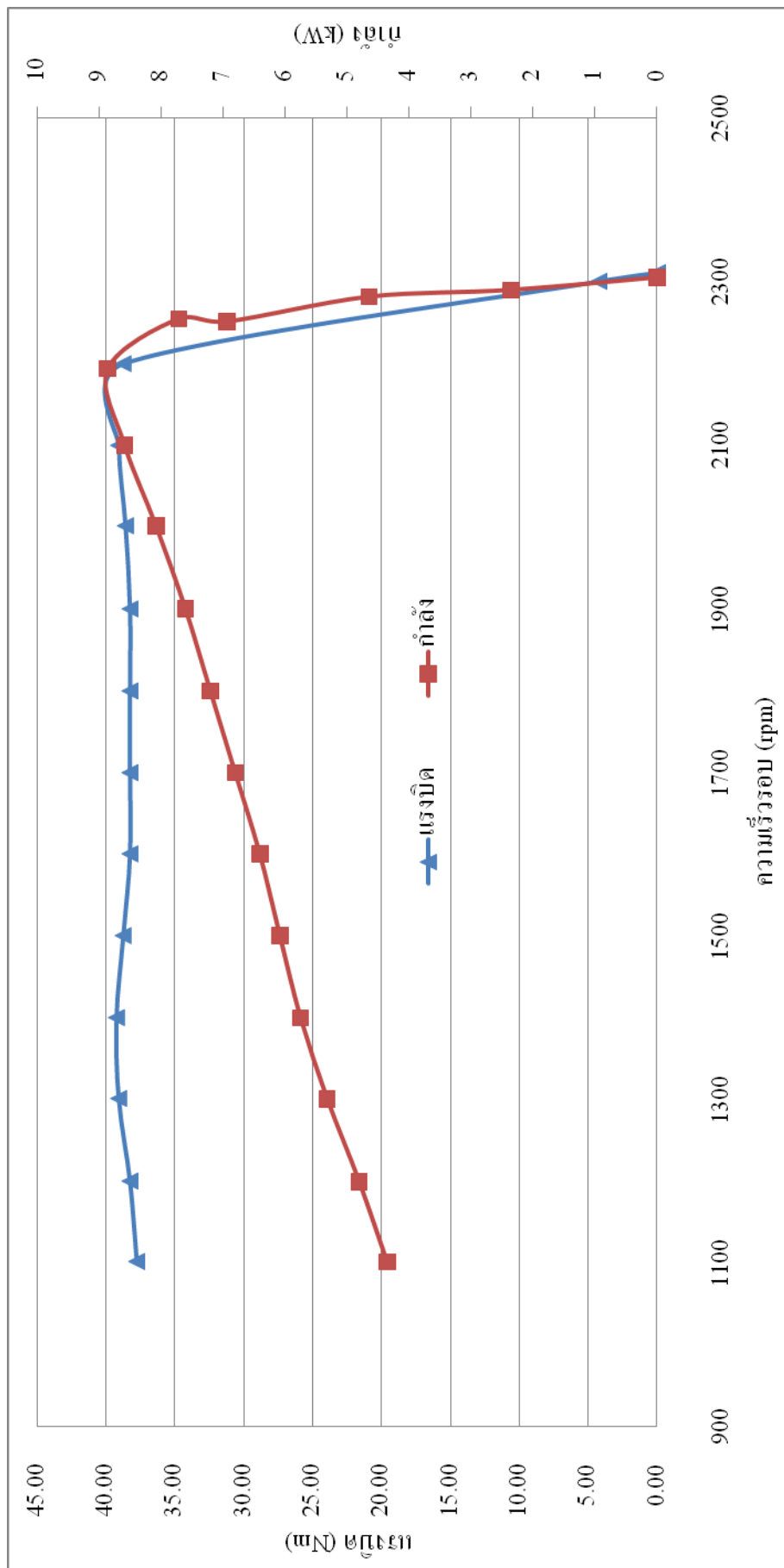
เวลาเริ่มต้น 9.00 น.

เวลาสิ้นสุด 9.45 น.

เขม่าควันดำ 47.3 %

Engine (rpm)				Torque (kg.m)				Temp (°C)				Power (PS)				Fuel Consumption (s / 20 ml)
1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	
Maximum																
2311	2311	2311	2311	0.00	0.00	0.00	0.00	159	160	159	159.33	0.00	0.00	0.00	0.00	84.88
2300	2301	2300	2300	0.40	0.45	0.45	0.43	182	184	185	183.67	1.28	1.45	1.45	1.39	1.06.00
2200	2199	2200	2200	3.95	3.95	3.95	3.95	513	518	520	517.00	12.13	12.13	12.13	12.13	15.55
2099	2100	2100	2100	4.00	4.00	3.95	3.98	519	520	520	519.67	11.72	11.73	11.58	11.68	16.34
2000	2002	2002	2001	3.90	3.95	3.95	3.93	520	518	518	518.67	10.89	11.04	11.04	10.99	17.08
1900	1900	1899	1900	3.90	3.90	3.90	3.90	513	513	514	513.33	10.35	10.35	10.34	10.34	18.00
1800	1799	1799	1799	3.90	3.90	3.90	3.90	503	503	504	503.33	9.80	9.80	9.80	9.80	19.13
1699	1700	1699	1699	3.90	3.90	3.90	3.90	492	492	491	491.67	9.25	9.26	9.25	9.25	20.42
1598	1602	1600	1600	3.90	3.90	3.90	3.90	484	483	483	483.33	8.70	8.72	8.71	8.71	21.84
1502	1499	1499	1500	3.95	3.95	3.95	3.95	473	472	472	472.33	8.28	8.27	8.27	8.27	23.94
1400	1399	1400	1400	4.00	4.00	4.00	4.00	463	461	461	461.67	7.82	7.81	7.82	7.82	25.82
1300	1301	1301	1301	4.00	4.00	3.95	3.98	449	446	447	447.33	7.26	7.27	7.18	7.23	28.22
1200	1199	1200	1200	3.90	3.90	3.90	3.90	432	433	434	433.00	6.53	6.53	6.53	6.53	30.63
1101	1103	1100	1101	3.85	3.85	3.85	3.85	419	419	418	418.67	5.92	5.93	5.91	5.92	33.65
999	1002	1002	1001	3.70	3.70	3.70	3.70	409	406	408	407.67	5.16	5.18	5.18	5.17	37.31

Engine (rpm)				Torque (kg.m)				Temp (°C)				Power (PS)				Fuel Consumption (s / 20 ml)
1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	
Part Loads																
2195	2192	2193	2193	3.95	3.95	3.90	3.93	530	531	532	531.00	12.11	12.09	11.94	12.05	15.87
2257	2255	2251	2254	3.35	3.35	3.30	3.33	501	496	483	493.33	10.56	10.55	10.37	10.49	23.80
2252	2250	2251	2251	3.00	3.00	3.00	3.00	434	435	437	435.33	9.43	9.42	9.43	9.43	25.94
2280	2283	2281	2281	2.00	2.00	1.95	1.98	331	328	324	327.67	6.37	6.38	6.21	6.32	37.56
2290	2289	2290	2290	1.00	1.00	1.00	1.00	247	237	235	239.67	3.20	3.20	3.20	3.20	57.10
2305	2305	2305	2305	0.00	0.00	0.00	0.00	163	162	161	162.00	0.00	0.00	0.00	0.00	94.82

