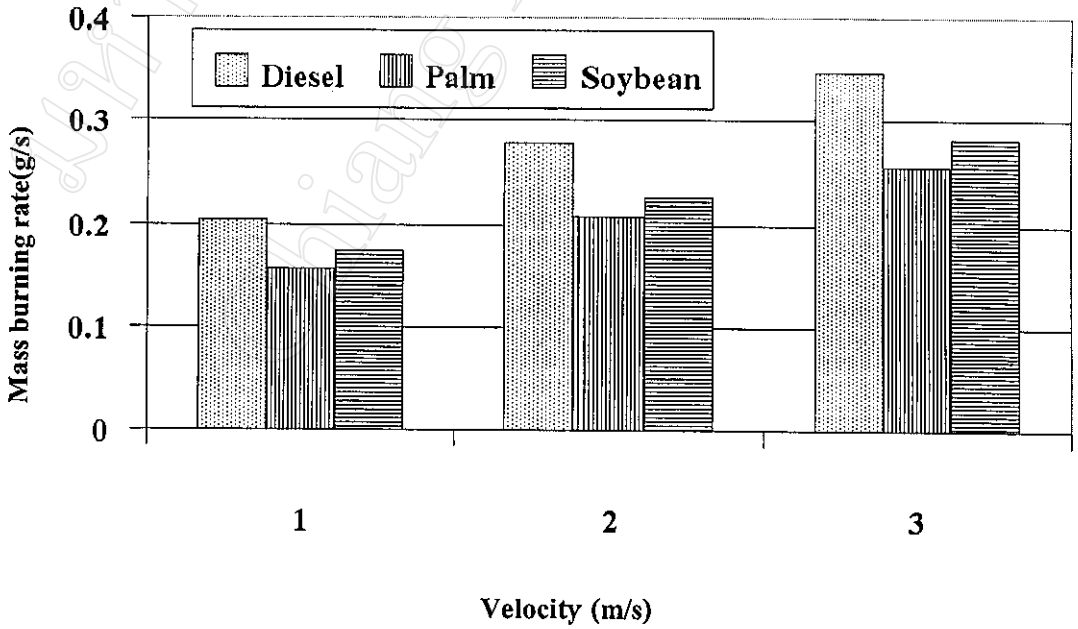
บทที่ 4
ผลการทดลองและวิเคราะห์

4.1 ผลการทดสอบอัตราการเผาไหม้

จากงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการทดสอบหาอัตราการเผาไหม้ของน้ำมันพืชผสมน้ำมันดีเซล โดย สุรชัย จิรชาคริต (2539) ได้เผาทรงกลมที่มีน้ำมันเคลือบบางอยู่ เป็นการทดสอบแบบการพาอิสระ ส่วน บุญฤทธิ์ วิญญูชมภูนาท (2541) ใช้พัดลมเป่าอากาศผ่านทรงกลมที่มีไฟลุกติดอยู่ เป็นการทดสอบแบบการพาบังคับ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะทดสอบเผาทรงกลมภายในอุโมงค์ลม เป็นการทดสอบการพาแบบบังคับที่ควบคุมความเร็วลมที่ผ่านทรงกลมที่ลุกติดไฟอยู่

การทดสอบหาอัตราการเผาไหม้โดยใช้น้ำมันดีเซล น้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลือง เป็นน้ำมันเชื้อเพลิง ที่หน้าตัดทดสอบภายในอุโมงค์ลมจะควบคุมลมให้มีความเร็วประมาณ 1-3 เมตรต่อวินาที ผลการทดสอบการเผาไหม้แสดงดังรูป 4.1



รูป 4.1 ผลของความเร็วลมต่ออัตราการเผาไหม้เปรียบเทียบระหว่างน้ำมันดีเซล น้ำมันปาล์ม และน้ำมันถั่วเหลือง

รูป 4.1 แสดงอัตราการเผาไหม้ของน้ำมันดีเซลที่มีอุณหภูมิประมาณ 35°C น้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลืองที่อุณหภูมิประมาณ 40°C ที่สภาวะบรรยากาศที่มีอุณหภูมิประมาณ 35°C เรียงค่าอัตราการเผาไหม้จากมากไปน้อยได้ตามลำดับดังนี้ น้ำมันดีเซล น้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปาล์ม พบว่าความเร็วของอากาศมีผลทำให้อัตราการเผาไหม้เพิ่มขึ้นและผลต่างของอัตราเผาไหม้ระหว่างน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลืองเทียบกับน้ำมันดีเซลจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วลมสูงขึ้นดังนี้ ที่ความเร็วลม 1 2 และ 3 เมตรต่อวินาที อัตราการเผาไหม้ของน้ำมันปาล์มมีค่าต่ำกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 20%, 21%, 21% น้ำมันถั่วเหลืองต่ำกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 16 %, 16%, 15% เรียงตามลำดับ ผลต่างของอัตราการเผาไหม้น้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลืองเทียบกับน้ำมันดีเซลเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้น

รูป 4.2 แสดงรูปการทดสอบการเผาไหม้ของทรงกลมที่ทดสอบภายในอุโมงค์ลม ที่ความเร็วลม 1-3 เมตรต่อวินาที รูป ก-ค เป็นการเผาไหม้ปกติที่ใช้ทดสอบ ส่วนรูป ง เป็นการเผาไหม้ที่มีปริมาณน้ำมันหนากว่าปกติที่ความเร็วลม 3 เมตรต่อวินาที จากรูป ง เปลวไฟในรูปจะมีขนาดใหญ่กว่ารูป ก-ค เนื่องมาจากปริมาณน้ำมันที่มากเกินจึงทำให้มีเปลวไฟขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับรูป ค

ก. ความเร็วลม 1 เมตรต่อวินาที

ข. ความเร็วลม 2 เมตรต่อวินาที

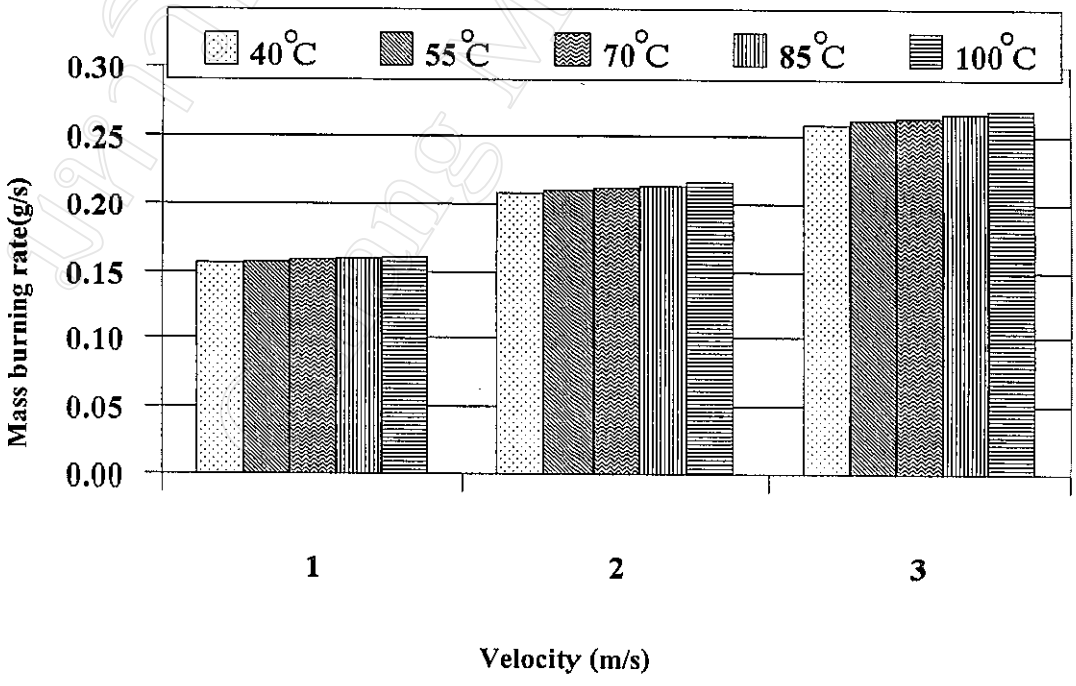
ค. ความเร็วลม 3 เมตรต่อวินาที

ง. ปริมาณน้ำมันที่เผาไหม้มากกว่าปกติ

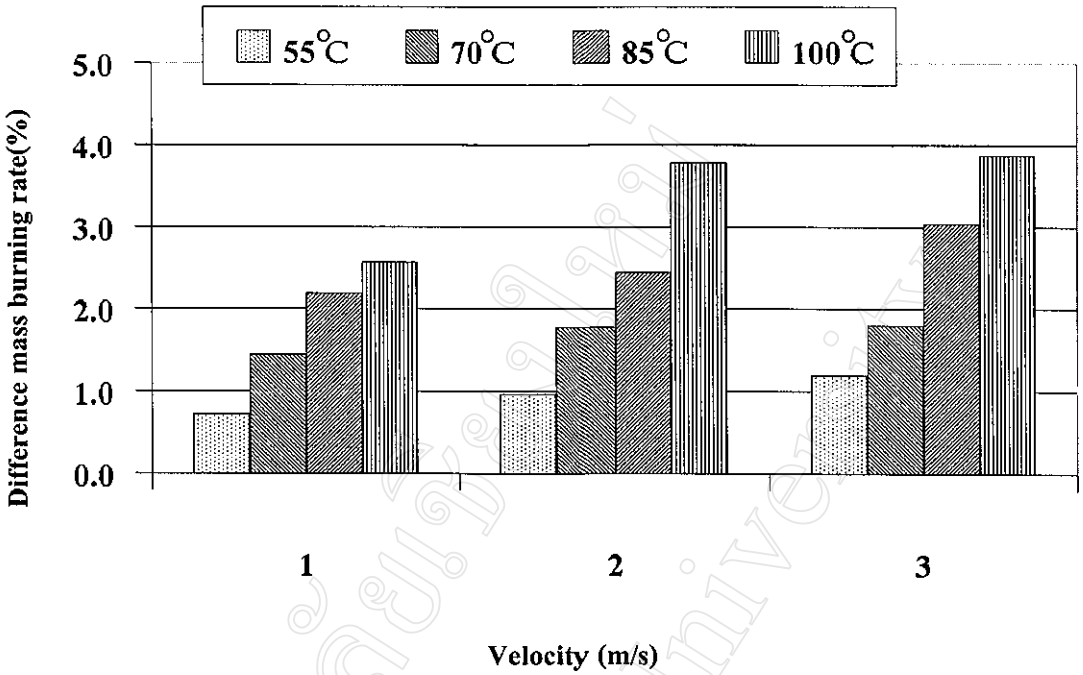
รูป 4.2 รูปของการทดสอบการเผาไหม้ รูป ก-ค สำหรับที่ความเร็วลม 1-3 เมตรต่อวินาที และรูป ง เป็นการเผาไหม้ที่มีปริมาณน้ำมันมากเกินจึงทำให้เกิดเปลวไฟที่มีขนาดใหญ่

4.1.1 อัตราการเผาไหม้ของน้ำมันปาล์ม

น้ำมันปาล์มที่นำมาทดสอบจะให้ความร้อนให้มีอุณหภูมิประมาณ 40 – 100°C เพื่อนำมาทดสอบ ผลการทดลองจะแสดงดังรูป 4.3 ที่แสดงอัตราการเผาไหม้ของน้ำมันปาล์มเทียบกับความเร็วลมที่อุณหภูมิต่างๆ พบว่าเมื่ออุณหภูมิของน้ำมันเพิ่มขึ้นอัตราการเผาไหม้มีการเปลี่ยนแปลงดังรูป 4.4 ที่แสดงผลของอุณหภูมิน้ำมันต่อผลต่างของอัตราการเผาไหม้ จะพบว่าเมื่ออุณหภูมิน้ำมันสูงขึ้นอัตราการเผาไหม้จะมีแนวโน้มมากขึ้น ที่อุณหภูมิประมาณ 55 –100°C จะมีค่าอัตราการเผาไหม้มากกว่าที่อุณหภูมิ 40°C ดังนี้ ที่ ความเร็วลม 1 เมตรต่อวินาที มีค่าต่างกันประมาณ 1 - 3 % ที่ความเร็วลม 2 และ 3 เมตรต่อวินาที มีค่าต่างกันประมาณ 1 - 4 % ที่ความเร็วลมสูงขึ้นอัตราการเผาไหม้จะมีค่าเพิ่มมากขึ้น และทำให้มีผลต่างของอัตราการเผาไหม้เพิ่มมากขึ้นด้วย เนื่องจากน้ำมันปาล์มมีความหนืดมากเมื่อกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 15 เท่าที่อุณหภูมิ 40°C และมีความหนืดมากกว่า 5 เท่าที่อุณหภูมิประมาณ 100°C ดังนั้นเมื่อทดสอบที่ความเร็วสูงขึ้นอัตราการเผาไหม้น้ำมันสูงขึ้นน้ำมันจะต้องไหลเร็วขึ้นแต่น้ำมันปาล์มมีความหนืดต่างกันมากทำให้ที่ความเร็วลมสูงขึ้นน้ำมันปาล์มที่มีอุณหภูมิสูงจะมีความหนืดน้อยกว่าจะไหลได้ดีกว่าน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิต่ำซึ่งจะไหลได้ช้ากว่าทำให้ค่าอัตราการเผาไหม้มีความแตกต่างกันมากขึ้น ที่ความเร็วลมสูง



รูป 4. 3 ผลของความเร็วลมต่ออัตราการเผาไหม้ของน้ำมันปาล์มเปรียบเทียบที่อุณหภูมิต่างๆ

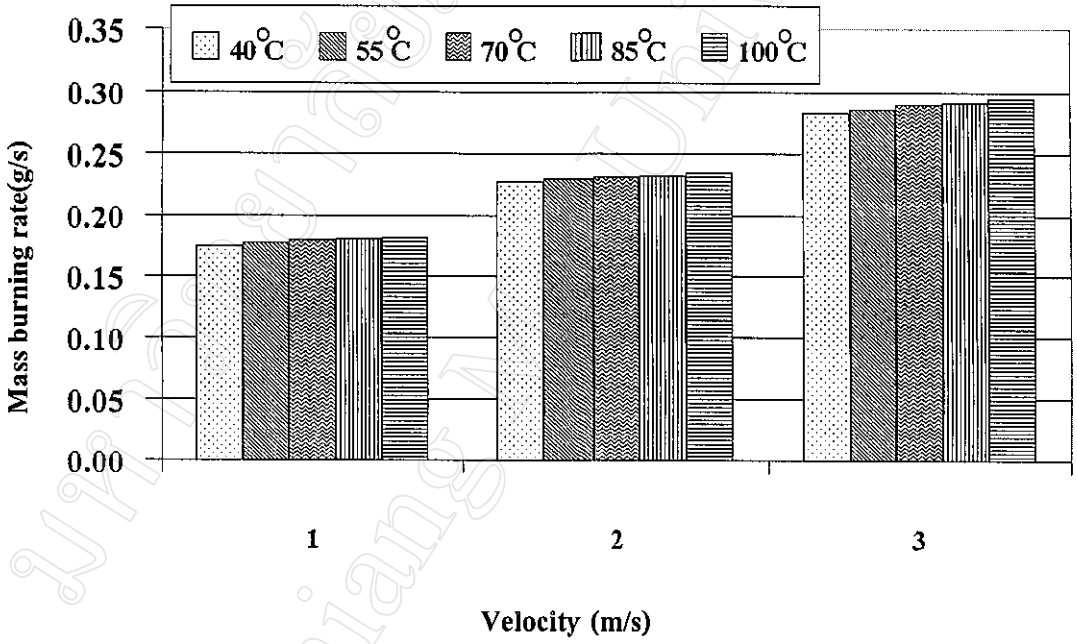


รูป 4.4 ผลความเร็วลมต่อส่วนต่างของอัตราการเผาไหม้ของน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 55-100°C โดยเทียบกับอุณหภูมิที่ 40°C

