

บทที่ 6

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผล

จากผลการทดสอบส่วนผสมสรุปได้ว่าส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดอยู่ที่ในน้ำมันปาล์มดิบ 10% ซึ่งผ่านการอุ่นให้มีอุณหภูมิ 60°C ผสมกับน้ำมันดีเซล 90% เนื่องจากที่ 60°C เป็นอุณหภูมิที่ไม่สูงเกินไปและเป็นอุณหภูมิต่ำสุดที่ทำให้น้ำมันปาล์มดิบละลายเป็นเนื้อเดียวกันและเป็นส่วนผสมที่พบปริมาณการเกิดไขและตะกอนน้อย

6.1.1 เปรียบเทียบผลระหว่างการใช้ น้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซลกับน้ำมันดีเซลต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ IDI

1. การใช้ น้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซลให้ค่าแรงบิดเบรกสูงสุดในแต่ละความเร็วรอบต่ำกว่าค่าแรงบิดสูงสุดที่ได้จากการใช้น้ำมันดีเซล โดยมีค่าแรงบิดเบรกต่างกันสูงสุด 3.7%
2. ที่สภาวะภาระสูงสุด น้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซลให้อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกที่สูงกว่าค่าที่ได้จากน้ำมันดีเซล ยกเว้นที่ความเร็วรอบ 2,200 รอบต่อนาที พบว่าค่าอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกมีค่าแตกต่างกันน้อยที่สุด ดังนั้นจึงเป็นจุดทำงานที่เหมาะสมอย่างยิ่งต่อการนำมาใช้งาน
3. ที่สภาวะภาระบางส่วนค่าอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกมีค่าที่สูงกว่าค่าที่ได้จากการใช้น้ำมันดีเซลในทุกจุดทดสอบ โดยมีความแตกต่างกัน 0.3%-8%
4. ประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงเบรกจำเพาะที่ได้จากการใช้น้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซลมีค่าใกล้เคียงกับค่าประสิทธิภาพจากการใช้น้ำมันดีเซล โดยในบางจุดทดสอบมีค่าต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพจากการใช้น้ำมันดีเซลเล็กน้อย
5. อุณหภูมิไอเสียที่สภาวะภาระสูงสุดจากการใช้น้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซลมีค่าสูงกว่าค่าจากการใช้น้ำมันดีเซลชัดเจน แต่ไม่พบค่าความแตกต่างที่สภาวะภาระบางส่วน
6. ค่าควันดำจากการใช้น้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซลอ้างอิงมีค่าสูงกว่าค่าควันดำจากการใช้น้ำมันดีเซลอ้างอิงในย่านการทำงานที่แรงบิดเบรกปานกลางถึงแรงบิดเบรกสูงสุด ส่วนย่านการทำงานที่แรงบิดเบรกต่ำกว่าค่าควันดำที่ได้จากการทดสอบมีค่าใกล้เคียงกัน โดยเชื้อเพลิงทั้งสองมีแนวโน้มคล้ายกันคือที่สภาวะภาระบางส่วนค่าควันดำมีค่าเพิ่มขึ้นตามแรงบิดเบรกที่เพิ่มขึ้นและน้อยลงตามความเร็วรอบที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน

6.1.2 เปรียบเทียบผลจากการนำน้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซลมาใช้ในเครื่องยนต์ อย่างต่อเนื่องภายใต้ภาระจำลอง

1. ค่าแรงบิดเบรกลังผ่านการทดสอบความทนทานนาน 320 ชั่วโมง มีค่าลดลงในทุกความเร็วรอบ โดยมีค่าลดลงระหว่าง 0.8-1.8 N-m คิดเป็นเปอร์เซ็นต์อยู่ที่ 1.9% - 5.8%
2. ประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงเบรกลังผ่านการทดสอบความทนทานนาน 320 ชั่วโมงมีค่าลดลง อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกลังผ่านการทดสอบความทนทานนาน 320 ชั่วโมงไม่เห็นความแตกต่างที่ชัดเจนที่ความเร็วปานกลาง และความเร็วสูง แต่ที่ความเร็วต่ำมีค่าที่สูงขึ้นอย่างชัดเจน โดยมีค่าเพิ่มขึ้นระหว่าง 0.5 - 14 g/kW-hr คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างสูงสุด 3.9%
3. อุณหภูมิไอเสียหลังผ่านการทดสอบความทนทานมีค่าสูงขึ้นเล็กน้อย
4. ค่าควันทันระหว่างการทดสอบความทนทานมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตามอายุการใช้งานที่เพิ่มขึ้นและมีค่าที่สูงกว่าค่าควันทันจากเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซล ตลอดการทดสอบความทนทาน 320 ชั่วโมง ค่าควันทันหลังทดสอบความทนทานจากการสุ่มตรวจพบว่าที่ค่าแรงบิดที่สูงทุกความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ทำการทดสอบ มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน และช่วงการทำงานที่ค่าภาระต่ำผลการวัดค่าควันทันที่ได้จะมีค่าไม่แตกต่างกับค่าก่อนการทดสอบความทนทาน
5. หลังผ่านการทดสอบความทนทานที่ 320 ชั่วโมง ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของค่าความดันที่ใช้ในการฉีดเชื้อเพลิง ลักษณะสเปรย์หลังผ่านการทดสอบความทนทานจากเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซลมีมุมของสเปรย์ที่ลดลงซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการเผาไหม้ที่ด้อยลงและปริมาณควันทันที่เพิ่มขึ้น