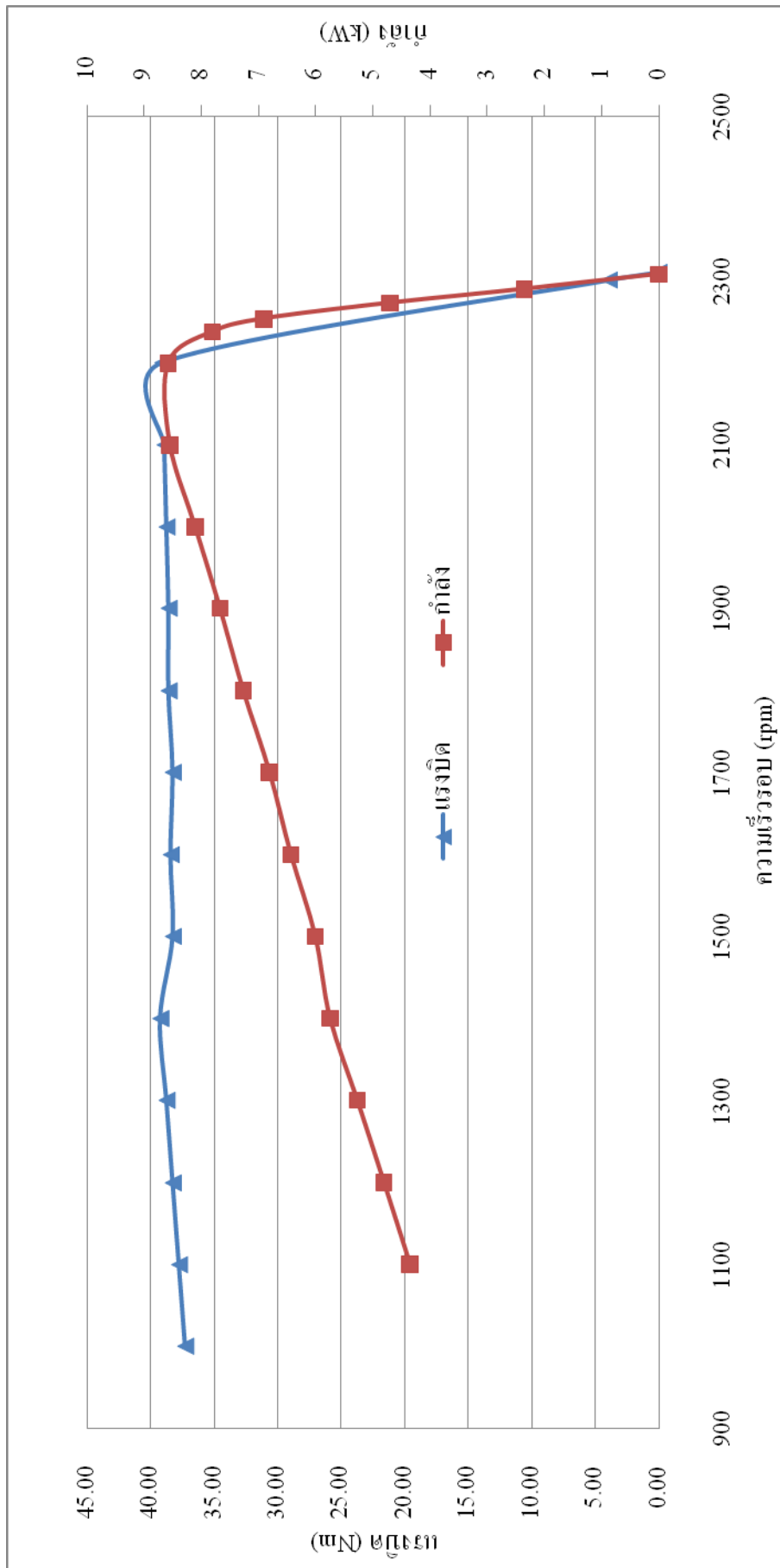


ภาพภาคผนวกที่ ก4 กำลังและแรงบิดของเครื่องยนต์ โดยใช้ปั๊มน้ำมะพร้าว(ครั้งที่ 1)

ตารางภาคผนวกที่ ก5 การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ วันที่ 9 ธ.ค. 53 สถานที่ ศูนย์เครื่องจักรกลเกษตร
 เครื่องยนต์ YANMAR ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันมะพร้าว อุณหภูมิกระเปาะแห้ง 28 °C
 อุณหภูมิกระเปาะเปียก 26 °C ค่าถพ 0.91 ค่ากดดันบรรยากาศ 733.9 mmHg
 อุณหภูมิน้ำมัน 32 °C เวลาเริ่มต้น 9.50 น. เวลาสิ้นสุด 10.25 น. เขม่าควันดำ 48 %

Engine (rpm)				Torque (kg.m)				Temp (°C)				Power (PS)				Fuel Consumption (s / 20 ml)
1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	
Maximum																
2310	2309	2310	2310	0.00	0.00	0.00	0.00	149	149	150	149.33	0.00	0.00	0.00	0.00	93.51
2301	2300	2300	2300	0.40	0.40	0.40	0.40	172	175	174	173.67	1.29	1.28	1.28	1.28	74.44
2200	2199	2200	2200	4.00	3.95	4.00	3.98	496	505	508	503.00	12.29	12.13	12.29	12.23	16.04
2100	2099	2099	2099	4.00	3.95	3.95	3.97	507	509	512	509.33	11.73	11.58	11.58	11.63	16.47
1999	2000	1999	1999	3.95	3.95	3.95	3.95	508	509	508	508.33	11.02	11.03	11.02	11.03	17.30
1900	1901	1900	1900	3.95	3.90	3.95	3.93	502	500	500	500.67	10.48	10.35	10.48	10.44	18.13
1800	1799	1800	1800	3.90	3.95	3.95	3.93	491	492	490	491.00	9.80	9.92	9.93	9.88	19.37
1700	1700	1701	1700	3.90	3.90	3.90	3.90	482	481	480	481.00	9.26	9.26	9.26	9.26	20.60
1600	1599	1601	1600	3.95	3.90	3.90	3.92	473	473	473	473.00	8.82	8.71	8.72	8.75	21.97
1500	1501	1500	1500	3.90	3.90	3.90	3.90	463	464	463	463.33	8.17	8.17	8.17	8.17	23.87
1400	1401	1400	1400	4.00	4.00	4.00	4.00	454	453	453	453.33	7.82	7.82	7.82	7.82	26.06
1300	1301	1301	1301	3.95	3.95	3.95	3.95	442	440	440	440.67	7.17	7.18	7.18	7.17	28.4
1201	1200	1199	1200	3.90	3.90	3.90	3.90	431	430	428	429.67	6.54	6.53	6.53	6.53	30.65
1100	1102	1099	1100	3.85	3.85	3.85	3.85	417	417	416	416.67	5.91	5.92	5.91	5.91	33.58
1002	999	1002	1001	3.80	3.80	3.80	3.80	405	402	402	403.00	5.32	5.30	5.32	5.31	37.47