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

4.1.2 อัตราการเผาไหม้ของน้ำมันถั่วเหลือง

น้ำมันถั่วเหลืองที่นำทดสอบจะให้ความร้อนให้มีอุณหภูมิประมาณ 40 – 100°C ผลการทดลองแสดงดังรูป 4.5 ที่แสดงอัตราการเผาไหม้ของน้ำมันถั่วเหลือง จะพบว่าเมื่ออุณหภูมิน้ำมันสูงขึ้นอัตราการเผาไหม้จะมีค่าต่างกันมากขึ้น ที่อุณหภูมิประมาณ 55 – 100°C จะมีค่าอัตราการเผาไหม้มากกว่าที่อุณหภูมิประมาณ 40°C ดังนี้ ที่ความเร็วลมประมาณ 1 เมตรต่อวินาที ประมาณ 2 – 4 % ที่ความเร็วลม 2 เมตรต่อวินาที ประมาณ 1 – 3 % และที่ความเร็วลม 3 เมตรต่อวินาที ประมาณ 1 - 4 % จะพบว่าอัตราการเผาไหม้มีค่าแตกต่างกันเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้น

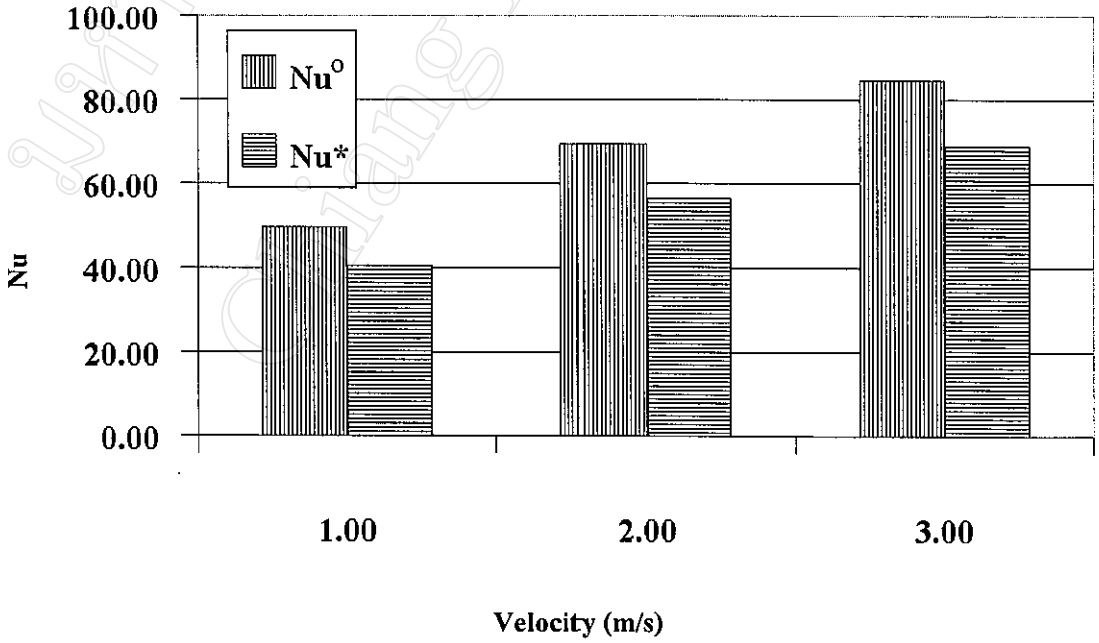


รูป 4.5 ผลของความเร็วลมต่ออัตราการเผาไหม้ของน้ำมันถั่วเหลืองเปรียบเทียบที่อุณหภูมิต่างๆ

4.2 การเปรียบเทียบผลการคำนวณอัตราการเผาไหม้เทียบกับการทดสอบ

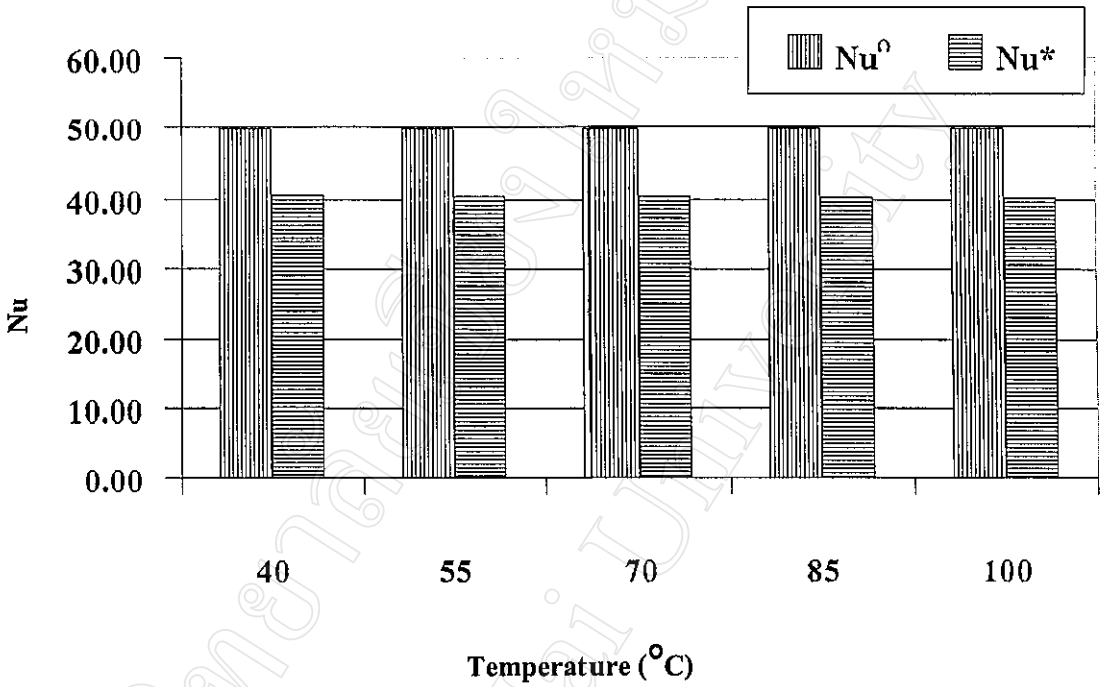
จากงานวิจัยที่ผ่านมาได้นำค่าสัดส่วนของอัตราการเผาไหม้ของน้ำมันพืชต่อน้ำมันดีเซล มาเปรียบเทียบกันระหว่างค่าจากการคำนวณโดยทฤษฎีการถ่ายเทมวลกับค่าจากการทดสอบเผาทรงกลมโดยใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันพืชผสมน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง สุรชัย จิรชาคริต (2539) ใช้สมมุติฐานแบบการพาอิสระในการคำนวณ ผลการเปรียบเทียบระหว่างการคำนวณและการทดสอบมีค่าต่างกันประมาณ ±6 % ส่วน บุญฤทธิ์ วิญญูชมภูนาท (2541) ใช้พัดลมพัดอากาศที่ความเร็ว 5 และ 6.7 เมตรต่อวินาที ผ่านทรงกลมที่มีไฟลุกติดอยู่และทำการคำนวณที่สภาวะการพาแบบบังคับ พบว่ามีค่าแตกต่างกันประมาณ –4 % ในงานวิจัยนี้ได้นำสมการถ่ายเทมวลที่ได้รับพัฒนาเพิ่มเติมมาเปรียบเทียบกับสมการเดิมและผลการทดสอบเผาทรงกลมภายในอุโมงค์ลม

สมการถ่ายเทมวลที่ได้รับพัฒนาเพิ่มเติมนั้นได้นำค่าแก้ไขของเลขนัสเสลมาใช้คือ F(B) ทำให้จะได้ค่านัสเสลสำหรับการถ่ายเทความร้อนสูงคือ Nu* ที่ได้มาจาก Stengele et al. (1999) ส่วน Nu° เป็นค่าเลขนัสเสลที่มีการถ่ายเทความร้อนต่ำ เมื่อ Re < 2000 ที่ได้มาจาก (Middleman, 1998) ดังรูป 4.6 จะพบว่า Nu° จะมีค่ามากกว่า Nu* ที่ความเร็วลม 1 และ 2 เมตรต่อวินาที มีค่าต่างกันประมาณ 18 % และที่ความเร็วลม 3 เมตรต่อวินาที มีค่าต่างกันประมาณ 19 %



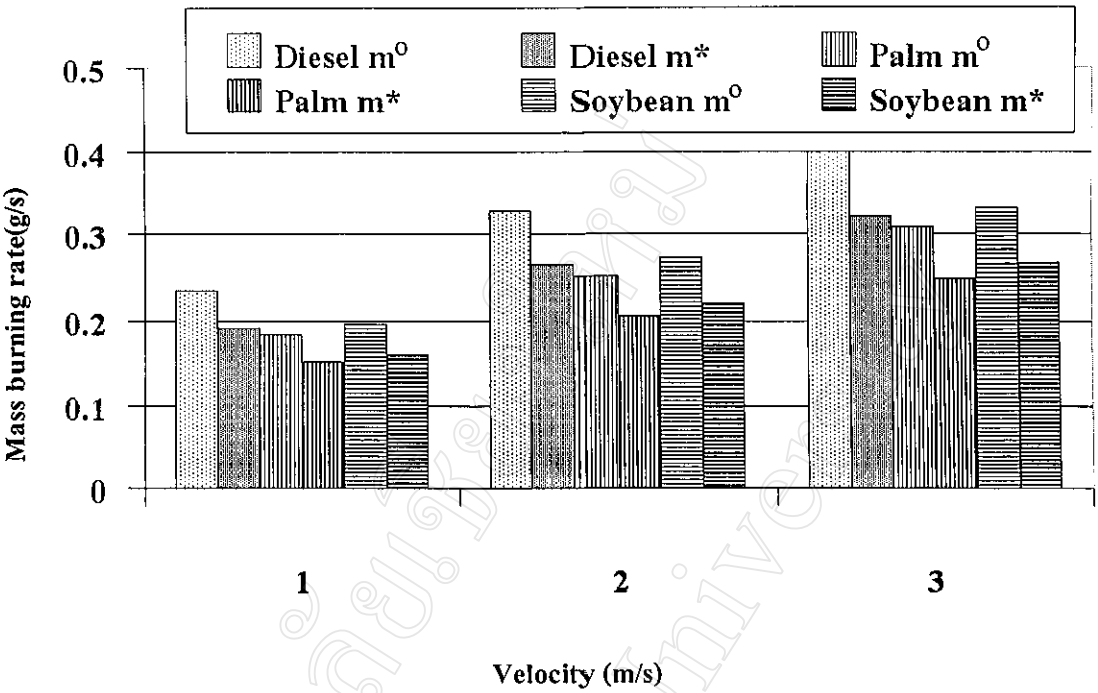
รูป 4.6 ผลความเร็วลมต่อค่าของเลขนัสเสล Nu° และ Nu* ของน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิประมาณ $40^{\circ}C$

ผลของอุณหภูมิของน้ำมันที่มีผลต่อค่าเลขนัสเสลแสดงดังรูป 4.7 จะพบว่าค่า Nu° และ Nu* จะมีค่าเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น



รูป 4.7 ผลของอุณหภูมิน้ำมันปาล์มต่อเลขนัสเสลที่ความเร็วลม 1 เมตรต่อวินาที

จากรูป 4.8 แสดงค่าอัตราการเผาไหม้ที่คำนวณโดยสมการถ่ายเทมวลโดยเปรียบเทียบค่าอัตราการเผาไหม้ที่คำนวณจากสมการถ่ายเทมวลที่ใช้ค่า Nu° จะได้ m° กับค่าอัตราการเผาไหม้ที่คำนวณจาก Nu* จะได้ m* และ จะพบว่าค่า m° จะมีค่ามากกว่าค่า m* ในน้ำมันทั้ง 3 ชนิดที่ได้ทำการประเมินค่า

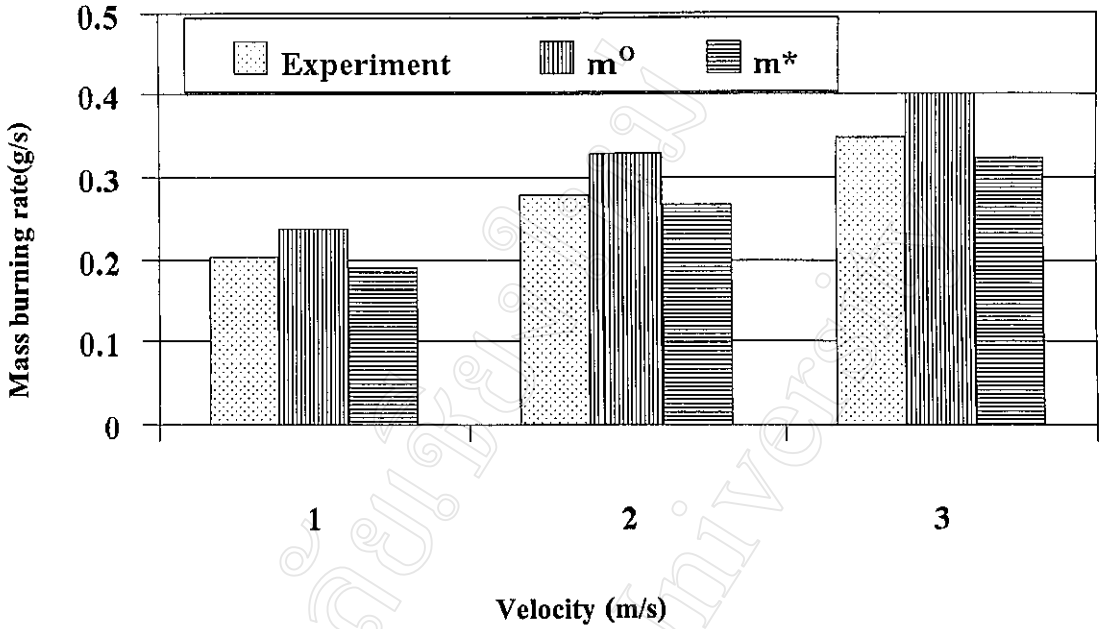


รูป 4.8 ผลของความเร็วลมต่ออัตราการเผาไหม้ระหว่าง m^{o} กับ m* ของน้ำมันดีเซล น้ำมันปาล์ม และน้ำมันถั่วเหลืองที่อุณหภูมิประมาณ 40°C

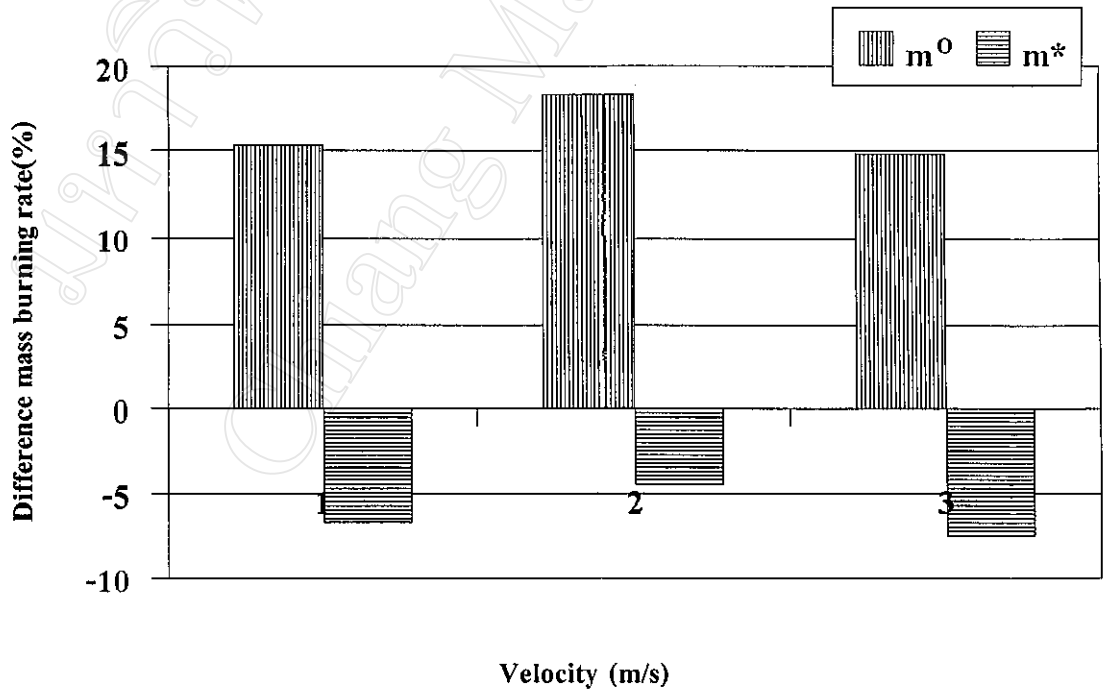
4.2.1 การเปรียบเทียบค่าอัตราการเผาไหม้ของน้ำมันดีเซล