6.1.3 ผลการวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่น

1. ค่าความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นจากเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซลมีค่าที่สูงกว่าค่าจากเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซลตลอดการทดสอบ และมีค่าเกินค่าระดับการเตือนขั้นวิกฤต ที่หลังชั่วโมงการทำงานของเครื่องยนต์ที่ 200, 210, 310 และ 320 (อายุ น้ำมันหล่อลื่น 100 และ 110 ชั่วโมง)
2. ปริมาณการเกิด ออกซิเดชัน ไนเตรชัน และซัลเฟชัน ในแต่ละอายุการใช้งานน้ำมันหล่อลื่น มีค่าใกล้เคียงกับค่าจากเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซล สรุปได้ว่าการใช้น้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซลไม่พบผลกระทบต่อปฏิกิริยาทางเคมีกับน้ำมันหล่อลื่นที่ชัดเจนนัก จึงอาจกล่าวได้ว่าความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นที่เพิ่มขึ้นมิได้มีสาเหตุหลักมาจากปฏิกิริยาเหล่านี้
3. ปริมาณโลหะเหล็ก โครเมียม ตะกั่ว อลูมิเนียม ทองแดง และซิลิกอน ตกค้างในปริมาณที่สูง

กว่าปริมาณจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลตลอดการทดสอบ

4. เมื่อทำการใช้งานเครื่องยนต์เกินอายุของน้ำมันหล่อลื่น 10 ชั่วโมง (อายุน้ำมันหล่อลื่น 110 ชั่วโมง) พบปริมาณ ตะกั่ว และเหล็ก ที่สูงขึ้นมาก ขณะที่ปริมาณโลหะเหล่านี้ในน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลยังมีแนวโน้มการเพิ่มในอัตราปกติ
5. ผลจากเฟอโรโรแกรมหลังชั่วโมงการทำงานที่ 200 ของน้ำมันหล่อลื่นจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันปาล์มดิบ พบอนุภาคทรงกลมที่เกิดจากการล้าตัว และอนุภาคของการกัดกร่อน ส่วนในเครื่องยนต์ดีเซลพบอนุภาคการสึกหรอแบบปกติเท่านั้น
6. ผลจากเฟอโรโรแกรมหลังชั่วโมงการทำงานที่ 210 ของน้ำมันหล่อลื่นจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันปาล์มดิบ พบอนุภาคทรงกลมที่เกิดจากการล้าตัวในสัดส่วนที่สูงขึ้น และอนุภาคขนาดใหญ่เกิน 200 ไมโครเมตร ของอโลหะซึ่งเกิดจากการล้าตัวและได้รับอนุมูลอิสระที่สูง และพบอนุภาคการสึกหรอแบบขจัดในสัดส่วนที่มาก ส่วนในเครื่องยนต์ดีเซลพบอนุภาคการสึกหรอแบบปกติและอนุภาคของฝุ่น
7. ค่า TBN มีแนวโน้มของการลดลงสูงกว่าค่าที่ได้จากเครื่องยนต์ดีเซล เนื่องจากน้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซลมีค่าความเป็นกรดที่สูงกว่าน้ำมันดีเซล
8. ไม่พบความแตกต่างของปริมาณสารเติมแต่งที่ชัดเจน

6.1.4 ผลกระทบจากการใช้น้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซลต่อชิ้นส่วนภายใน