Engine (rpm)				Torque (kg.m)				Temp (°C)				Power (PS)				Fuel Consumption (s / 20 ml)
1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	
Part Loads																
2200	2199	2198	2199	3.80	3.80	3.80	3.80	530	531	529	530.00	11.67	11.67	11.66	11.67	15.98
2236	2237	2238	2237	3.40	3.40	3.40	3.40	509	513	514	512.00	10.61	10.62	10.62	10.62	21.91
2254	2253	2252	2253	3.00	3.00	2.95	2.98	438	431	433	434.00	9.44	9.44	9.28	9.38	26.75
2273	2272	2271	2272	2.00	2.00	2.05	2.02	334	333	333	333.33	6.35	6.34	6.50	6.40	26.39
2288	2290	2289	2289	1.00	1.00	1.00	1.00	234	233	233	233.33	3.19	3.20	3.20	3.20	54.18
2307	2307	2308	2307	0.00	0.00	0.00	0.00	165	161	160	162.00	0.00	0.00	0.00	0.00	96.24

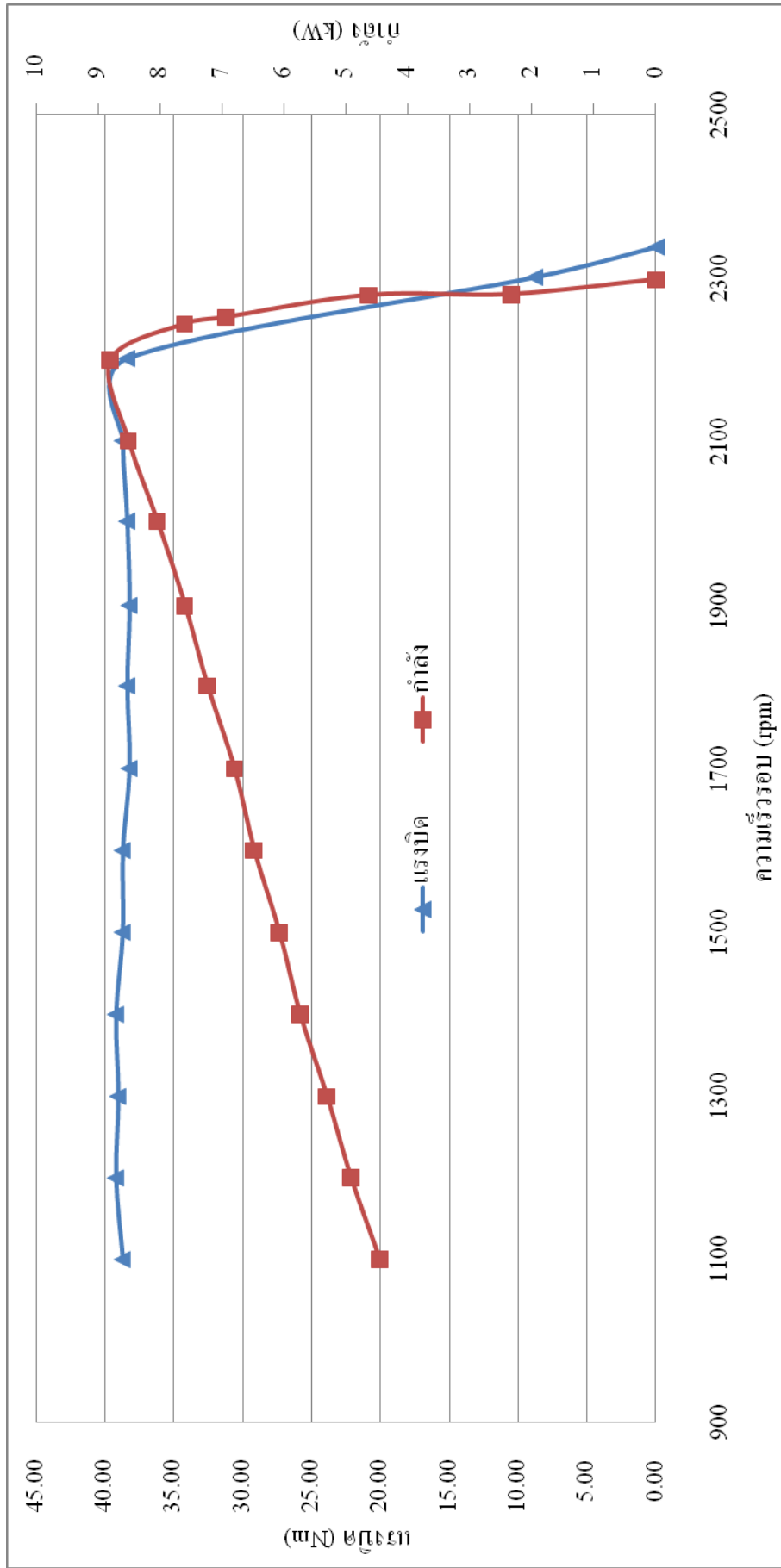


ภาพภาคผนวกที่ ก5 กำลังและแรงบิดของเครื่องยนต์ โดยใช้ไขมันมะพร้าว(ครั้งที่ 2)

ตารางภาคผนวกที่ ก6 การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ วันที่ 10 ธ.ค. 53 สถานที่ ศูนย์เครื่องจักรกลเกษตร
 เครื่องยนต์ YANMAR ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันมะพร้าว อุณหภูมิกระเปาะแห้ง 26.5 °C
 อุณหภูมิกระเปาะเปียก 26 °C ค่าถพ 0.91 ค่ากดดันบรรยากาศ 734.9 mmHg
 อุณหภูมิน้ำมัน 33 °C เวลาเริ่มต้น 9.10 น. เวลาสิ้นสุด 9.45 น. เขม่าควันดำ 47.3 %

Engine (rpm)				Torque (kg.m)				Temp (°C)				Power (PS)				Fuel Consumption (s / 20 ml)
1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	
Maximum																
2338	2338	2336	2337	0.00	0.00	0.00	0.00	168	166	164	166.00	0.00	0.00	0.00	0.00	85.37
2301	2300	2300	2300	0.85	0.90	0.95	0.90	209	214	216	213.00	2.73	2.89	3.05	2.89	53.31
2200	2201	2202	2201	3.90	3.95	3.90	3.92	502	509	512	507.67	11.98	12.14	11.99	12.04	16.00
2101	2100	2100	2100	3.95	3.95	3.95	3.95	510	511	512	511.00	11.59	11.58	11.58	11.58	16.40
2001	2002	2003	2002	3.95	3.90	3.90	3.92	509	507	508	508.00	11.04	10.90	10.91	10.95	17.08
1900	1899	1898	1899	3.90	3.90	3.90	3.90	502	501	501	501.33	10.35	10.34	10.34	10.34	18.04
1801	1800	1801	1801	3.90	3.95	3.90	3.92	492	492	493	492.33	9.81	9.93	9.81	9.85	19.24
1700	1700	1699	1700	3.90	3.90	3.90	3.90	481	483	481	481.67	9.26	9.26	9.25	9.26	20.40
1600	1600	1598	1599	3.95	3.95	3.95	3.95	473	472	472	472.33	8.82	8.82	8.81	8.82	21.87
1500	1499	1499	1499	3.95	3.95	3.95	3.95	463	462	463	462.67	8.27	8.27	8.27	8.27	23.84
1400	1398	1399	1399	4.00	4.00	4.00	4.00	451	452	452	451.67	7.82	7.81	7.81	7.81	25.74
1300	1297	1299	1299	3.95	4.00	4.00	3.98	439	440	439	439.33	7.17	7.24	7.25	7.22	28.07
1200	1198	1199	1199	4.00	4.00	4.00	4.00	427	426	427	426.67	6.70	6.69	6.70	6.70	30.40
1100	1099	1099	1099	3.95	3.95	3.95	3.95	414	414	414	414.00	6.07	6.06	6.06	6.06	33.30
1000	998	1001	1000	3.90	3.85	3.85	3.87	401	400	399	400.00	5.45	5.36	5.38	5.40	37.00