ผลการเปรียบเทียบอัตราการเผาไหม้ระหว่างค่าจากการคำนวณกับค่าจากการทดสอบของน้ำมันดีเซลแสดงดังรูป 4.9 จะพบว่าในทุกการทดสอบที่ความเร็วลม 1 2 และ 3 เมตรต่อวินาที ค่าจากการทดสอบมีค่าใกล้เคียงกับค่าจากการคำนวณ m* โดยค่า m^{o} มีค่ามากกว่า m* และจะมีความแตกต่างกันมากขึ้นเมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้น

จากรูป 4.10 แสดงค่าจากสมการถ่ายเทมวลที่ต่างจากการค่าของผลทดสอบซึ่งจะพบว่า ค่าจากสมการถ่ายเทมวล m^{o} จะมีค่าแตกต่างจากค่าจากการทดสอบมากกว่า m* โดยที่ m* มีค่าน้อยกว่าค่าจากการทดสอบประมาณ 4 % ถึง 7 % ส่วน m^{o} มีค่ามากกว่าการทดสอบประมาณ 15 % ถึง 18 %



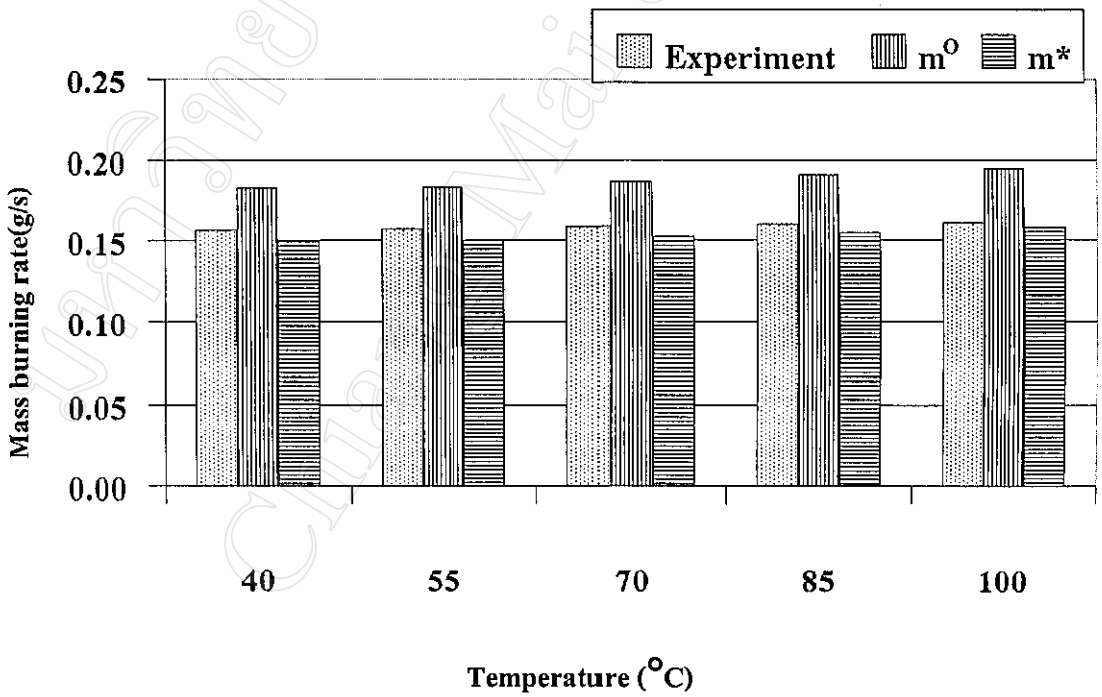
รูป 4.9 เปรียบเทียบอัตราการเผาไหม้ของน้ำมันดีเซลที่ได้จากการทดสอบกับค่าจากการคำนวณระหว่าง m^o กับ m*



รูป 4.10 ผลต่างของอัตราเผาไหม้ของน้ำมันดีเซลระหว่างค่าการคำนวณระหว่าง m^o และ m* กับค่าจากค่าที่ได้จากการทดสอบ

4.2.2 การเปรียบเทียบค่าอัตราการเผาไหม้ของน้ำมันปาล์ม

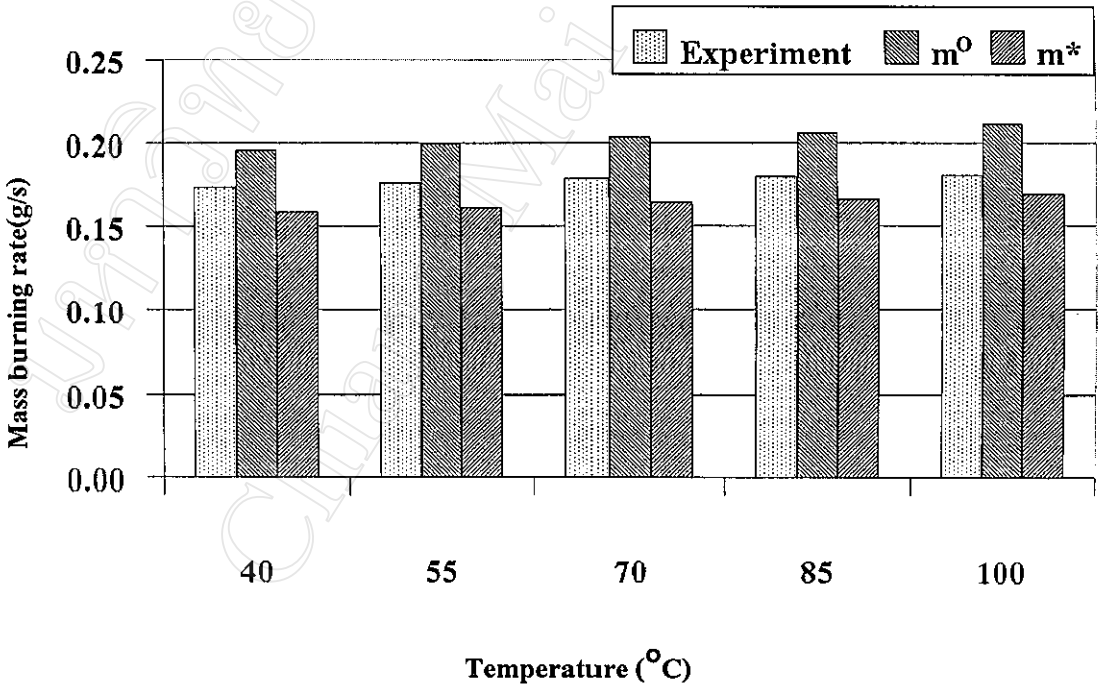
จากรูป 4.11 แสดงผลการเปรียบเทียบอัตราการเผาไหม้ระหว่างค่าจากการทดสอบและการคำนวณโดยทฤษฎีการถ่ายเทมวลโดยจะพบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นค่าอัตราการเผาไหม้ที่คำนวณจากสมการถ่ายเทมวลมีค่าเพิ่มขึ้น สำหรับการทดสอบที่ความเร็วลม 1 ถึง 3 เมตรต่อวินาที ค่า m° จะเพิ่มขึ้น 2% ถึง 7% ส่วนค่า m* จะเพิ่มขึ้นประมาณ 1% ถึง 6% ที่ความเร็วลมประมาณ 1 เมตรต่อวินาที จะพบว่าค่าจากการคำนวณ m° มีค่ามากกว่าค่าจากการทดสอบประมาณ 17 % ถึง 21 % ส่วน m* มีค่าใกล้เคียงกับค่าจากการทดสอบมากกว่า m° โดย m* มีค่าน้อยกว่าค่าจากการทดสอบประมาณ 2% ถึง 5 % ในการทดสอบที่ความเร็ว 2 และ 3 เมตรต่อวินาที m^{o} มีค่ามากกว่าค่าจากการทดสอบประมาณ 22 % ถึง 26 % และ 20 % ถึง 24 % ตามลำดับ ส่วน m* มีค่าน้อยกว่าค่าจากการทดสอบประมาณ 2% จะพบว่าที่ความเร็วสูงขึ้นค่าจากการทดสอบจะใกล้เคียงกับ m* มากกว่า m^{o}



รูป 4.11 ผลของอุณหภูมิต่อค่าอัตราการเผาไหม้ของน้ำมันปาล์มระหว่างสมการถ่ายเทมวลกับค่าจากการทดสอบที่ความเร็วลม 1 เมตรต่อวินาที

4.2.3 การเปรียบเทียบค่าอัตราการเผาไหม้ของน้ำมันถั่วเหลือง

จากรูป 4.12 แสดงผลการเปรียบเทียบอัตราการเผาไหม้ระหว่างค่าจากการทดสอบและการคำนวณโดยทฤษฎีการถ่ายเทมวล พบว่าเมื่ออุณหภูมิน้ำมันเพิ่มขึ้นค่าอัตราการเผาไหม้ที่คำนวณจากสมการถ่ายเทมวลมีค่าเพิ่มขึ้น โดย m^o เพิ่มขึ้น 2% ถึง 8% ส่วนค่า m* เพิ่มขึ้น 2% ถึง 7% ที่ความเร็วลมประมาณ 1 เมตรต่อวินาที จะพบว่าค่าจากการคำนวณโดยสมการถ่ายเทมวล m^o จะมีค่ามากกว่าค่าจากการทดสอบประมาณ 13% ถึง 17% ส่วนค่าจากสมการถ่ายเทมวล m* จะมีค่าใกล้เคียงกับค่าจากการทดสอบมากกว่าค่า m^o โดยมีค่าน้อยกว่าจากการจากทดสอบประมาณ 6 % ถึง 9 % ที่ความเร็ว 2 และ 3 เมตรต่อวินาที พบว่า m^o มีค่ามากกว่าค่าจากการทดสอบประมาณ 20 % ถึง 25% และ 18 % ถึง 22 % ตามลำดับ ส่วน m* มีค่าน้อยกว่าจากการทดสอบประมาณ 1 % ถึง 3 % และ 3 % ถึง 5 % ตามลำดับ จะพบว่าที่ความเร็วสูงขึ้นค่าจากการทดสอบจะใกล้เคียงกับ m* มากกว่า m^o



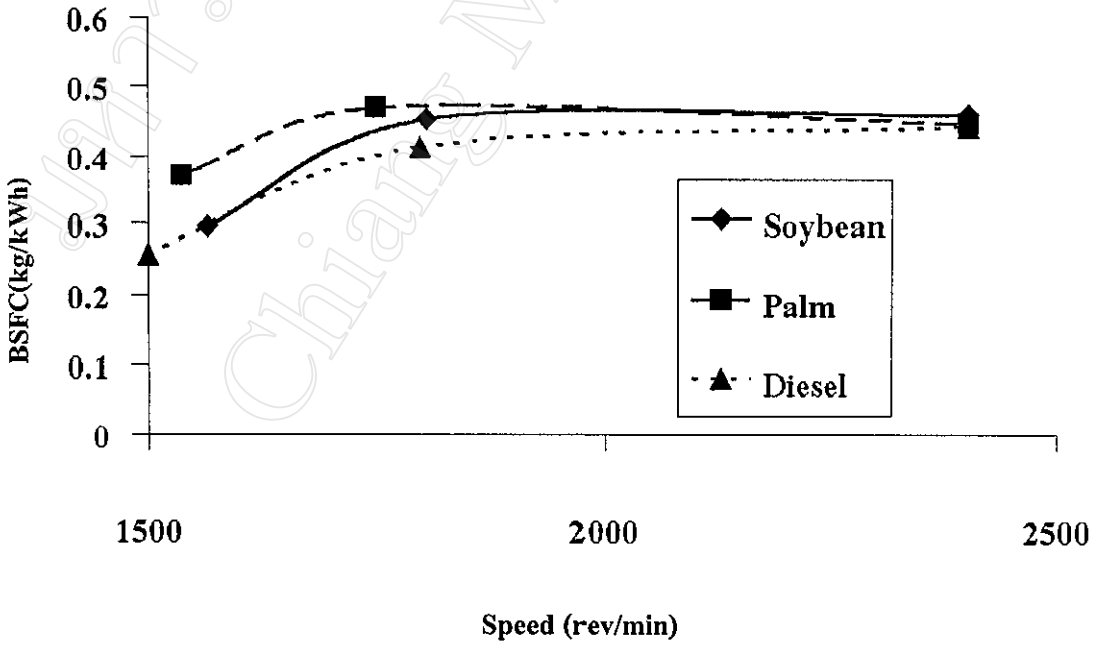
รูป 4.12 ผลของอุณหภูมิต่อค่าอัตราการเผาไหม้ของน้ำมันถั่วเหลืองระหว่างสมการถ่ายเทมวลกับค่าจากการทดสอบที่ความเร็วลม 1 เมตรต่อวินาที

4.3 ผลการทดสอบหาสมรรถนะและไอเสีย

4.3.1 ผลของความเร็วรอบและภาระต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์

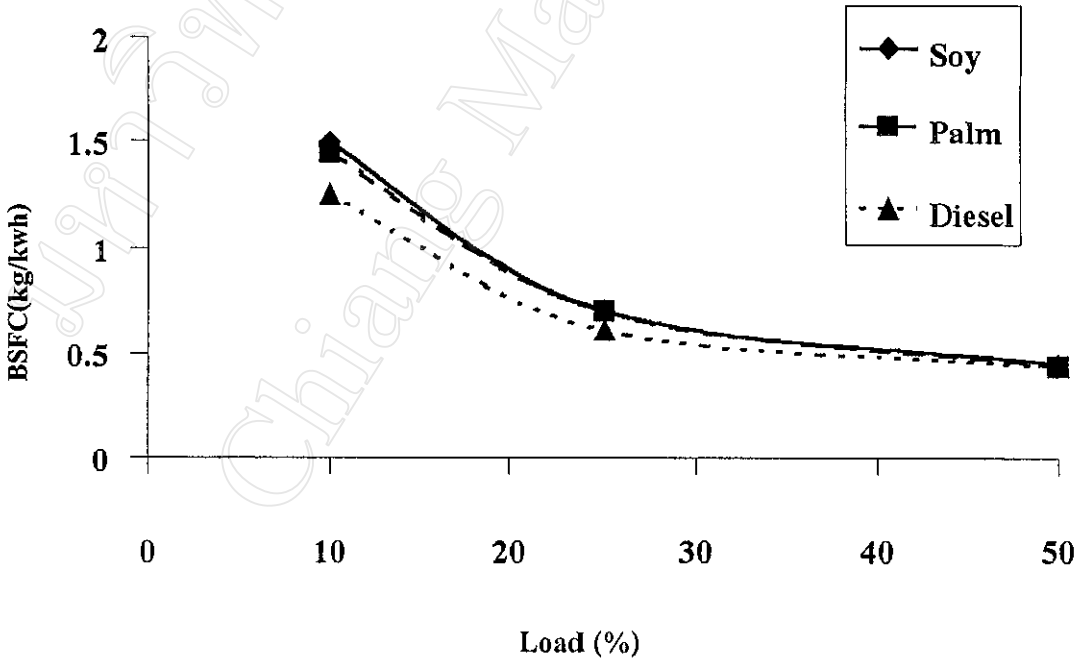
จากรูป 4.13 แสดงอัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะเทียบกับกำลังเบรค โดยเทียบกับความเร็วต่างๆ ที่ภาระ 50 % ของเครื่องยนต์โดยนำข้อมูลของน้ำมันดีเซล ที่อุณหภูมิประมาณ 35-40°C กับน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลืองที่อุณหภูมิประมาณ 40-45°C มาแสดงส่วนกราฟที่เทียบกับภาระต่างๆ ที่ความเร็วรอบ 2,400 รอบต่อนาที จะแสดงไว้ดังรูป 4.14