1. ไม่เห็นความแตกต่างที่ชัดเจนจาก ลูกสูบ, ผนังของห้องเผาไหม้, หลังวาล์วไอดีและไอเสีย และสภาพวาล์วที่ฝาสูบ จากการใช้น้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซลเป็นเวลา 320 ชั่วโมง ซึ่งมีสภาพที่คล้ายกับที่พบในเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล
2. หลังการทดสอบความทนทานพบรอยขีดขูดและคราบการสึกหรอที่แบริงก้านสูบในปริมาณที่มาก ฝาสูบมีคราบเขม่าสีแดงส้มเข้มติดอยู่บริเวณฝาสูบ และหัวฉีดมีก้อนเขม่าขนาดใหญ่ติดอยู่ที่ปลายหัวฉีดและบริเวณรอบส่วนปลายหัวฉีดพบปริมาณเขม่าหนาในปริมาณที่มากอย่างเห็นได้ชัด
3. น้ำหนักแหวนอัด, ลูกสูบและสลักลูกสูบ มีค่าลดลงสูงกว่าเมื่อเทียบกับน้ำหนักชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล
4. ไม่พบความผิดปกติที่เกิดขึ้นภายในชิ้นส่วนปั๊มและหัวฉีด น้ำหนักของชิ้นส่วนปั๊มและหัวฉีดไม่มีการเปลี่ยนแปลงภายหลังจากการทดสอบความทนทาน 320 ชั่วโมง

6.1.5 ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดสอบ

ไม่พบปัญหาที่รุนแรงกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซล ระหว่างการทดสอบ

เครื่องยนต์สามารถเดินเครื่องได้ตามปกติ ไม่พบปัญหาของการสตาร์ทติดยากขณะเครื่องยนต์มีอุณหภูมิต่ำ พบปริมาณตะกอนที่ก้นกระบอกไต้กรองในปริมาณที่มาก ซึ่งสามารถทำความสะอาดและใช้งานไต้กรองเดิมได้ต่อไปจึงไม่พบปัญหาการอุดตันของไต้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงตามอายุการใช้งานของไต้กรอง (100 ชั่วโมง)

เนื่องจากน้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซลมีความหนืดที่สูง เมื่อนำไปใช้งานอาจเกิดความสะดวกต่อผู้ใช้ เช่น คราบไขที่ติดอยู่บริเวณถังน้ำมันเชื้อเพลิงและอุปกรณ์บรรจุน้ำมัน การยากลำบากในการทำความสะอาดคราบของน้ำมันซึ่งล้างออกยากกว่าน้ำมันดีเซล

6.2 ข้อเสนอแนะ

การนำน้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซลมาใช้กับเครื่องยนต์เกษตรขนาดเล็กชนิดห้องเผาไหม้ล่วงหน้า จะต้องกำหนดช่วงการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นให้สั้นลงและทำความสะอาดไต้กรองน้ำมันหล่อลื่นทุกครั้งเมื่อเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่น เพื่อลดอัตราการสึกหรอที่สูงกว่าปกติ และไม่ให้ความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นสูงกว่าค่าระดับการเตือนสิ่งผิดปกติ หรืออาจใช้น้ำมันหล่อลื่นที่มีสารเติมแต่งที่เหมาะสมเพื่อลดความสึกหรอที่อาจเกิดขึ้นมากกว่าปกติ

เนื่องจากน้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซลมีปริมาณตะกอนที่มาก จึงต้องกำหนดระยะเวลาทำความสะอาดไต้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงให้สั้นลง ซึ่งจากการวิจัยไม่พบคราบยางเหนียวที่ไต้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง พบเพียงแต่ปริมาณตะกอนและเศษไฟเบอร์ที่ก้นกระบอกไต้กรอง ซึ่งสามารถทำความสะอาดและใช้งานไต้กรองเดิมได้ต่อไป

เนื่องจากการวิจัยมีงบประมาณที่จำกัดทำให้ระยะเวลาในการทดสอบความทนทานจำกัด ซึ่งในระยะเวลาที่ยาวนานกว่านี้ อาจพบปัญหาอื่นๆ ตามมาซึ่งต้องดำเนินงานวิจัยต่อเนื่องที่ระยะเวลาการทดสอบที่ยาวนานมากขึ้น

6.3 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยต่อเนื่อง

ในส่วนี้จะกล่าวถึงการเสนอแนะและความคิดเห็นต่องานวิจัยที่จะพัฒนาต่อไปซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ควรมีการทดสอบที่ระยะเวลาที่ยาวนานขึ้นเพื่อความชัดเจนของผลกระทบที่เกิดขึ้น
2. ควรมีการศึกษาถึงสารปรุงแต่งของน้ำมันหล่อลื่นที่เหมาะสม ที่สามารถใช้กับเครื่องยนต์ปาล์มดิบผสมดีเซล เพื่อลดอัตราการสึกหรอที่สูง
3. ควรมีการศึกษาถึงสารชะล้าง (Detergent) ที่ใช้ผสมกับน้ำมันปาล์มดิบผสมดีเซลที่เหมาะสม เพื่อช่วยลดคราบเขม่าและตะกอนในห้องเผาไหม้, ฝาสูบและที่ปลายหัวฉีด