Engine (rpm)				Torque (kg.m)				Temp (°C)				Power (PS)				Fuel Consumption (s / 20 ml)
1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	
Part Loads																
2200	2200	2199	2200	3.90	3.90	3.90	3.90	522	523	522	522.33	11.98	11.98	11.97	11.98	15.88
2245	2243	2243	2244	3.30	3.30	3.30	3.30	469	471	466	468.67	10.34	10.33	10.33	10.34	24.20
2252	2251	2252	2252	3.00	3.00	3.00	3.00	430	429	429	429.33	9.43	9.43	9.43	9.43	26.23
2279	2279	2278	2279	2.00	2.00	1.95	1.98	317	315	312	314.67	6.36	6.36	6.20	6.31	38.96
2280	2280	2279	2280	1.00	1.00	1.00	1.00	234	232	231	232.33	3.18	3.18	3.18	3.18	56.20
2298	2298	2297	2298	0.00	0.00	0.00	0.00	152	151	151	151.33	0.00	0.00	0.00	0.00	100.40

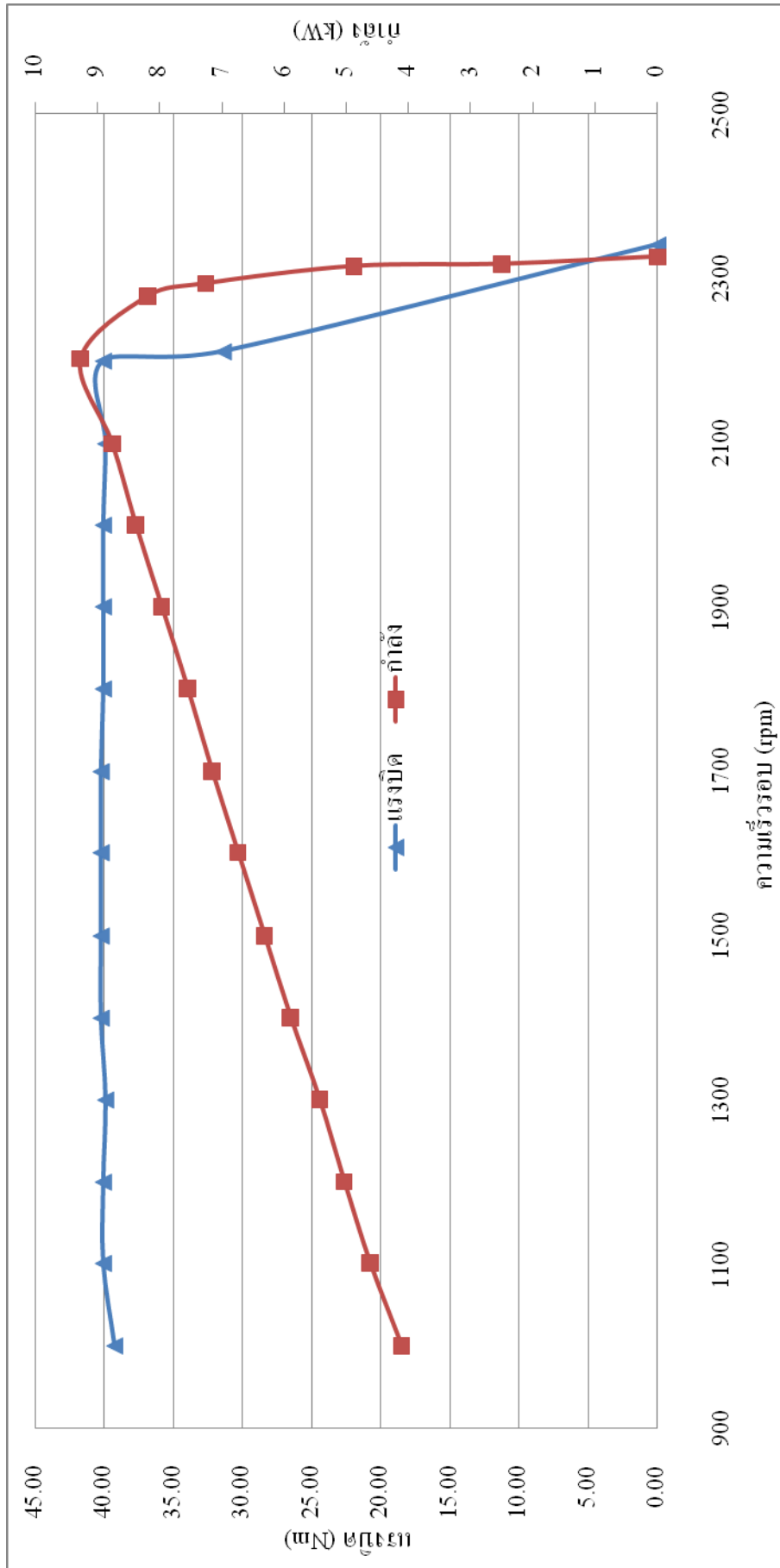


ภาพภาคผนวกที่ ก6 กำลังและแรงบิดของเครื่องต้น โดยใช้น้ำมันมะพร้าว(ครั้งที่ 3)

ตารางภาคผนวกที่ ก7 การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ วันที่ 7 ธ.ค. 53 สถานที่ ศูนย์เครื่องจักรกลเกษตร
 เครื่องยนต์ YANMAR ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันถั่วเหลือง อุณหภูมิกระเปาะแห่ง 29 °C
 อุณหภูมิกระเปาะเปียก 27 °C ค่าถพ 0.91 ค่ากดดันบรรยากาศ 733.5 mmHg
 อุณหภูมิน้ำมัน 34 °C เวลาเริ่มต้น 10.30 น. เวลาสิ้นสุด 11.10 น. เขม่าควันดำ 49 %