จากรูป 4.13 จะพบว่าน้ำมันดีเซล น้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลืองมีค่าอัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะมากขึ้นตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ จะพบว่าอัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์ดีเซลจะเรียงลำดับจากน้อยไปหามากได้ดังนี้ น้ำมันดีเซล น้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปาล์ม ที่รอบ 1,500 และ 1,800 รอบต่อนาที น้ำมันปาล์มจะมีค่ามากกว่าน้ำมันถั่วเหลืองประมาณ 3 - 20 % แต่ที่รอบสูงสุดที่ 2,400 รอบต่อนาที น้ำมันปาล์มจะมีความสิ้นเปลืองน้อยกว่าน้ำมันถั่วเหลืองประมาณ 3 % และมากกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 1-30 %



รูป 4.13 ผลของความเร็วของเครื่องยนต์ต่ออัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะเทียบกับกำลังเบรค ที่ภาระ 50% ของกำลังสูงสุดของเครื่องยนต์ เปรียบเทียบระหว่างน้ำมันดีเซล น้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลือง

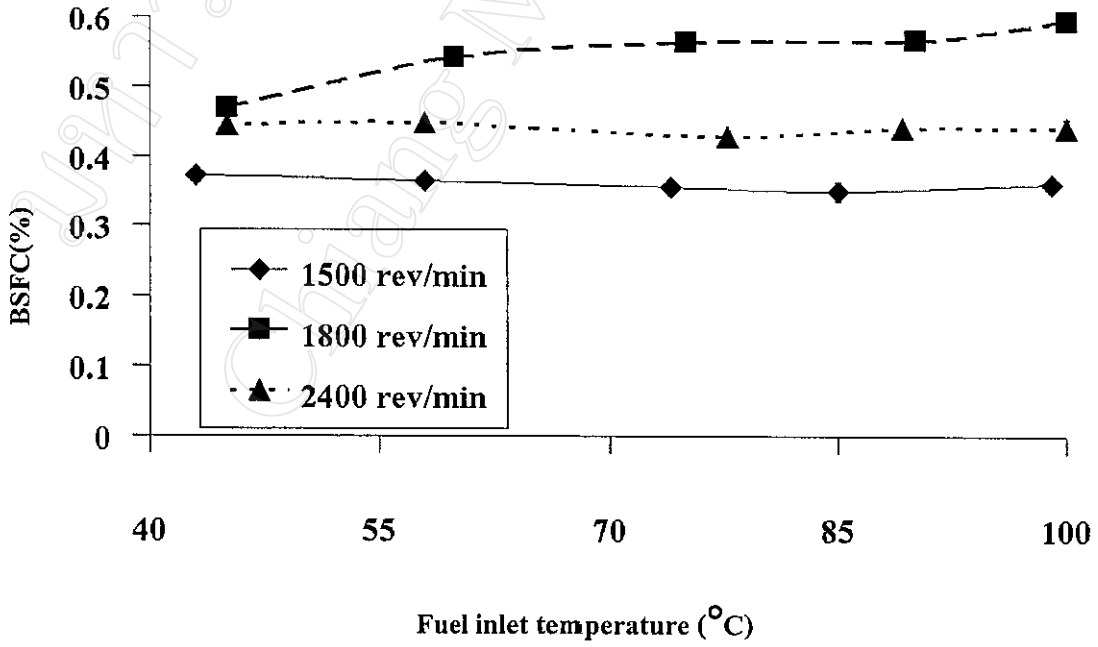
ตามรูป 4.14 แสดงอัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะที่เทียบกับภาระต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบ 2,400 รอบต่อนาที จะพบว่าน้ำมันถั่วเหลืองจะมีค่าสูงกว่าน้ำมันปาล์มและน้ำมันดีเซล ซึ่งจะเหมือนกับรูป 4.13 ที่ความเร็ว 2,400 รอบต่อนาที จะเรียงอัตราการใช้เชื้อเพลิงจากน้อยไปมากได้ดังนี้ น้ำมันดีเซล น้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลือง อัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อภาระเพิ่มขึ้น จะเรียงลำดับเชื้อเพลิงที่มีค่าจากน้อยไปมากได้ดังนี้ น้ำมันดีเซล น้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลือง โดยที่น้ำมันถั่วเหลืองจะมากกว่าน้ำมันปาล์มประมาณ 1 - 3 % และมีค่ามากกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 3 – 15 % จากคุณสมบัติของน้ำมันจะพบว่าค่าความร้อนของน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลืองมีค่าใกล้เคียงกันแต่ต่ำกว่าน้ำมันดีเซล ซึ่งทำให้มีน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลืองมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงในการทดสอบเครื่องยนต์สิ้นเปลืองมากกว่าน้ำมันดีเซล ส่วนน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลืองจะมีค่าความร้อนใกล้เคียงกันแต่น้ำมันปาล์มจะมีความหนืดมากกว่าน้ำมันถั่วเหลืองที่อุณหภูมิเดียวกันแต่มีความหนาแน่นต่ำกว่า ส่งผลให้น้ำมันปาล์มมีความสิ้นเปลืองมากกว่าน้ำมันถั่วเหลืองที่รอบต่ำและรอบปานกลาง ส่วนที่รอบสูงจะมีค่าใกล้เคียงกัน



รูป 4.14 ผลของภาระต่ออัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะเทียบกับกำลังเบรคที่ความเร็ว 2,400 รอบต่อนาที ของเครื่องยนต์ เปรียบเทียบระหว่างน้ำมันดีเซล น้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลือง

4.3.2 ผลของอุณหภูมิน้ำมันพืชต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบต่างๆ เมื่อให้ภาระ 50% กับเครื่องยนต์

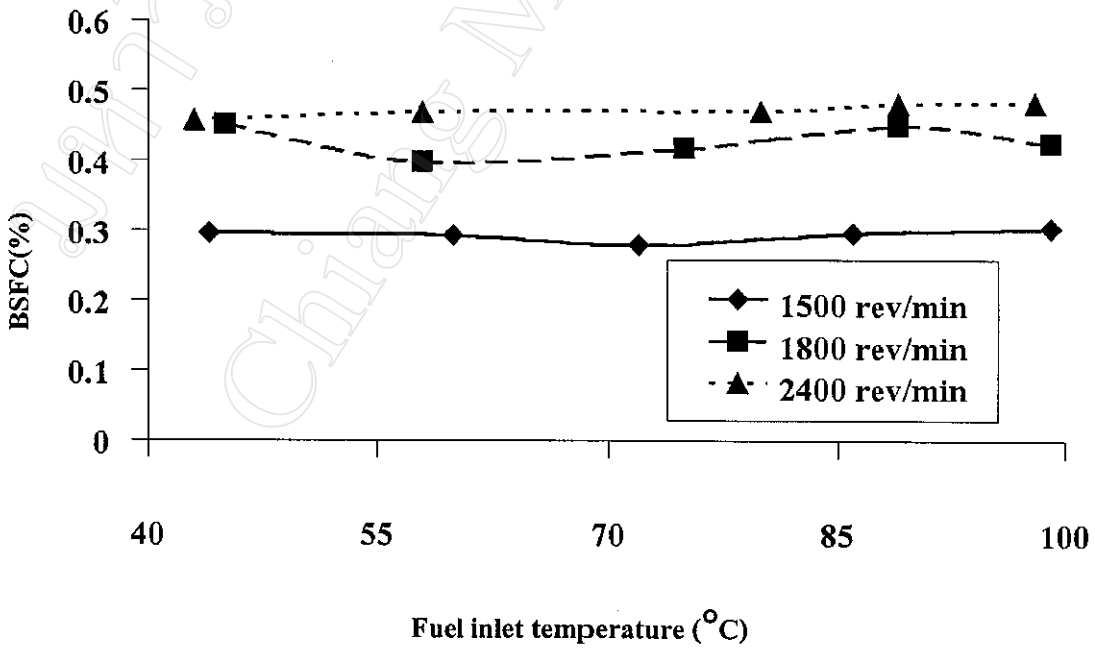
จากรูป 4.15 แสดงผลของอุณหภูมิน้ำมันปาล์มต่ออัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะที่ความเร็วรอบต่างๆ ที่ภาระ 50 % จะเรียงลำดับค่าอัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะจากน้อยไปมากตามความเร็วได้ดังนี้ 1,500 2,400 และ 1,800 รอบต่อนาทีตามลำดับ ที่ความเร็ว 1,800 รอบต่อนาที มีค่าอัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะมากกว่าที่ 2,400 รอบต่อนาที เพราะว่าการทดสอบที่ 1,800 รอบต่อนาที ให้ภาระ 50% จะต้องปรับคันเร่งไปสุดเพื่อให้ได้รอบที่ทดสอบ ซึ่งจะเป็นภาระสูงสุดเมื่อใช้น้ำมันปาล์มเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง แต่ที่ภาระอื่นๆ รวมทั้งที่ไม่มีภาระ อัตราการใช้เชื้อเพลิงจะมีค่าเรียงจากน้อยไปมากดังนี้ 900 1,500 1,800 และ 2,400 รอบต่อนาที จากรูป 4.15 เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะพบว่าที่ความเร็วรอบ 1,500 และ 2,400 รอบต่อนาที มีค่าลดลงประมาณ 2 % ถึง 6 % และ 1 % ถึง 4 % ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงไปน้อยกว่า เมื่อเทียบกับที่ 1,800 รอบต่อนาที ที่มีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 16 % ถึง 27 % จากผลต่างของค่าที่เปลี่ยนแปลงจะพบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นทำให้อัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปโดยรวมน้อยกว่า ±5% โดยไม่นับถึงความเร็ว 1,800 รอบต่อนาที ที่มีการเปลี่ยนแปลงมากกว่า โดยมีสัมประสิทธิ์การแปรผันเฉลี่ยประมาณ 2%



รูป 4.15 ผลของอุณหภูมิน้ำมันปาล์มต่ออัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะเทียบกับกำลังเบรคที่ความเร็วต่างๆ และภาระ 50 % ของกำลังสูงสุดของเครื่องยนต์

จากรูป 4.16 แสดงค่าอัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะที่เพิ่มขึ้นตามความเร็วของเครื่องยนต์ จะเรียงจากค่าอัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะจากน้อยไปมากตามความเร็วจากรอบต่ำไปรอบสูงได้ดังนี้ 1,500 1,800 และ 2,400 รอบต่อนาที อัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะจะเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ ที่ความเร็ว 1,500 รอบต่อนาที มีค่าประมาณ -1 % ถึง 2.6% ที่ 1,800 รอบต่อนาที มีค่าประมาณ -12% ถึง –1% และที่ 2,400 รอบต่อนาที มีค่าประมาณ 3% ถึง 6 % โดยมีสัมประสิทธิ์การแปรผันเฉลี่ยประมาณ 2%

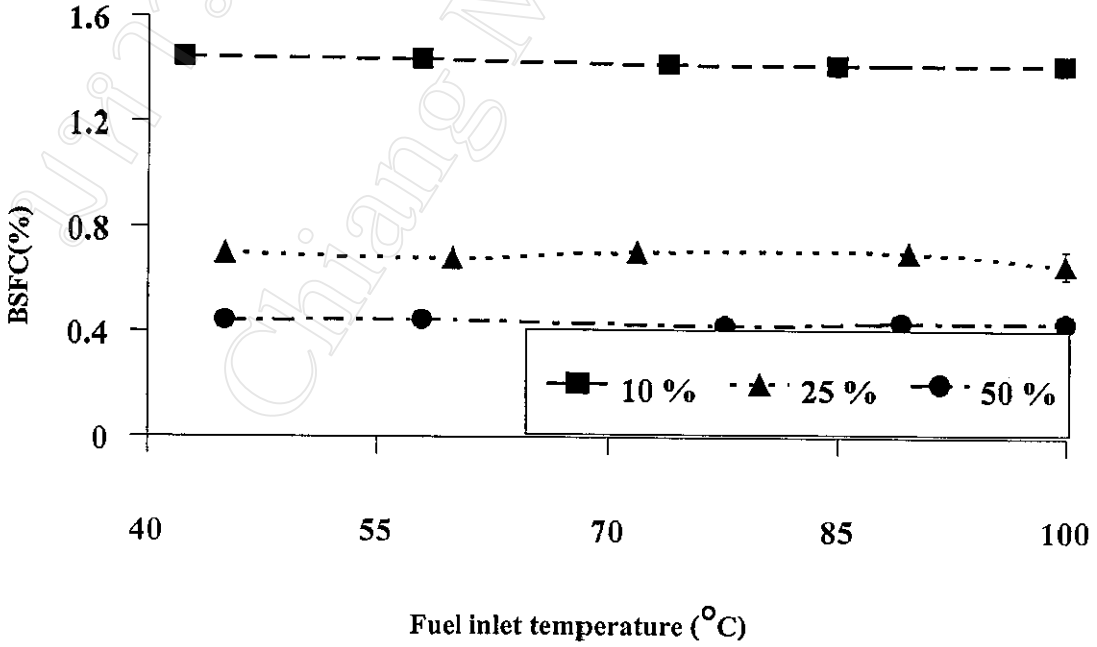
จะพบว่าที่ 1,800 รอบต่อนาที อัตราการใช้เชื้อเพลิงจะเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิของน้ำมันมากที่สุดเหมือนกับน้ำมันปาล์มที่เปลี่ยนแปลงประมาณ 27 % ซึ่งที่ความเร็ว 1,800 รอบต่อนาที ในการทดสอบน้ำมันถั่วเหลืองจะพบว่าต้องปรับคันเร่งจนเกือบสุดซึ่งทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของอัตราการใช้เชื้อเพลิงค่อนข้างมากจากตัวเลขการเปลี่ยนแปลงข้างต้น แต่ก็ยังน้อยกว่าน้ำมันปาล์ม เนื่องจากน้ำมันถั่วเหลืองมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำมันปาล์ม ทำให้อัตราการใช้เชื้อเพลิงที่เท่ากันน้ำมันถั่วเหลืองจะมีปริมาณน้ำมันมากกว่าน้ำมันปาล์ม โดยที่มีค่าความร้อนใกล้เคียงกัน ดังนั้นเมื่อให้ภาระเดียวกันที่ความเร็วรอบเดียวกันน้ำมันปาล์มจึงมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะที่สูงกว่าน้ำมันถั่วเหลือง



รูป 4.16 ผลของอุณหภูมิน้ำมันถั่วเหลืองต่ออัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะเทียบกับกำลังเบรคที่ความเร็วต่างๆ และภาระ 50 % ของกำลังสูงสุดของเครื่องยนต์

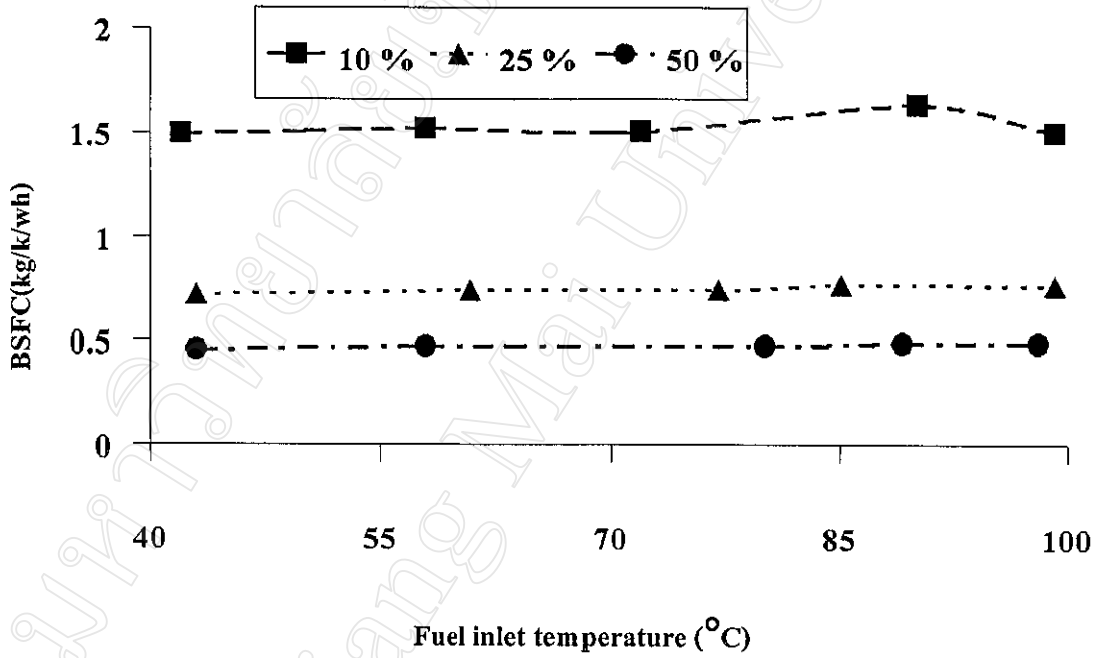
4.3.3 ผลของอุณหภูมิน้ำมันพืชต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ภาระต่างๆ และความเร็วรอบ 2400 รอบต่อนาที