Engine (rpm)				Torque (kg.m)				Temp (°C)				Power (PS)				Fuel Consumption (s / 20 ml)
1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	
Maximum																
2340	2341	2341	2341	0.00	0.00	0.00	0.00	140	139	139	139.33	0.00	0.00	0.00	0.00	106.44
2300	2301	2031	2211	3.20	3.20	3.20	3.20	409	414	423	415.33	10.28	10.28	9.07	9.88	25.70
2199	2200	2199	2199	4.05	4.10	4.10	4.08	516	532	522	523.33	12.44	12.59	12.59	12.54	15.56
2099	2099	2098	2099	4.05	4.05	4.10	4.07	520	518	518	518.67	11.87	11.87	12.01	11.92	16.02
2000	1999	2000	2000	4.10	4.05	4.10	4.08	540	540	539	539.67	11.45	11.30	11.45	11.40	20.14
1900	1900	1901	1900	4.10	4.10	4.05	4.08	532	531	529	530.67	10.88	10.88	10.75	10.83	21.13
1800	1801	1800	1800	4.05	4.10	4.10	4.08	498	497	495	496.67	10.18	10.31	10.30	10.26	18.92
1700	1699	1700	1700	4.10	4.10	4.10	4.10	480	480	482	480.67	9.73	9.73	9.73	9.73	20.40
1600	1601	1602	1601	4.10	4.10	4.10	4.10	473	470	475	472.67	9.16	9.17	9.17	9.17	21.64
1500	1499	1500	1500	4.10	4.10	4.10	4.10	462	464	463	463.00	8.59	8.58	8.59	8.59	23.52
1400	1399	1400	1400	4.10	4.10	4.10	4.10	454	450	453	452.33	8.01	8.01	8.01	8.01	25.53
1300	1298	1302	1300	4.10	4.00	4.10	4.07	436	436	436	436.00	7.44	7.25	7.45	7.38	27.65
1200	1201	1199	1200	4.05	4.10	4.10	4.08	421	421	421	421.00	6.79	6.88	6.86	6.84	29.94
1101	1102	1100	1101	4.10	4.10	4.05	4.08	411	409	410	410.00	6.30	6.31	6.22	6.28	33.07
1001	999	1002	1001	4.00	4.00	4.00	4.00	398	398	397	397.67	5.59	5.58	5.60	5.59	36.54

Engine (rpm)				Torque (kg.m)				Temp (°C)				Power (PS)				Fuel Consumption (s / 20 ml)
1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	
Part Loads																
2202	2203	2201	2202	4.10	4.10	4.10	4.10	532	534	536	534.00	12.61	12.61	12.60	12.61	15.90
2280	2279	2275	2278	3.50	3.50	3.50	3.50	508	505	502	505.00	11.14	11.14	11.12	11.13	23.91
2293	2294	2293	2293	3.10	3.10	3.05	3.08	441	440	437	439.33	9.93	9.93	9.76	9.87	26.65
2315	2315	2313	2314	2.05	2.05	2.05	2.05	326	323	321	323.33	6.63	6.63	6.62	6.62	39.75
2316	2317	2318	2317	1.05	1.05	1.05	1.05	233	233	233	233.00	3.40	3.40	3.40	3.40	56.06
2327	2326	2325	2326	0.00	0.00	0.00	0.00	159	155	151	155.00	0.00	0.00	0.00	0.00	112.74

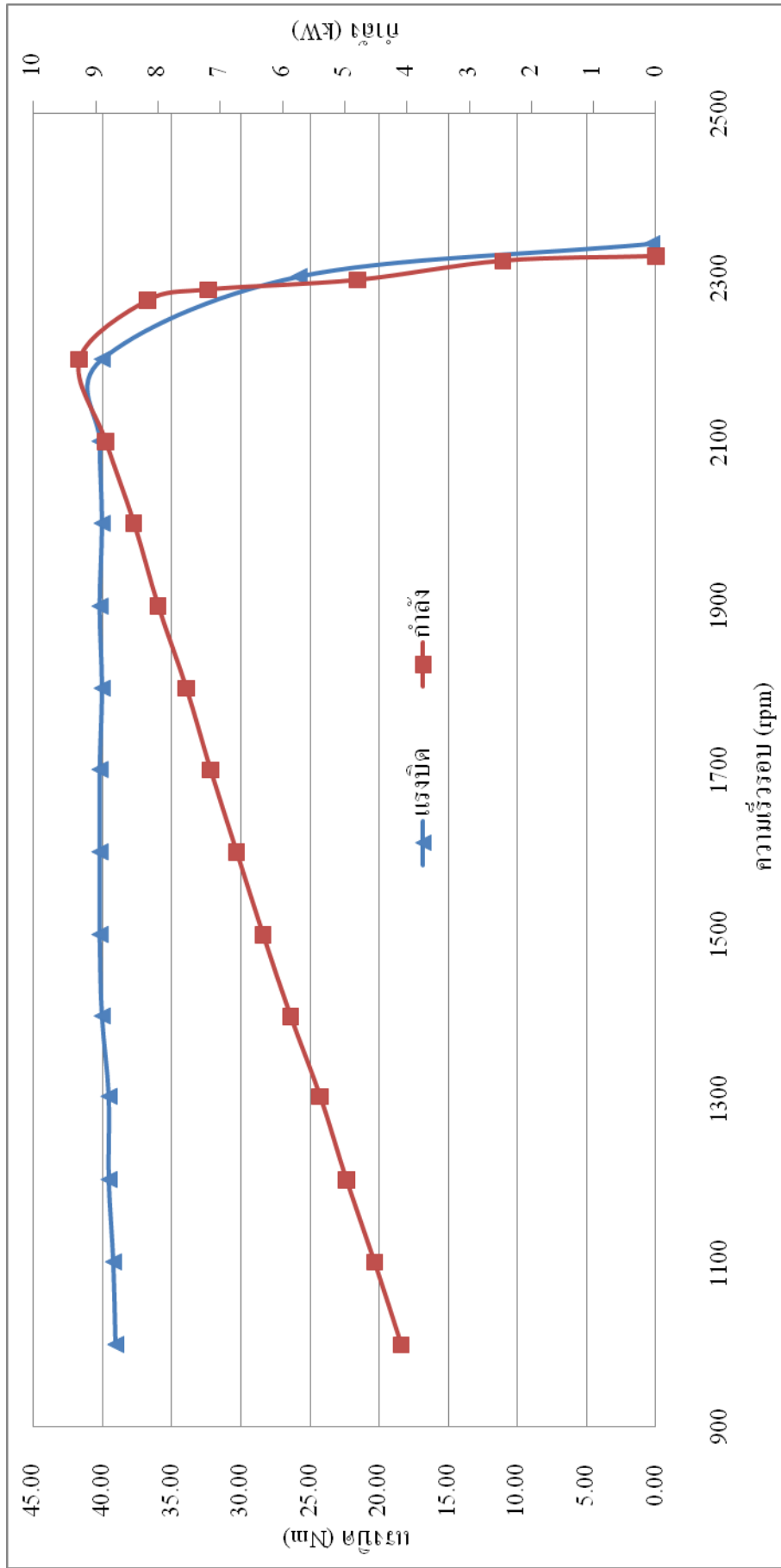


ภาพภาคผนวกที่ ก7 กำลังและแรงบิดของเครื่องยนต์ โดยใช้น้ำมันถั่วเหลือง (ครั้งที่ 1)

ตารางภาคผนวกที่ ก8 การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ วันที่ 8 ธ.ค. 53 สถานที่ ศูนย์เครื่องจักรกลเกษตร
 เครื่องยนต์ YANMAR ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันถั่วเหลือง อุณหภูมิกระเปาะแห่ง 27 °C
 อุณหภูมิกระเปาะเปียก 25 °C ค่าถพ 0.925 ค่ากดดันบรรยากาศ 734.6 mmHg
 อุณหภูมิน้ำมัน 29 °C เวลาเริ่มต้น 9.10 น. เวลาสิ้นสุด 9.50 น. เขม่าควันดำ 71.4 %

Engine (rpm)				Torque (kg.m)				Temp (°C)				Power (PS)				Fuel Consumption (s / 20 ml)
1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	
Maximum																
2341	2341	2341	2341	0.00	0.00	0.10	0.03	155	155	156	155.33	0.00	0.00	0.33	0.11	91.79
2302	2300	2301	2301	2.60	2.65	2.65	2.63	336	348	359	347.67	8.36	8.51	8.51	8.46	30.35
2200	2201	2200	2200	4.10	4.05	4.10	4.08	516	520	526	520.67	12.59	12.45	12.59	12.54	15.70
2102	2100	2099	2100	4.10	4.10	4.10	4.10	520	519	520	519.67	12.03	12.02	12.02	12.02	16.23
2000	2002	1999	2000	4.05	4.10	4.10	4.08	520	508	513	513.67	11.31	11.46	11.44	11.40	17.04
1900	1899	1899	1899	4.10	4.10	4.10	4.10	506	506	510	507.33	10.88	10.87	10.87	10.87	18.03
1800	1799	1799	1799	4.10	4.10	4.05	4.08	498	497	498	497.67	10.30	10.30	10.17	10.26	18.98
1700	1701	1700	1700	4.10	4.10	4.10	4.10	489	489	490	489.33	9.73	9.74	9.73	9.73	20.44
1600	1599	1601	1600	4.10	4.10	4.10	4.10	482	481	481	481.33	9.16	9.15	9.17	9.16	21.67
1500	1499	1499	1499	4.10	4.10	4.10	4.10	469	468	466	467.67	8.59	8.58	8.58	8.58	23.46
1400	1400	1400	1400	4.10	4.05	4.10	4.08	453	455	456	454.67	8.01	7.92	8.01	7.98	25.32
1304	1303	1299	1302	4.05	4.05	4.00	4.03	442	444	444	443.33	7.37	7.37	7.25	7.33	27.41
1199	1201	1202	1201	4.00	4.05	4.05	4.03	430	429	429	429.33	6.70	6.79	6.80	6.76	29.79
1099	1100	1102	1100	4.00	4.00	4.00	4.00	417	417	418	417.33	6.14	6.14	6.15	6.15	32.79
1001	998	1000	1000	4.00	4.00	3.95	3.98	403	399	404	402.00	5.59	5.57	5.52	5.56	36.67

Engine (rpm)				Torque (kg.m)				Temp (°C)				Power (PS)				Fuel Consumption (s / 20 ml)
1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	
Part Loads																
2200	2201	2200	2200	4.10	4.10	4.10	4.10	531	531	532	531.33	12.59	12.60	12.59	12.60	15.58
2273	2272	2271	2272	3.50	3.50	3.50	3.50	497	488	491	492.00	11.11	11.10	11.10	11.10	24.61
2286	2285	2284	2285	3.10	3.05	3.05	3.07	442	432	428	434.00	9.89	9.73	9.73	9.78	27.79
2298	2297	2295	2297	2.05	2.05	2.00	2.03	325	323	316	321.33	6.58	6.57	6.41	6.52	39.80
2320	2319	2321	2320	1.00	1.05	1.05	1.03	232	233	231	232.00	3.24	3.40	3.40	3.35	56.56
2325	2326	2326	2326	0.00	0.00	0.00	0.00	157	157	156	156.67	0.00	0.00	0.00	0.00	105.53

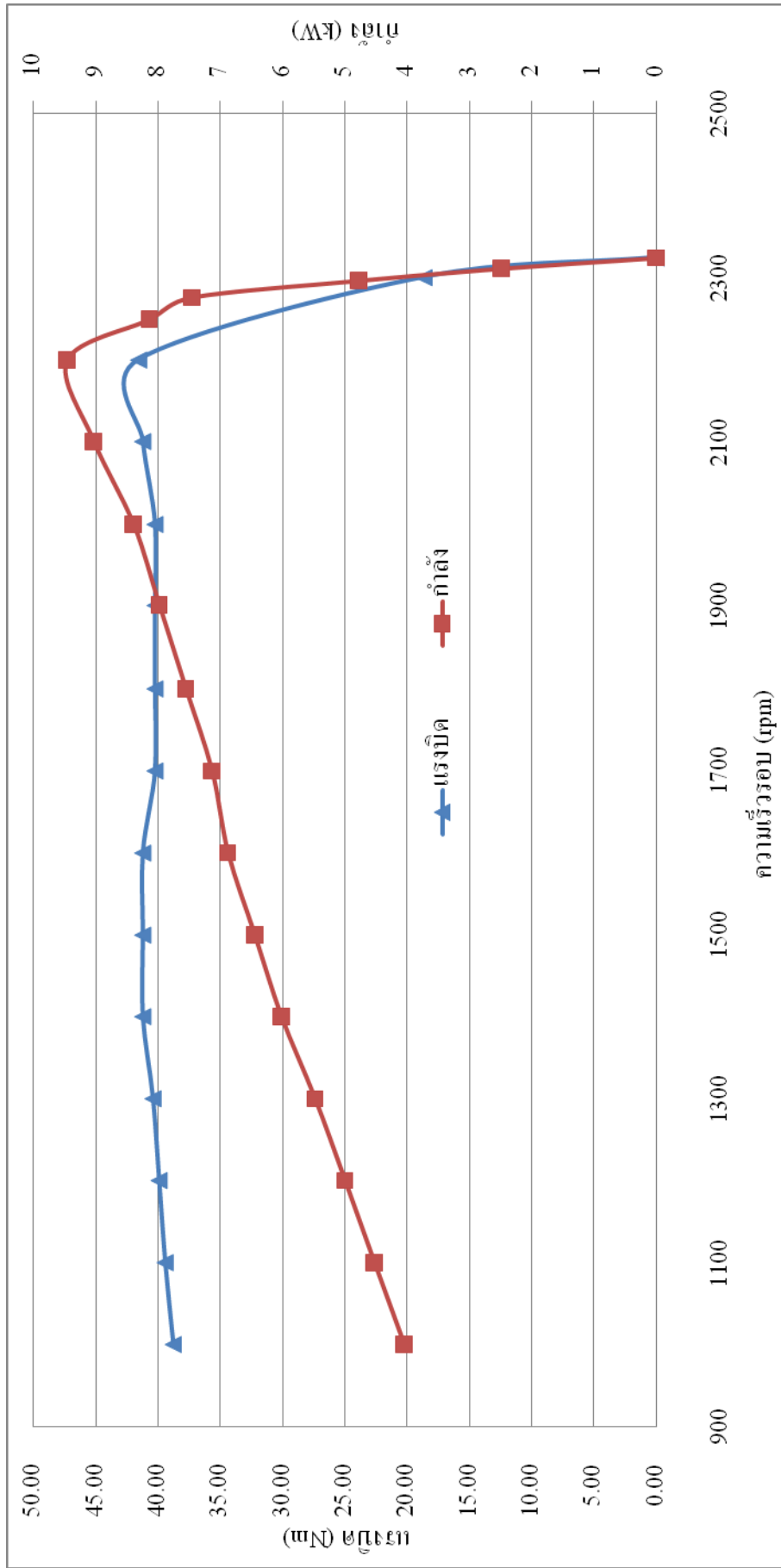


ภาพภาคผนวกที่ ก8 กำลังและแรงบิดของเครื่องที่ใช้ในงานถ่วงเหล็ก (ครั้งที่ 2)