จากรูป 4.17 แสดงผลของอุณหภูมิต่ออัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะเทียบกับกำลังเบรคของน้ำมันปาล์มที่ความเร็ว 2,400 รอบต่อนาที ที่ภาระต่างๆ พบว่าเมื่อภาระเพิ่มขึ้นอัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะเทียบกับกำลังเบรคจะมีแนวโน้มลดลง เมื่ออุณหภูมิน้ำมันปาล์มเพิ่มขึ้นอัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะเปลี่ยนแปลงดังนี้ ที่ภาระ 10 % จะลดลงประมาณ 1 % ถึง 2 % ที่ภาระ 25 % ประมาณ -5 % ถึง 1 % และที่ภาระ 50 % ประมาณ –4 % ถึง 1 % โดยจะพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงโดยรวมจะน้อยกว่า $\pm$5% และมีค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันโดยเฉลี่ยของข้อมูลประมาณ 2% และ 3% ซึ่งทำให้ทราบว่าอัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะเปลี่ยนแปลงแบบไม่มีนัยสำคัญ ซึ่งทำให้อุณหภูมิไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าอัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะ ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับ Bari et al.(2002) เมื่อน้ำมันมีอุณหภูมิเพิ่มความหนืดจะมีค่าลดลง น้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิประมาณ 100°C จะมีความหนืดลดลงแต่ยังมากกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 5 เท่า ทำให้การกระจายเป็นละอองยังมีหยดน้ำมันที่มีขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซลทำให้การเผาไหม้ได้ไม่สมบูรณ์จึงมีปริมาณอัตราการใช้เชื้อเพลิงเปลี่ยนแปลงไปบ้าง



รูป 4.17 ผลของอุณหภูมิน้ำมันปาล์มต่ออัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะเทียบกับกำลังเบรคที่ความเร็ว 2,400 รอบต่อนาทีและที่ภาระต่างๆ ของกำลังสูงสุดของเครื่องยนต์

จากรูป 4.18 แสดงอัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะของน้ำมันถั่วเหลืองเทียบกับอุณหภูมิน้ำลดลงเมื่อภาระเพิ่มขึ้น ส่วนเมื่ออุณหภูมิน้ำมันเพิ่มขึ้นอัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะ จะมีค่าเพิ่มขึ้นต่างกันที่ภาระ 10 % เพิ่มขึ้นประมาณ 1 % ถึง 9 % ที่ภาระ 25 % เพิ่มขึ้นประมาณ 3 % ถึง 6 % และที่ภาระ 50% เพิ่มขึ้นประมาณ 3% ถึง 6 % ค่าการเปลี่ยนแปลงที่ได้จะทำให้ทราบว่าที่ภาระต่ำเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นอัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะจะเปลี่ยนแปลงมากกว่าที่ภาระสูง โดยมีสัมประสิทธิ์การแปรผันเฉลี่ยประมาณ 2%



รูป 4.18 ผลของอุณหภูมิน้ำมันถั่วเหลืองต่ออัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะเทียบกับกำลังเบรคที่ความเร็ว 2,400 รอบต่อนาทีและที่ภาระต่างๆ ของกำลังสูงสุดของเครื่องยนต์

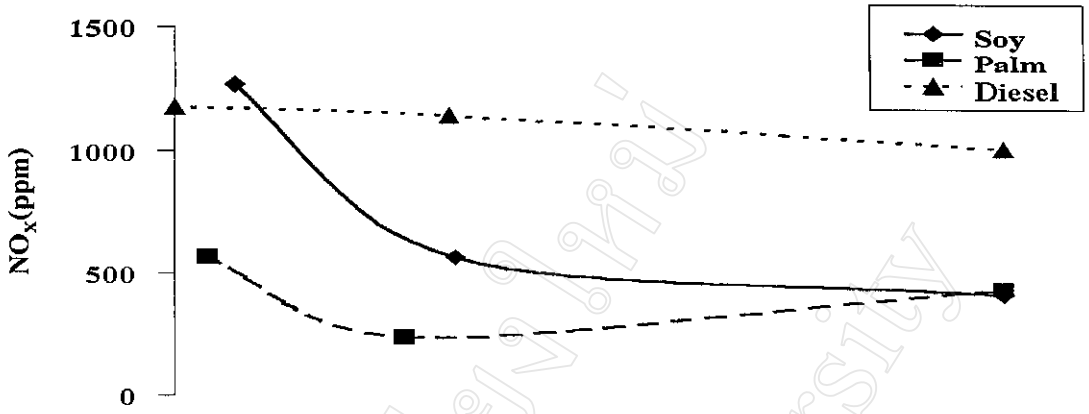
4.3.4 ผลของความเร็วรอบและภาระต่อไอเสีย

จากรูป 4.19 เป็นผลของก๊าซไอเสียต่อความเร็วต่างๆ ที่ภาระ 50% ของเครื่องยนต์โดยเปรียบเทียบระหว่างน้ำมันดีเซล น้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลือง

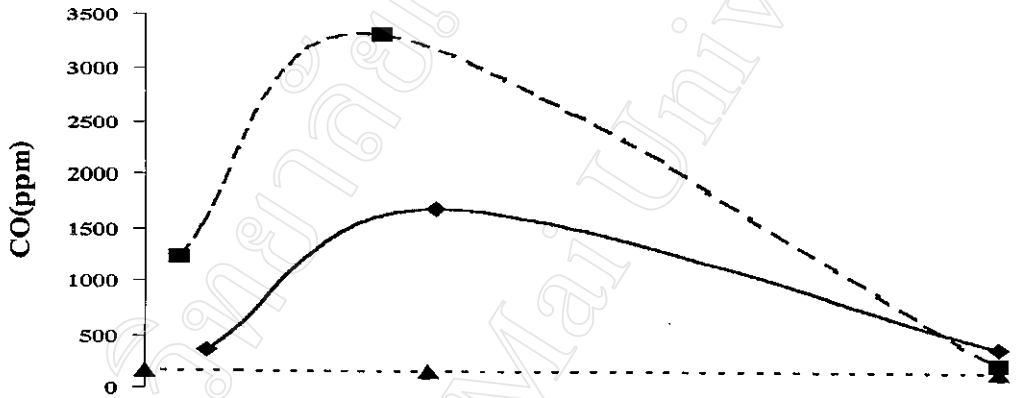
จากรูป 4.19 (a) แสดงปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์เทียบกับความเร็วต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่ภาระ 50 % พบว่าน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลืองจะมีปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ต่ำกว่าน้ำมันดีเซล และมีแนวโน้มลดลงจากรอบต่ำไปรอบปานกลางและจะมีค่าเพิ่มขึ้นที่รอบสูงขึ้น

จากรูป 4.19 (b) แสดงปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เทียบกับความเร็วรอบต่างๆที่ภาระ 50% ของเครื่องยนต์จะพบว่าน้ำมันพืชให้ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มากกว่าน้ำมันดีเซล การทดสอบของน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลืองที่ความเร็ว 1,800 รอบต่อนาที จะมีก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์สูงสุด โดยที่จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากรอบต่ำแล้วไปที่รอบปานกลางและลดลงที่ความเร็วรอบที่สูงขึ้น สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลที่มีรอบการทำงานต่ำ ส่วนเครื่องยนต์ที่มีรอบการทำงานสูงกว่าที่มีความเร็วประมาณ 1,000 –5,000 รอบต่อนาที ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นที่รอบสูง

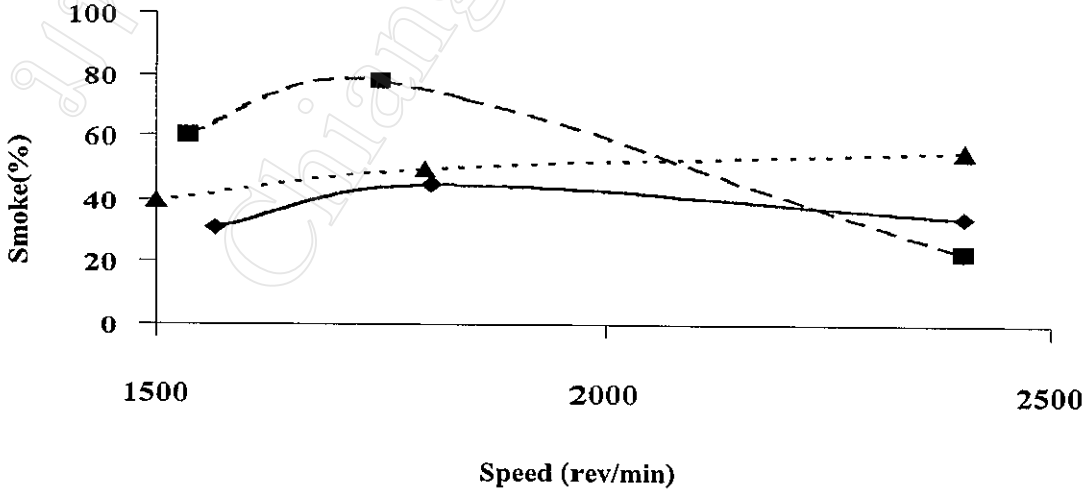
จากรูป 4.19 (c) แสดงค่าปริมาณความหนาแน่นของควันดำ เป็นเปอร์เซนต์จะพบว่าน้ำมันพืชจะปล่อยควันดำออกมามากกว่าน้ำมันดีเซลที่รอบต่ำจนถึงรอบปานกลาง ส่วนที่รอบสูงจะมีค่าน้อยกว่า ค่าปริมาณควันดำที่เทียบกับความเร็วรอบนั้นจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากรอบต่ำไปรอบปานกลางแล้วมีแนวโน้มลดลงที่รอบสูง โดยน้ำมันปาล์มจะมีควันดำสูงสุดที่รอบ 1,800 รอบต่อนาทีและสูงสุดเมื่อเทียบกับน้ำมันทั้ง 3 ชนิดจากรูป 4.13 ที่รอบดังกล่าวน้ำมันปาล์มจะมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงสูงสุดขณะที่รับภาระมากสุดจึงทำให้สัดส่วนของน้ำมันเชื้อเพลิงต่ออากาศเพิ่มขึ้น จึงทำให้ที่ 1,800 รอบต่อนาที การเผาไหม้ที่เกิดขึ้นจะไม่สมบูรณ์จึงปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และควันดำออกมามาก ทำให้สูงกว่าที่รอบอื่นๆ และมากกว่าน้ำมันชนิดอื่นด้วย มีปริมาณควันดำสูงสุดเมื่อเทียบกับความเร็วรอบอื่นๆ และมีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มากที่สุดด้วย เนื่องจากมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงมากขึ้นตามภาระที่เพิ่มขึ้นของเครื่องยนต์



(a) ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์



(b) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์



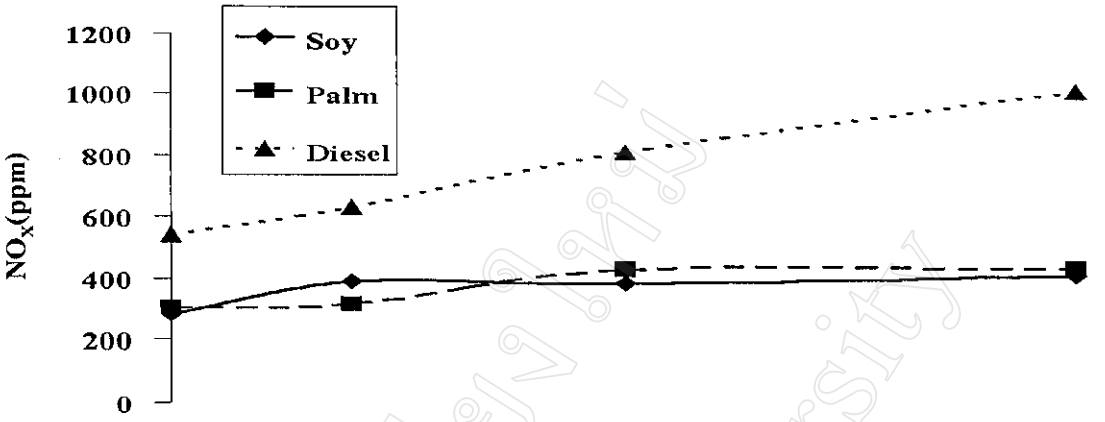
(c) ควันดำ

รูป 4.19 ผลของความเร็วของเครื่องยนต์ต่อปริมาณไอเสีย ที่ภาระ 50% ของกำลังสูงสุดของเครื่องยนต์ เปรียบเทียบระหว่างน้ำมันดีเซล น้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลือง

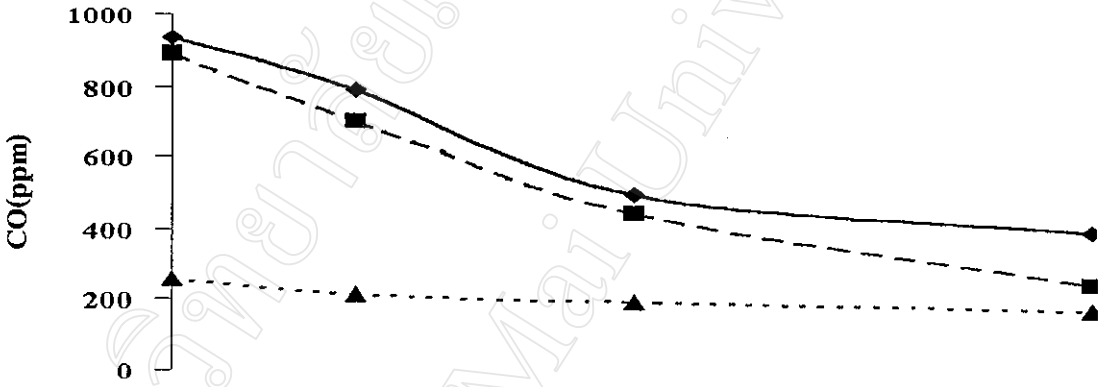
จากรูป 4.20 แสดงผลของก๊าซไอเสียเทียบกับภาระต่างๆ ที่ความเร็ว 2,400 รอบต่อนาที โดยมีน้ำมันดีเซล น้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลืองในการทดสอบ จากรูป 4.20 (a) แสดงปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์เทียบกับภาระของเครื่องยนต์ ซึ่งน้ำมันดีเซลจะมีปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์มากกว่าน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลืองและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามภาระที่เพิ่ม

จากรูป 4.20 (b) แสดงปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์กับภาระของเครื่องยนต์ พบว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มภาระให้กับเครื่องยนต์ และน้ำมันพืชจะให้ปริมาณก๊าซชนิดนี้มากกว่าน้ำมันดีเซลที่รอบต่ำเป็นประมาณ 5 เท่า และมีแนวโน้มใกล้เคียงกันที่รอบสูงซึ่งจะต่างกันประมาณ 1.5 - 2 เท่า

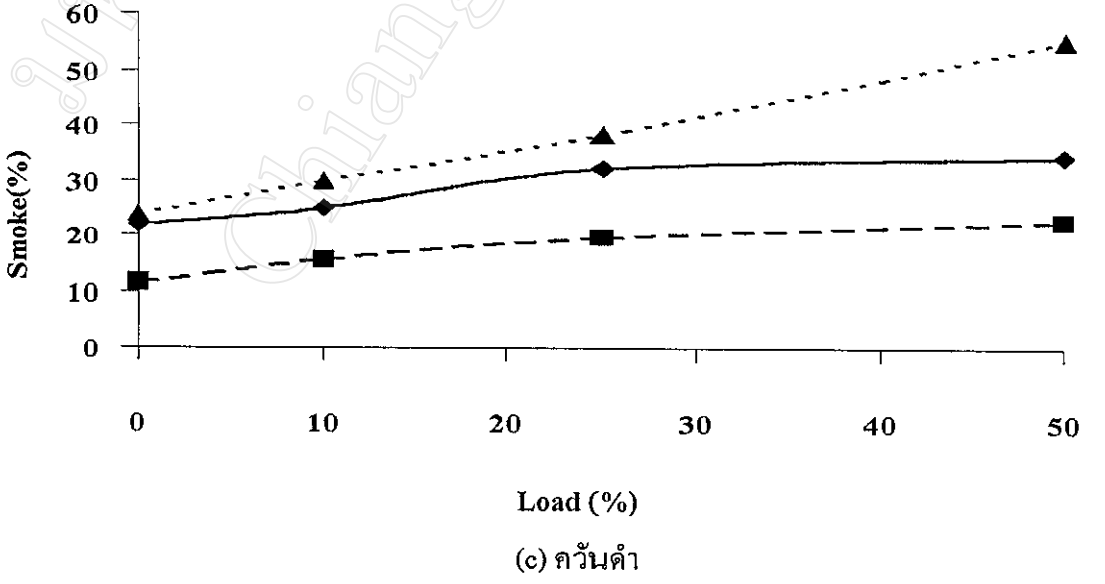
จากรูป 4.20 (c) แสดงปริมาณความหนาแน่นของควันดำเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับภาระต่างๆ ที่ความเร็ว 2,400 รอบต่อนาที เครื่องยนต์จะพบว่าควันดำมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามภาระที่ให้กับเครื่องยนต์ และน้ำมันดีเซลจะมีควันดำมากกว่าน้ำมันพืช น้ำมันถั่วเหลืองจะมีควันดำมากกว่าน้ำมันปาล์มประมาณ 10% ส่วนน้ำมันดีเซลจะมีควันดำมากกว่าน้ำมันถั่วเหลืองประมาณ 20% ที่ภาระ 50% จากการทดสอบเมื่อให้ภาระมากขึ้นจะมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงสูงขึ้นแต่น้ำมันพืชมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะสูงกว่าน้ำมันดีเซล ดังนั้นที่ภาระที่เท่ากันน้ำมันพืชจะมีความสิ้นเปลืองกว่าน้ำมันดีเซลและมีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์จึงปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์สูงกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 5 เท่าที่รอบต่ำและจะมีค่าใกล้กันที่ภาระสูงขึ้นแต่ที่รอบสูงนี้จะปล่อยควันดำออกมาต่ำกว่าน้ำมันดีเซลอีกด้วย



(a) ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์



(b) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์



(c) ควันดำ

รูป 4.20 ผลของภาระต่อปริมาณไอเสียที่ความเร็ว 2,400 รอบต่อนาที ของเครื่องยนต์ เปรียบเทียบระหว่างน้ำมันดีเซล น้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลือง

4.3.5 ผลของอุณหภูมิน้ำมันพืชต่อไอเสีย ที่ความเร็วต่างๆ และภาระ 50% ของเครื่องยนต์

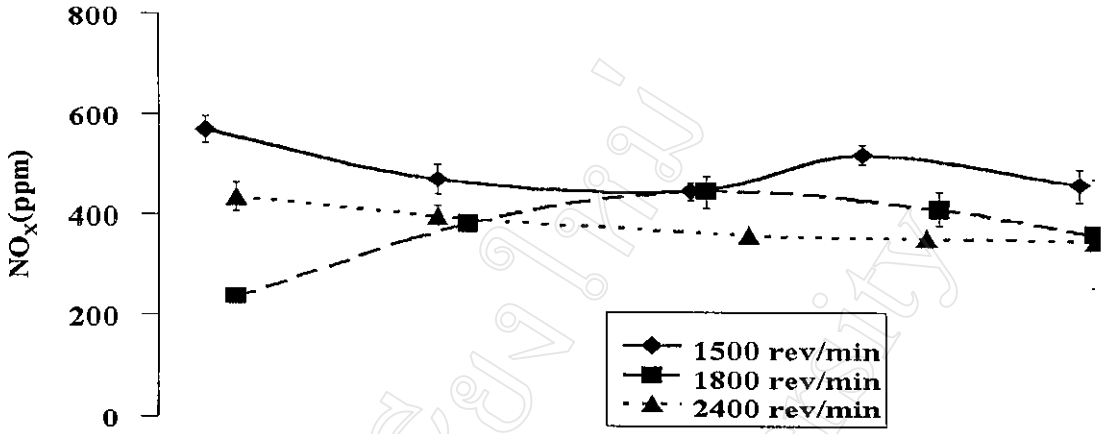
จากรูป 4.21 จะแสดงผลอุณหภูมิน้ำมันน้ำมันปาล์มต่อก๊าซไอเสียที่ปล่อยจากเครื่องยนต์ดีเซล ที่ความเร็วรอบต่างๆ เมื่อให้ภาระกับเครื่องยนต์ 50 %

จากรูป 4.21 (a) เป็นผลของอุณหภูมิน้ำมันปาล์มต่อปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ จะพบว่าก๊าซไนโตรเจนออกไซด์มีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ ที่ความเร็ว 1,500 และ 2,400 รอบต่อนาที มีแนวโน้มลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น ประมาณ -9% ถึง -23 % และ -8% ถึง -18 % และมีสัมประสิทธิ์การแปรผันเฉลี่ยของข้อมูลประมาณ 5% และ 4% ตามลำดับ ส่วนที่รอบสูงสุดที่ 1,800 รอบต่อนาที เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นก๊าซไนโตรเจนออกไซด์มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นประมาณ 54% ถึง 86% มีสัมประสิทธิ์การแปรผันเฉลี่ยของข้อมูลประมาณ 6%

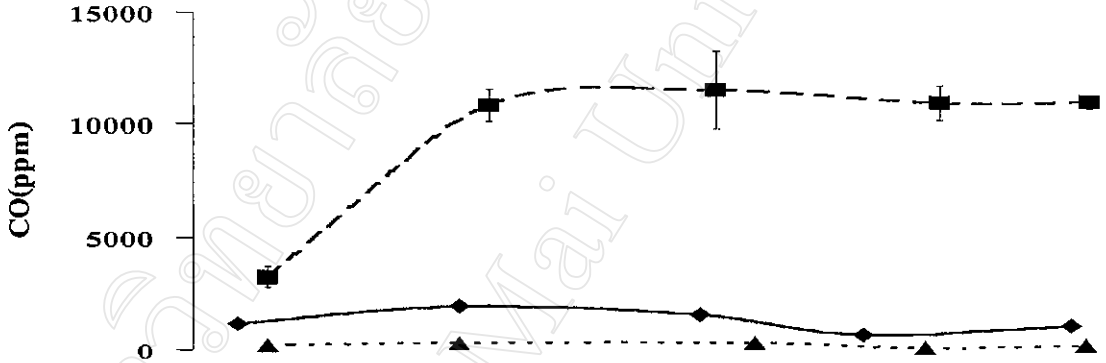
จากรูป 4.21 (b) แสดงผลของอุณหภูมิของน้ำมันปาล์มต่อก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ จะพบว่าในทุกความเร็ว ปริมาณก๊าซจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิจากช่วง 40 –45°C ไปถึงช่วง 55 - 60° C แล้วจะเริ่มลดลงในช่วง 70 - 90°C แล้วเพิ่มขึ้นอีกในช่วง 90 – 100°C ที่ความเร็ว 1,500 1,800 และ 2,400 รอบต่อนาที ปริมาณก๊าซมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิน้ำมันปาล์มสูงขึ้น โดยเพิ่มขึ้นประมาณ 9% ถึง 68% และ 12% ถึง 93% สำหรับความเร็ว 1,500 และ 2,400 รอบต่อนาที ตามลำดับ ส่วนที่ความเร็ว 1800 รอบต่อนาที จะเพิ่มขึ้นประมาณ 2.3 ถึง 2.5 เท่า และมีสัมประสิทธิ์การแปรผันเฉลี่ยของข้อมูลประมาณ 7% 9% และ 2% ตามลำดับของความเร็ว

จากรูป 4.21 (c) แสดงผลของอุณหภูมิน้ำมันปาล์มต่อปริมาณควันดำจะพบว่าที่ความเร็ว 1,500 รอบต่อนาที จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไม่เกิน ± 5% โดยที่มีค่ามากที่สุดประมาณ 63 % ส่วนที่ความเร็ว 1,800 รอบต่อนาที จะมีควันดำมากที่สุดประมาณ 98 % จะพบว่าที่ความเร็วรอบ 2,400 รอบต่อนาที ปริมาณควันดำมีค่าสูงสุดประมาณ 42 % เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นแต่ก็ยังต่ำกว่าความเร็วรอบอื่นๆ ที่ภาระเดียวกัน เนื่องจากที่รอบสูงสุดจะรับภาระได้มากที่สุด ซึ่งที่ 50% เป็นภาระเพียงครึ่งหนึ่งที่ความเร็วรอบดังกล่าวทำให้มีค่าต่ำกว่า และมีสัมประสิทธิ์การแปรผันเฉลี่ยของข้อมูลประมาณ 3% 2% และ 3% ตามลำดับของความเร็ว

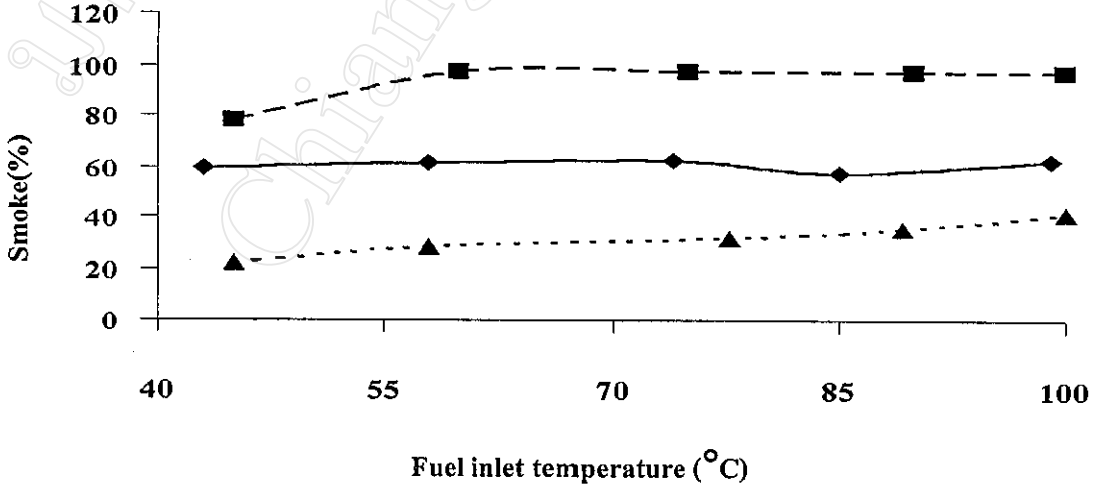
ที่ความเร็ว 1,800 รอบต่อนาที เมื่อใช้น้ำมันปาล์มเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงจะมากที่สุด มีก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และควันดำมากที่สุดด้วย เนื่องจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิของน้ำมันจนถึง 100 °C ที่จุดนี้น้ำมันปาล์มจะมีความหนืดประมาณ 5 เท่าของน้ำมันดีเซล ซึ่งยังมีความหนืดมากกว่าน้ำมันดีเซลมากจึงส่งผลการกระจายเป็นละอองฝอยยังไม่เพียงพอ จึงทำให้เกิดการเผาไหม้ไม่หมดและไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมากกว่าน้ำมันดีเซลมากที่ความเร็ว 1,800 รอบต่อนาทีและภาระ 50 % ของกำลังสูงสุดของเครื่องยนต์



(a) ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์



(b) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์



(c) ควันดำ

รูป 4.21 ผลของอุณหภูมิน้ำมันปาล์มต่อปริมาณไอเสียที่ความเร็วต่างๆ และภาระ 50 % ของกำลังสูงสุดของเครื่องยนต์

จากรูป 4.22 (a) แสดงผลของอุณหภูมิน้ำมันถั่วเหลืองต่อปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ที่ความเร็วรอบต่างๆ และที่ภาระ 50% จะพบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์มีแนวโน้มลดลงที่ความเร็วรอบ 1,500 และ 2,400 รอบต่อนาที ประมาณ –40% ถึง –7% และ –22% ถึง –3% ส่วนที่ 1,800 รอบต่อนาที จะมีค่าเพิ่มขึ้นแล้วลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น โดยจะลดลงประมาณ –15% แล้วเพิ่มขึ้นประมาณ 27% และมีสัมประสิทธิ์การแปรผันเฉลี่ยของข้อมูลประมาณ 4% 7% และ 4% ตามลำดับของความเร็ว ที่ความเร็ว และ1,500 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 95-100°C จะมีสัมประสิทธิ์การแปรผันประมาณ 10% จะพบว่าปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์จะลดลงแล้วจะมีกค่าใกล้เคียงกันในช่วงอุณหภูมิ 70-100°C ที่ความเร็ว 1,800 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 55-60°C จะมีสัมประสิทธิ์การแปรผันประมาณ 11% ทำให้ทราบว่าที่ช่วงอุณหภูมิดังกล่าวปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์จะมีแนวโน้มลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น

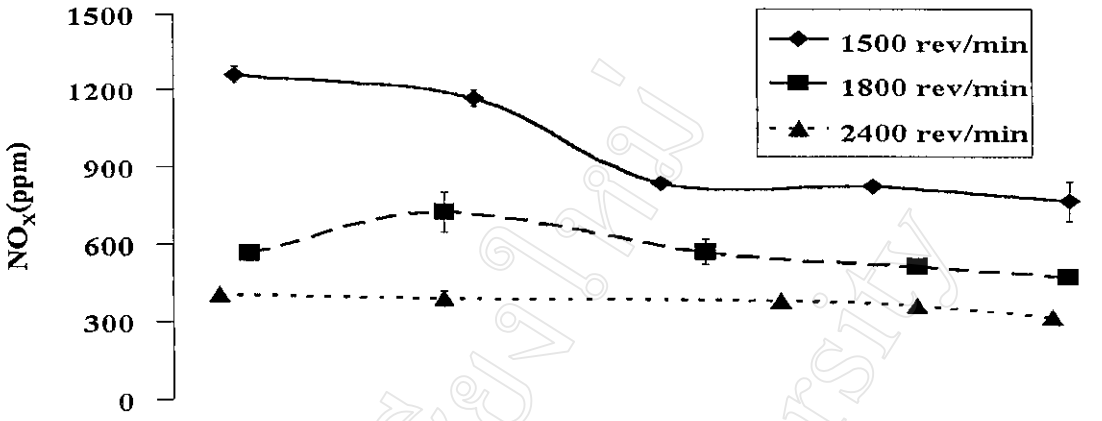
จากรูป 4.22 (b) แสดงผลของอุณหภูมิน้ำมันถั่วเหลืองต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ พบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยที่ความเร็ว 1,500 รอบต่อนาทีเพิ่มขึ้นประมาณ 12% ถึง 106% ที่ความเร็ว 1,800 รอบต่อนาที เพิ่มขึ้นประมาณ 4% ถึง 60% โดยมีปริมาณสูงที่สุดเมื่อเทียบกับความเร็วอื่นๆ อีกด้วย และที่ความเร็ว 2,400 รอบต่อนาที เพิ่มขึ้นประมาณ 14% ถึง 123% และจะมีสัมประสิทธิ์การแปรผันเฉลี่ยของข้อมูลประมาณ 5% 9% และ 3% ตามลำดับของความเร็ว จะพบว่าที่ความเร็ว 1,800 รอบต่อนาที ในช่วงอุณหภูมิ 40-70°C ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะมีค่าใกล้เคียงกันแล้วมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงอุณหภูมิ 70-100°C ส่วนที่ความเร็ว