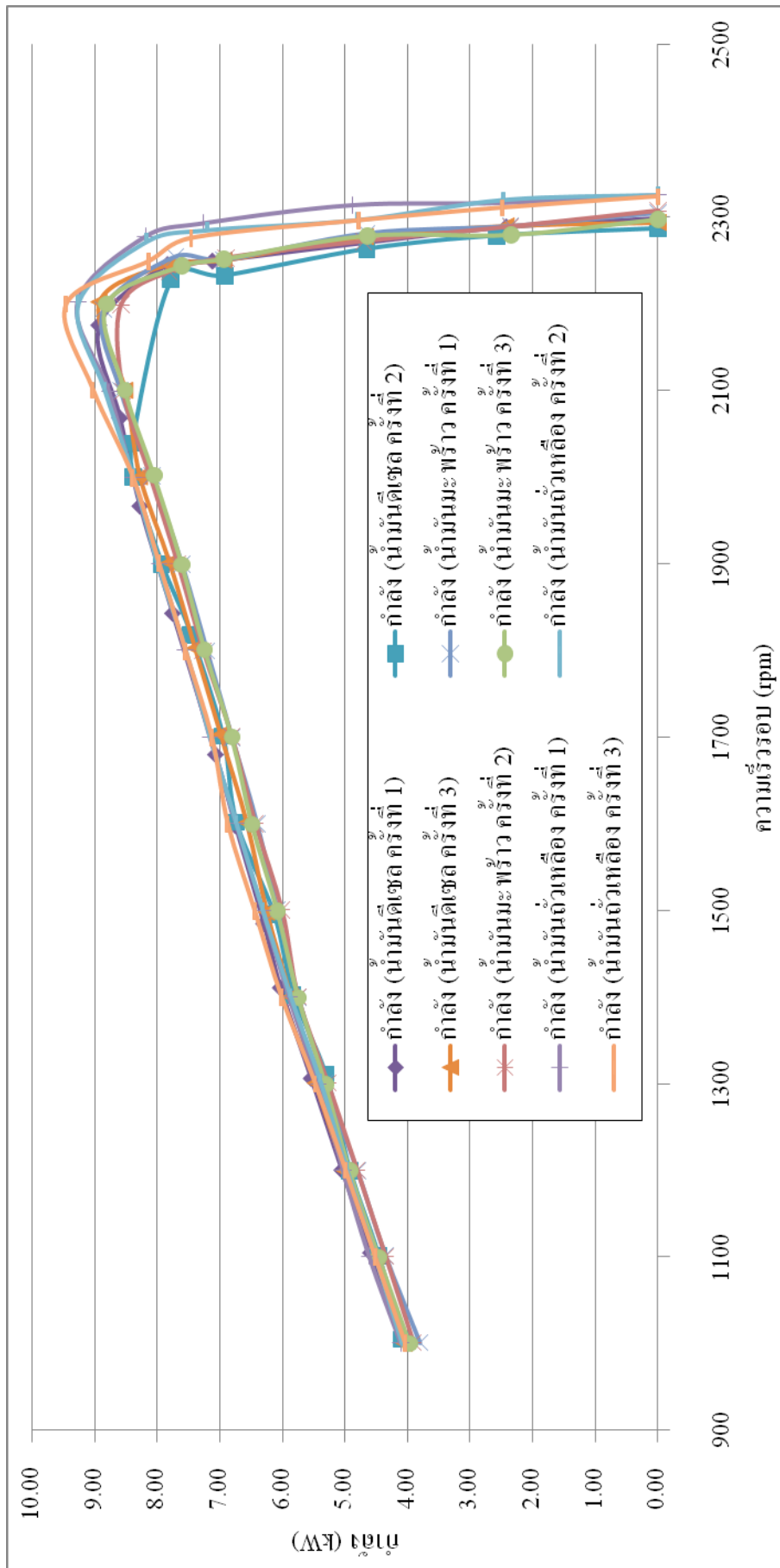
ตารางภาคผนวกที่ ก9 การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ วันที่ 8 ธ.ค. 53 สถานที่ ศูนย์เครื่องจักรกลเกษตร
 เครื่องยนต์ YANMAR ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันถั่วเหลือง อุณหภูมิกระเปาะแห้ง 25 °C
 อุณหภูมิกระเปาะเปียก 25 °C ค่าถพ 0.925 ค่ากดดันบรรยากาศ 734.6 mmHg
 อุณหภูมิน้ำมัน 29 °C เวลาเริ่มต้น 10.00 น. เวลาสิ้นสุด 10.40 น. เขม่าควันดำ 78 %

Engine (rpm)				Torque (kg.m)				Temp (°C)				Power (PS)				Fuel Consumption (s / 20 ml)
1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	
Maximum																
2325	2324	2323	2324	0.00	0.00	0.00	0.00	171	180	175	175.33	0.00	0.00	0.00	0.00	111.79
2300	2301	2299	2300	1.95	1.95	1.80	1.90	283	294	288	288.33	6.26	6.26	5.78	6.10	42.47
2200	2199	2200	2200	4.20	4.25	4.25	4.23	529	529	538	532.00	12.90	13.05	13.06	13.00	15.67
2100	2100	2101	2100	4.20	4.20	4.20	4.20	536	534	535	535.00	12.31	12.31	12.32	12.32	16.25
2000	1999	1999	1999	4.10	4.10	4.10	4.10	520	525	522	522.33	11.45	11.44	11.44	11.45	17.04
1900	1901	1901	1901	4.10	4.10	4.10	4.10	507	507	506	506.67	10.88	10.88	10.88	10.88	17.88
1800	1799	1798	1799	4.10	4.10	4.10	4.10	495	494	494	494.33	10.30	10.30	10.29	10.30	18.90
1699	1700	1698	1699	4.10	4.10	4.10	4.10	482	482	484	482.67	9.73	9.73	9.72	9.73	20.38
1600	1598	1599	1599	4.20	4.20	4.20	4.20	477	475	475	475.67	9.38	9.37	9.38	9.38	21.93
1500	1498	1499	1499	4.20	4.20	4.20	4.20	464	465	464	464.33	8.80	8.78	8.79	8.79	23.48
1399	1400	1400	1400	4.20	4.20	4.20	4.20	454	451	450	451.67	8.20	8.21	8.21	8.21	25.41
1300	1299	1300	1300	4.10	4.10	4.15	4.12	450	442	440	444.00	7.44	7.44	7.53	7.47	27.60
1200	1201	1199	1200	4.05	4.05	4.10	4.07	427	425	425	425.67	6.79	6.79	6.86	6.81	29.83
1101	1099	1100	1100	4.00	4.00	4.05	4.02	413	415	420	416.00	6.15	6.14	6.22	6.17	31.84
1000	1002	999	1000	3.95	3.95	3.95	3.95	496	492	492	493.33	5.52	5.53	5.51	5.52	36.27