จากรูป 4.22 (c) แสดงผลของอุณหภูมิของน้ำมันถั่วเหลืองต่อปริมาณควันดำ พบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาณความหนาแน่นของควันดำมีค่าเพิ่มขึ้นที่ ความเร็ว 1,500 รอบต่อนาทีเพิ่มขึ้นประมาณ 7% ถึง 23% ที่ความเร็ว 1,800 รอบต่อนาที เพิ่มขึ้นประมาณ 29% ถึง 60% และที่ความเร็ว 2,400 รอบต่อนาที เพิ่มขึ้นประมาณ 12% ถึง 56% โดยที่ความเร็วจะมีปริมาณควันดำมากที่สุดประมาณ 72 % ส่วนที่ความเร็ว 1,500 และ 1,800 รอบต่อนาที จะมีค่ามากที่สุดประมาณ 38% และ 53% ซึ่งที่ความเร็วจะมีปริมาณควันดำสูงกว่าที่ความเร็วอื่นๆ และมีสัมประสิทธิ์การแปรผันเฉลี่ยของข้อมูลประมาณ 3% 2% และ 3% ตามลำดับของความเร็ว

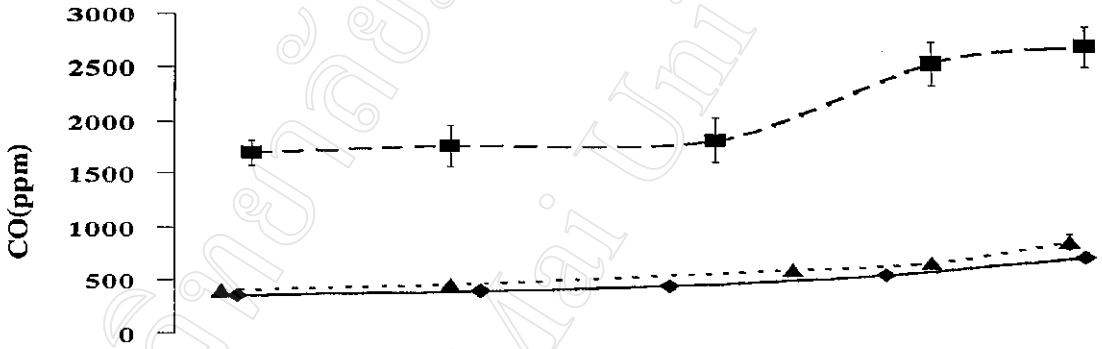
เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นที่ความเร็ว 1,800 รอบต่อนาที ปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ จะเพิ่มขึ้น ที่อุณหภูมิเดียวกันนี้ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะมีค่าลดลง เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นไปอีกปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์มีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่อง ส่วนก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณควันดำที่มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิถึงประมาณ 100 °C ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์มีค่าเพิ่มขึ้น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะลดลง ปริมาณควันดำจะลดลงด้วย

จะสังเกตว่าถ้าเป็นน้ำมันปาล์มที่ความเร็วเดียวกันนี้ค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะมีค่าสูงมาก ซึ่งมีปริมาณควันดำประมาณ 98% แต่น้ำมันถั่วเหลืองจะมีปริมาณควันดำสูงสุดประมาณ 72% และน้ำมันถั่วเหลืองมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะต่ำกว่าน้ำมันปาล์ม ที่ความเร็วเดียวกันและภาระที่ให้เท่ากันในขณะที่มีค่าความร้อนใกล้เคียงกัน เนื่องมาจากน้ำมันถั่วเหลืองจะมีความหนืดน้อยกว่าและมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำมันปาล์มเมื่ออุณหภูมิน้ำมันเท่ากัน ทำให้น้ำมันถั่วเหลืองมีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่ำกว่า และน้ำมันถั่วเหลืองมีการกระจายเป็นละอองฝอยของน้ำมันได้ดีกว่าน้ำมันปาล์มจึงส่งผลให้มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์กว่าจึงมีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และปริมาณควันดำต่ำกว่าน้ำมันปาล์ม

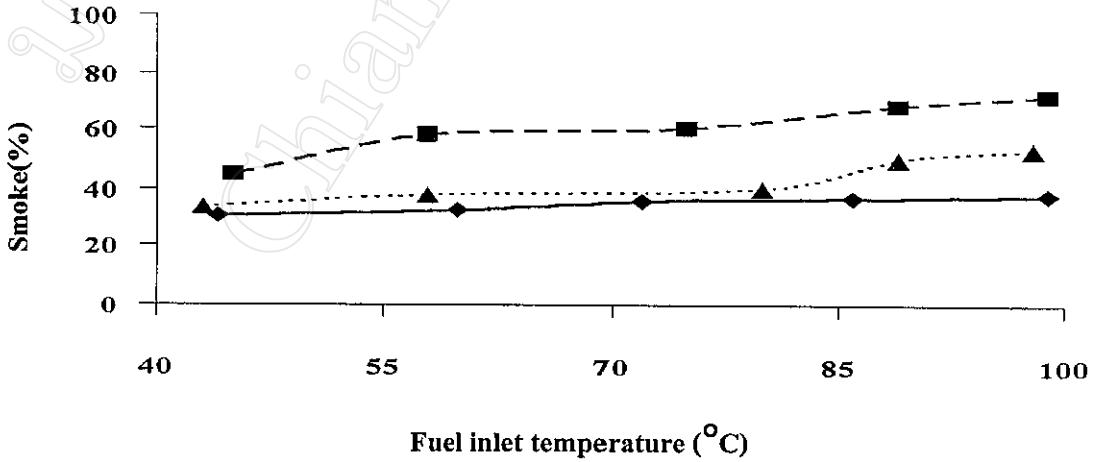
ส่วนที่ความเร็ว 1,500 และ 2,400 รอบต่อนาที เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์จะมีแนวโน้มลดลง ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะมีค่าเพิ่มขึ้น ปริมาณควันดำจะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อความเร็วสูงขึ้นจะมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น ส่วนผสมน้ำมันต่ออากาศมากขึ้นซึ่งมากกว่าอัตราส่วนของน้ำมันต่ออากาศตามทฤษฎี ทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ เพราะมีอากาศส่วนเกินไม่เพียงพอ จึงมีปริมาณควันดำและเขม่ามากขึ้น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เพิ่มขึ้น ส่วนก๊าซไนโตรเจนออกไซด์มีแนวโน้มลดลงเพราะมีอากาศส่วนเกินลดลง



(a) ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์



(b) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์



(c) ควันดำ

รูป 4.22 ผลของอุณหภูมิน้ำมันถั่วเหลืองต่อปริมาณไอเสียที่ความเร็วต่างๆ และภาระ 50 % ของกำลังสูงสุดของเครื่องยนต์

4.3.6 ผลของอุณหภูมิน้ำมันพืชต่อไอเสีย ที่ภาระต่างๆ และความเร็ว 2,400 รอบต่อนาทีของเครื่องยนต์

จากรูป 4.23 (a) แสดงผลของอุณหภูมิน้ำมันปาล์มต่อปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ ตามรูปจะพบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์จะมีแนวโน้มลดลง พบว่าที่ภาระ 0% จะลดลงประมาณ -6% ถึง –24% ที่ภาระ 10% ลดลงประมาณ –3% ถึง –17% ที่ภาระ 25% ลดลงประมาณ –6% ถึง –28% และที่ภาระ 50 % ลดลงประมาณ –3% ถึง –18%ปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามภาระที่เพิ่มขึ้นด้วย และมีสัมประสิทธิ์การแปรผันเฉลี่ยของข้อมูลประมาณ 2% 3% 2% และ 4% ตามลำดับของภาระ

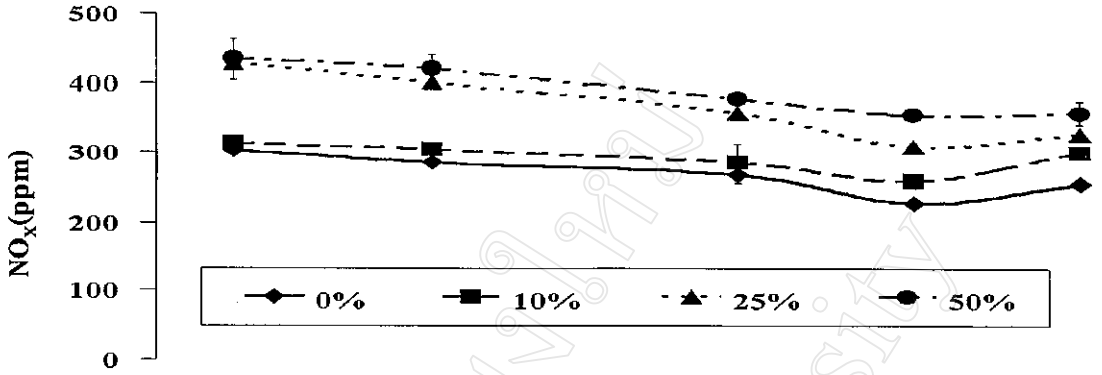
จากรูป 4.23 (b) แสดงผลของอุณหภูมิน้ำมันปาล์มต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ตามรูปจะพบว่าเมื่ออุณหภูมิน้ำมันเพิ่มขึ้นปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ภาระ 0% และ 10% มีค่าลดลงประมาณ –8% ถึง -23% และ -4% ถึง -25% ตามลำดับ ที่ภาระ 25% จะค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 8% ถึง 20% ส่วนที่ภาระ 50% จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ประมาณ 73% ถึง 93% และปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะมีค่าลดลงเมื่อภาระที่ให้เพิ่มขึ้น และมีสัมประสิทธิ์การแปรผันเฉลี่ยของข้อมูลประมาณ 2. % 2% 3% และ 3% ตามลำดับของภาระ

จากรูป 4.23 (c) แสดงผลของอุณหภูมิน้ำมันปาล์มต่อปริมาณควันดำ จะพบว่าเมื่อน้ำมันมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นปริมาณควันดำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ที่ภาระ 0% เพิ่มขึ้นประมาณ 30% ถึง109% ที่ภาระ 10% เพิ่มขึ้นประมาณ 37% ถึง 83% ที่ภาระ 25% เพิ่มขึ้นประมาณ 28% ถึง 74% ที่ภาระ 50% เพิ่มขึ้นประมาณ 27% ถึง 84% ปริมาณควันดำจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามภาระเพิ่มขึ้นที่ภาระ 50% จะมีควันดำสูงสุดประมาณ 42% เมื่อเทียบกับภาระอื่นๆ และมีสัมประสิทธิ์การแปรผันเฉลี่ยของข้อมูลประมาณ 6% 5% 4% และ 3% ตามลำดับของภาระ

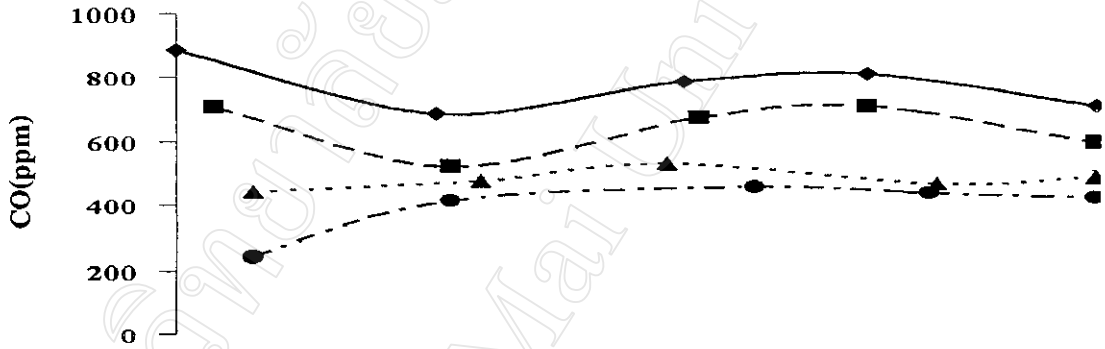
เมื่อพิจารณาถึงผลของภาระที่ให้กับเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบคงที่ หากอุณหภูมิน้ำมันปาล์มเพิ่มขึ้นจะพบว่าปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์มีแนวโน้มลดลง ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ปริมาณควันดำมีค่าเพิ่มขึ้น

จากรูป 4.24 แสดงผลอุณหภูมิของน้ำมันถั่วเหลืองต่อปริมาณก๊าซไอเสียที่ภาระต่างๆ และความเร็ว 2400 รอบต่อนาที ของเครื่องยนต์

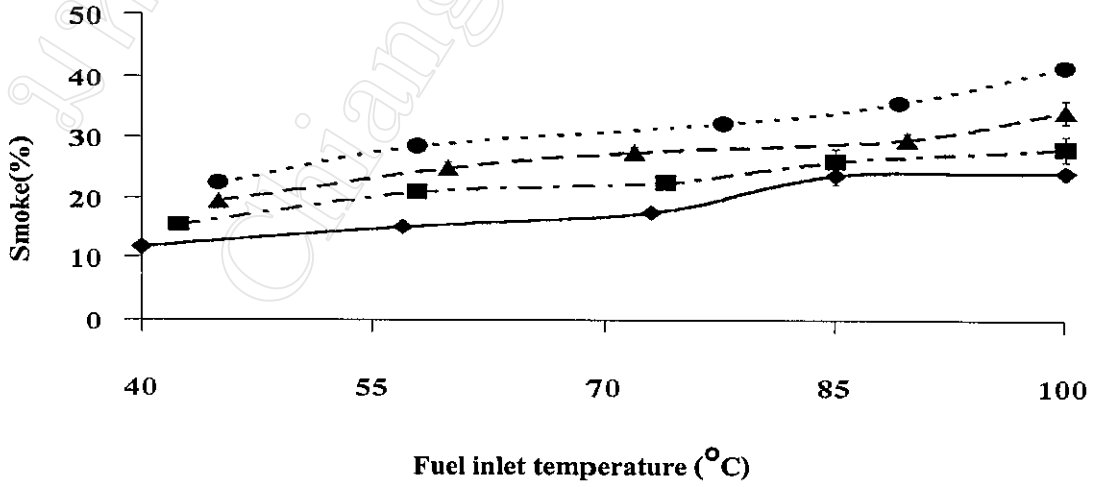
จากรูป 4.24 (a) แสดงผลอุณหภูมิของน้ำมันถั่วเหลืองต่อปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์จะพบว่าปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อภาระที่ให้กับเครื่องยนต์สูงขึ้น แต่จะลดลงเมื่ออุณหภูมิของน้ำมันถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น โดยที่ภาระ 0% มีแนวโน้มของค่าลดลงประมาณ - 14 % ถึง –35% ส่วนที่ภาระ 10% ลดลง –7% ถึง –35% ที่ภาระ 25% ลดลงประมาณ–6% ถึง –31% และที่ภาระ 50% ลดลงประมาณ –3% ถึง –22%



(a) ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์



(b) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์



(c) ควันดำ

รูป 4.23 ผลของอุณหภูมิน้ำมันปาล์มต่อปริมาณไอเสียที่ความเร็ว 2,400 รอบต่อนาทีและที่ภาระต่างๆ ของกำลังสูงสุดของเครื่องยนต์