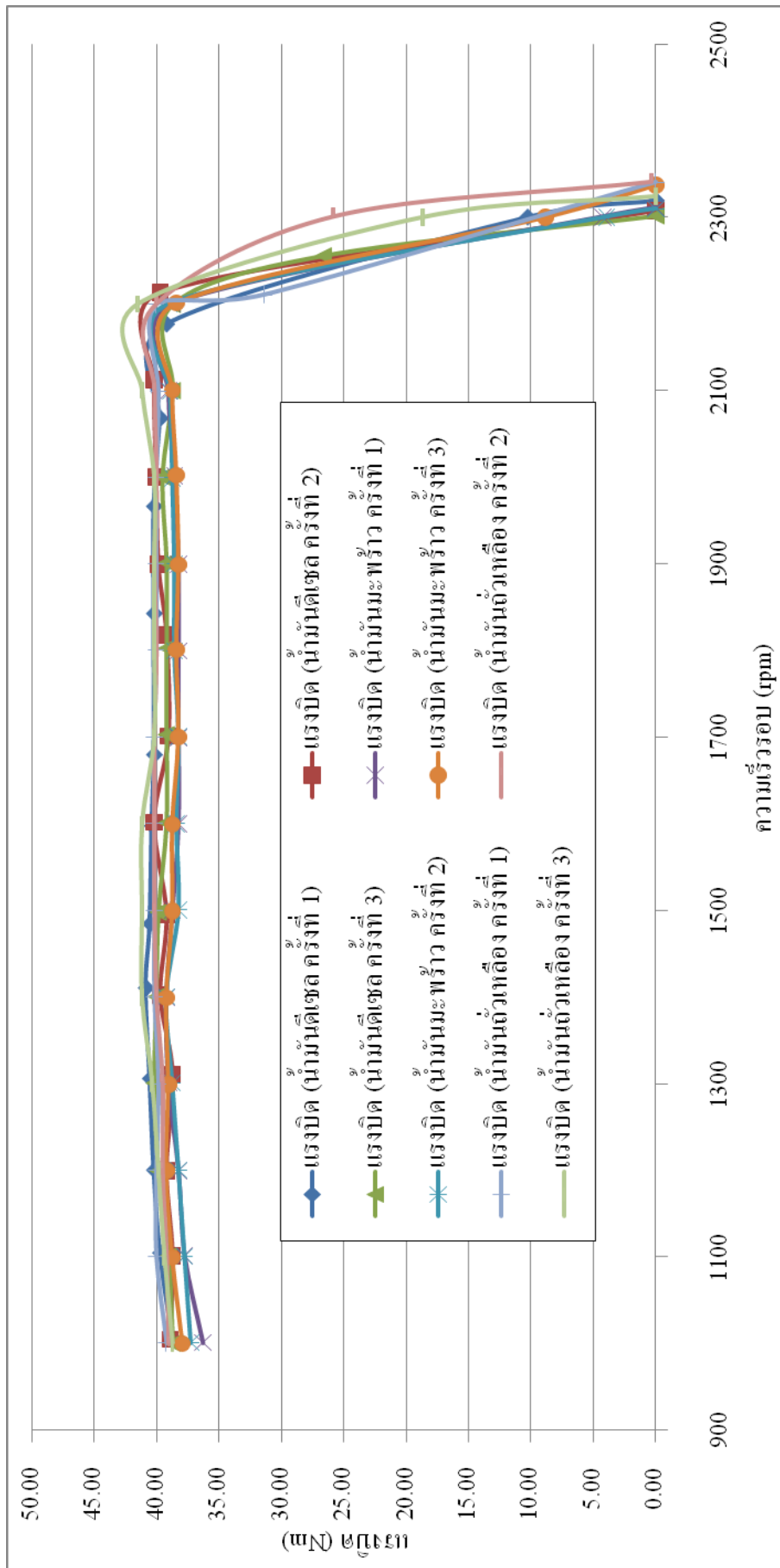
Engine (rpm)				Torque (kg.m)				Temp (°C)				Power (PS)				Fuel Consumption (s / 20 ml)
1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	
Part Loads																
2200	2199	2200	2200	4.20	4.20	4.20	4.20	524	525	530	526.33	12.90	12.90	12.90	12.90	15.69
2248	2249	2250	2249	3.50	3.50	3.60	3.53	537	562	567	555.33	10.99	10.99	11.31	11.10	24.06
2280	2271	2276	2276	3.20	3.20	3.20	3.20	507	473	501	493.67	10.19	10.15	10.17	10.17	28.00
2297	2296	2295	2296	2.10	2.00	2.00	2.03	328	319	319	322.00	6.74	6.41	6.41	6.52	39.73
2311	2310	2311	2311	1.05	1.05	1.05	1.05	243	236	234	237.67	3.39	3.39	3.39	3.39	56.99
2324	2324	2323	2324	0.00	0.00	0.00	0.00	162	159	156	159.00	0.00	0.00	0.00	0.00	110.16



ภาพภาคผนวกที่ ก9 กำลังและแรงบิดของเครื่องที่ใช้ในงานถั่วเหลือง (ครั้งที่ 3)



ภาพภาคผนวกที่ ก10 กำลังของเครื่องยนต์ โดยใช้ นํ้ามันดีเซล นํ้ามันปะพร้าว และ นํ้ามันถั่วเหลือง



ภาพภาคผนวกที่ ก11 แรงบิดของเครื่องยนต์ โดยใช้ นำมันดเซล นำมันมะพร้าว และน้ำมันถั่วเหลือง

ภาคผนวก ข

การตรวจสอบค่ากรด-เบสของน้ำมัน

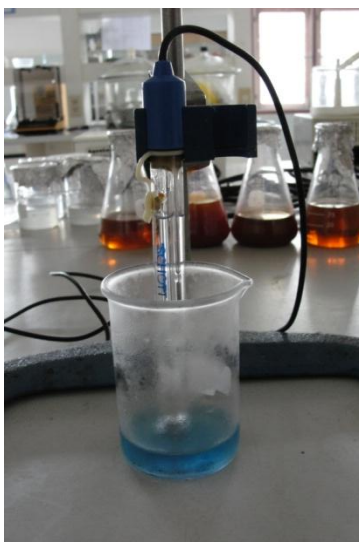
การวัดค่า pH



ภาคผนวกภาพที่ ข1 แสดงเครื่องวัด pH-Meter รุ่น CG 818



ภาคผนวกภาพที่ ข2 แสดงการสอบเทียบ pH = 4



ภาคผนวกภาพที่ ข3 แสดงการสอบเทียบ pH = 7



ภาคผนวกภาพที่ ข4 แสดงการวัดค่า pH