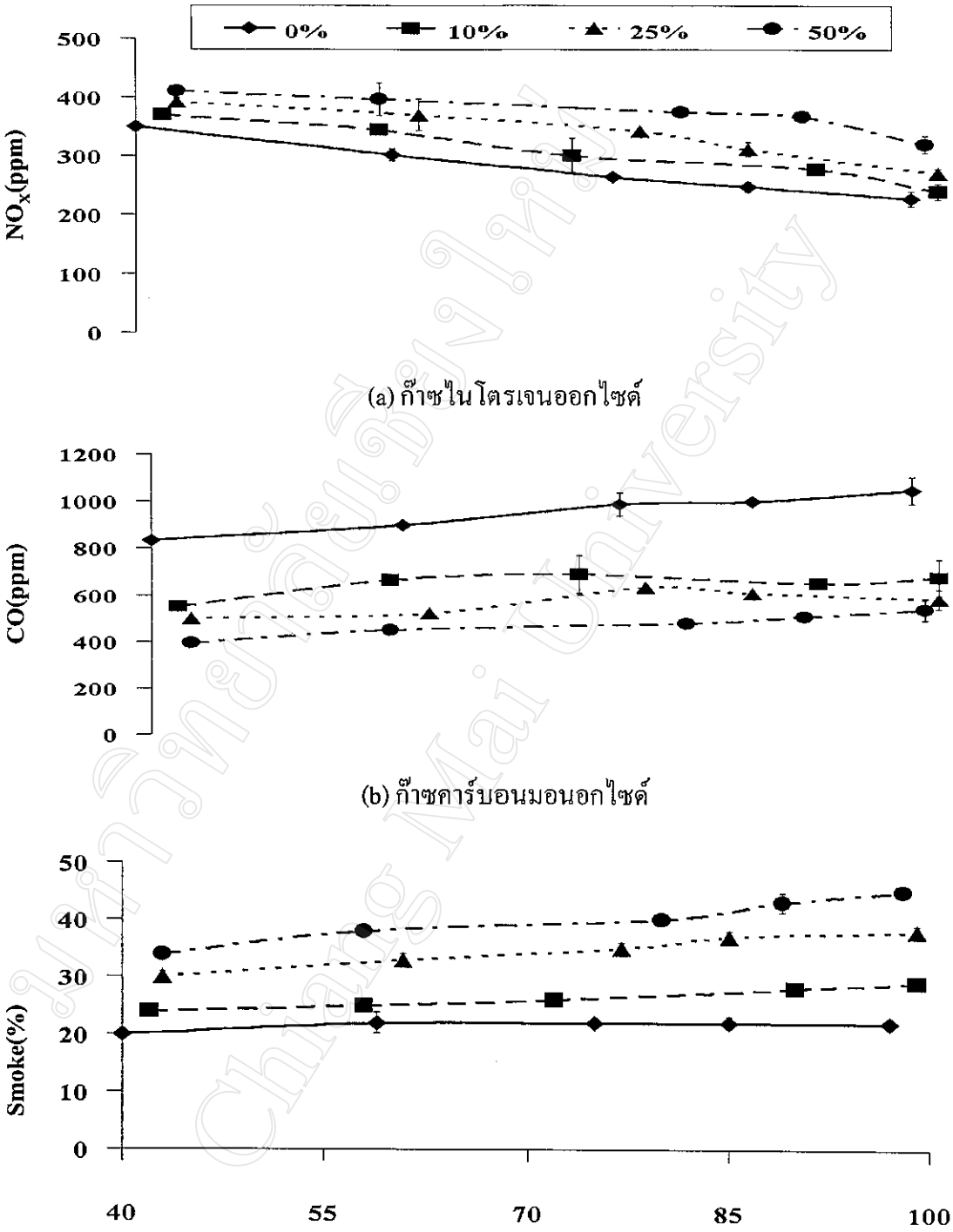
และมีสัมประสิทธิ์การแปรผันเฉลี่ยของข้อมูลประมาณ 3% 4% 3% และ 3% ตามลำดับของภาระ

จากรูป 4.24 (b) แสดงผลของอุณหภูมิของน้ำมันถั่วเหลืองต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะพบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นปริมาณก๊าซจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ที่ภาระ 0% จะเพิ่มขึ้นประมาณ 8% ถึง 26.2% ที่ภาระ 10% เพิ่มขึ้นประมาณ 19% ถึง 24% ที่ภาระ 25% เพิ่มขึ้นประมาณ 5% ถึง 17% และที่ภาระ 50% เพิ่มขึ้นประมาณ 14% ถึง 37% แต่หากเพิ่มภาระมากขึ้นปริมาณก๊าซจะลดลง และมีสัมประสิทธิ์การแปรผันเฉลี่ยของข้อมูลประมาณ 3% 5% 3% และ 3% ตามลำดับของภาระ

จากรูป 4.24 (c) แสดงผลของอุณหภูมิของน้ำมันถั่วเหลืองต่อปริมาณควันดำ จะพบว่าปริมาณควันดำจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิและภาระเพิ่มขึ้น โดยที่ภาระ 0% จะเพิ่มขึ้นประมาณ 10% ที่ภาระ 10% เพิ่มขึ้นประมาณ 4% ถึง 21% ที่ภาระ 25% เพิ่มขึ้นประมาณ 10% ถึง 27% ที่ภาระ 50% เพิ่มขึ้นประมาณ 12% ถึง 32% และมีสัมประสิทธิ์การแปรผันเฉลี่ยของข้อมูลประมาณ 5% 4% 3% และ 3% ตามลำดับของภาระ

เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นที่ภาระ 50 % ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และปริมาณควันดำจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าที่ภาระอื่นๆ โดยเฉพาะในช่วง 85-100^{o}C จะมีค่าเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมากเมื่อเทียบกับในช่วงอุณหภูมิ 40 –85^{o}C และมีสัมประสิทธิ์การแปรผันเฉลี่ยของข้อมูลประมาณ 6% 5% 4% และ 3% ตามลำดับของภาระ

เมื่อภาระเพิ่มขึ้นจะพบว่าก๊าซไนโตรเจนออกไซด์และความหนาแน่นควันดำจะเพิ่มขึ้น แต่ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มีแนวโน้มลดลง ส่วนเมื่อเพิ่มอุณหภูมิน้ำมัน ปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์มีแนวโน้มลดลง ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และปริมาณความหนาแน่นควันดำมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อภาระมากขึ้นควันดำมากขึ้น เนื่องจากจะมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงเพิ่มตามภาระ ซึ่งที่ความเร็วต่ำเมื่อภาระเพิ่มขึ้น อากาศส่วนเกินในห้องเผาไหม้มีการเพิ่มขึ้นน้อย ทำให้อัตราส่วนน้ำมันต่ออากาศเพิ่มขึ้นตามภาระที่เพิ่มขึ้น ซึ่งการเผาไหม้จะไม่สมบูรณ์มากขึ้น ทำให้เกิดเป็นเขม่าก้อนเล็กๆ จำนวนมาก ซึ่งเกิดจากหยดน้ำมันที่ไม่ได้ผสมกับอากาศ เกิดเป็นเขม่าทำให้มีอากาศเหลือมากขึ้นเมื่อภาระเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์เพิ่มสูงขึ้นตามภาระจากอากาศส่วนเกินที่เหลือเพิ่มขึ้น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จึงมีค่าลดลง ส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มมากขึ้น



(a) ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์

(b) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

(c) ควันดำ

รูป 4.24 ผลของอุณหภูมิน้ำมันถั่วเหลืองต่อปริมาณไอเสียที่ความเร็ว 2,400 รอบต่อนาทีและที่ภาระต่างๆ ของกำลังสูงสุดของเครื่องยนต์

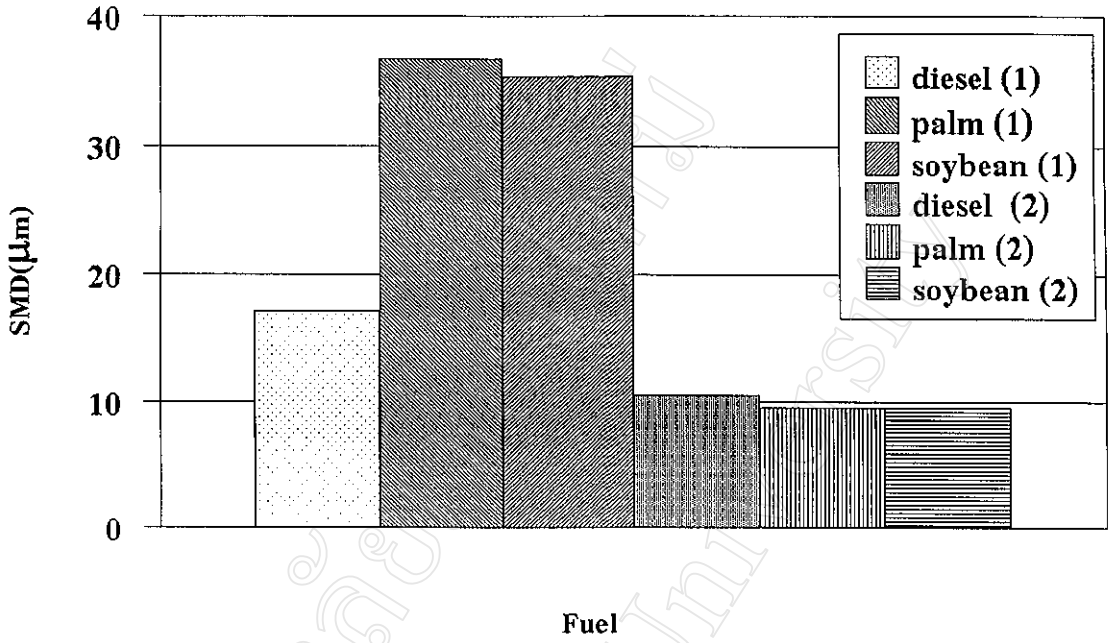
4.4 การเปรียบเทียบผลการประเมินสมรรถนะเทียบกับการทดสอบ

4.4.1 เปรียบเทียบค่า SMD และสัดส่วนอัตราการใช้เชื้อเพลิงจากการคำนวณ

ในการคำนวณหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมัชฌิมซอเทอร์ (Sauter mean diameter, SMD) ที่เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของหยดน้ำมัน หาได้จากอัตราส่วนระหว่างปริมาตรกับพื้นที่ผิวเท่ากับของสเปรย์น้ำมันที่ฉีดทั้งหมด (กัญจนา บุณยเกียรติ, 2544) จะใช้ SMD_1 จากสมการ 2.11 ที่ใช้คำนวณสำหรับน้ำมันดีเซลและน้ำมันพืชที่มีคุณสมบัติทางกายภาพที่แตกต่างกัน และ SMD_2 จากสมการ 2.12 ซึ่งใช้คำนวณสำหรับน้ำมันพืชจากรูป 4.25 พบว่า SMD_2 ที่เป็นสมการสำหรับทำนายค่า SMD ของน้ำมันพืช ซึ่งเมื่อนำมาทำนายขนาดหยดของน้ำมันดีเซลพบว่าค่า SMD_2 จะมีค่าน้อยกว่า SMD_1 ประมาณ 38 % เมื่อเทียบกับ SMD_1 ซึ่งขนาดหยดน้ำมันดีเซลโดยทั่วไปแล้วจะมีขนาดประมาณที่คำนวณได้จาก SMD_1 (Machacon et al., 2001) ซึ่งการนำสมการทำนาย SMD_2 ที่นำมาใช้ทำนายค่าน้ำมันดีเซล นั้นจะมีความผิดพลาดเนื่องจากสมการที่ได้มาจากความสัมพันธ์จากการทดสอบน้ำมันพืช ซึ่งสมการดังกล่าวไม่ได้ใช้สำหรับน้ำมันดีเซล จึงทำให้ค่าน้ำมันดีเซลมีค่า SMD_2 มีค่าต่ำกว่าสมการ SMD_1 และในน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลืองจะมีขนาด SMD_1 มากกว่าน้ำมันดีเซลอีกด้วย (Varde, 1984) และจะมากกว่าใน SMD_2 ประมาณ 2 –2.5 เท่า ซึ่งทำให้ค่าจาก SMD_1 จะเหมาะสมในการนำมาทำนายน้ำมันดีเซล น้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลือง

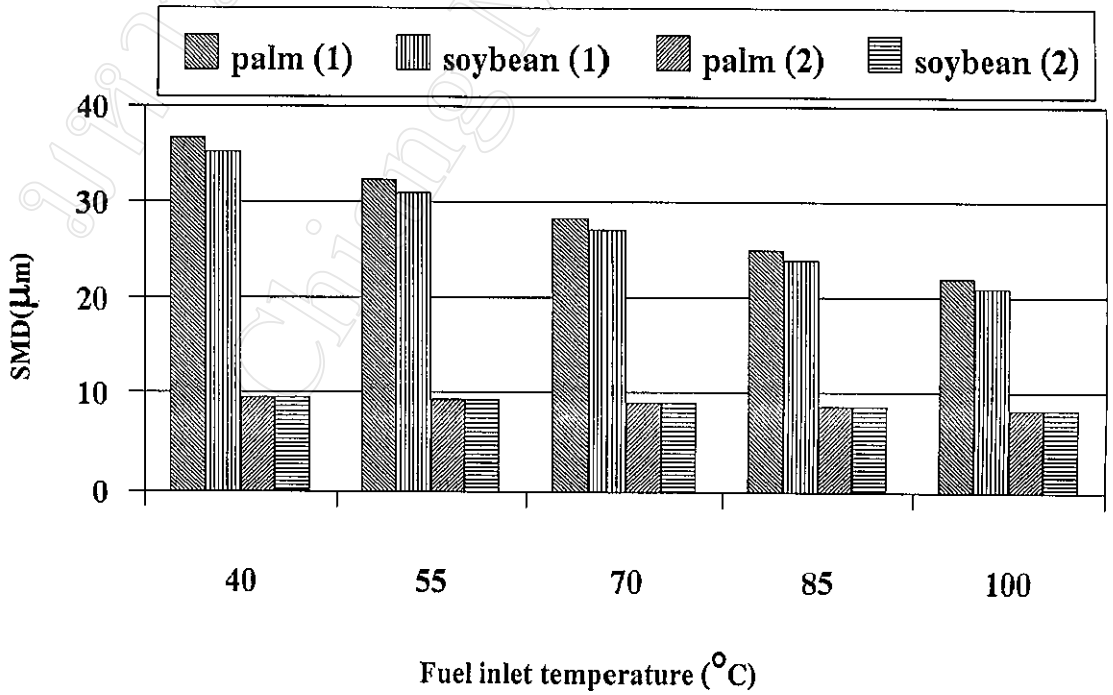
จากรูป 4.26 แสดงผลของอุณหภูมิน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลืองต่อค่า SMD โดยเปรียบเทียบระหว่าง SMD_1 กับ SMD_2 จะพบว่าเมื่ออุณหภูมิน้ำมันเพิ่มขึ้นถึงประมาณ 100°C ค่า SMD จะมีค่าลดลง โดยที่ ค่า SMD_1 ของน้ำมันปาล์มจะลดลงประมาณ 40 % และน้ำมันถั่วเหลืองจะลดลงประมาณ 41% เมื่อเทียบกับค่า SMD ที่อุณหภูมิประมาณ 40°C ส่วน SMD_2 น้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลือง จะลดลงประมาณ 13% เมื่อเทียบกับค่า SMD ที่อุณหภูมิประมาณ 40°C เมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซลโดยใช้ค่าจาก SMD_1 มาเปรียบเทียบพบว่าที่อุณหภูมิประมาณ 40°C น้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลืองจะมีค่า SMD มากกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 115% และ 106 % ส่วนที่อุณหภูมิประมาณ 100°C จะมีค่ามากกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 29% และ 23% เรียงตามลำดับ

เมื่ออุณหภูมิเพิ่มมากขึ้น คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันพืชจะเป็นดังนี้ ความหนืดและความตึงผิวจะมีจะลดลง ความหนาแน่นจะเพิ่มขึ้น Giffen and Muraszew (1953) ได้สรุปไว้ว่าขนาดของ SMD จะขึ้นอยู่กับความหนืดเป็นส่วนใหญ่ ส่วนความตึงผิวและความหนาแน่นจะมีผลน้อยมากต่อการเปลี่ยนแปลงของ SMD, spray penetration และ spray angle จากการคำนวณจึงทำให้เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นความหนืดจะลดลง ทำให้ค่า SMD มีค่าลดลง



รูป 4.25 ผลของชนิดน้ำมันและสมการคำนวณหาขนาด SMD ต่อค่า SMD (เมื่อใช้น้ำมันพืชที่อุณหภูมิ 40-45°C และน้ำมันดีเซล)

เมื่อ 1 = คำนวณจาก SMD_1 จากสมการ 2.11 และ 2 = คำนวณจาก SMD_2 โดยสมการ 2.12



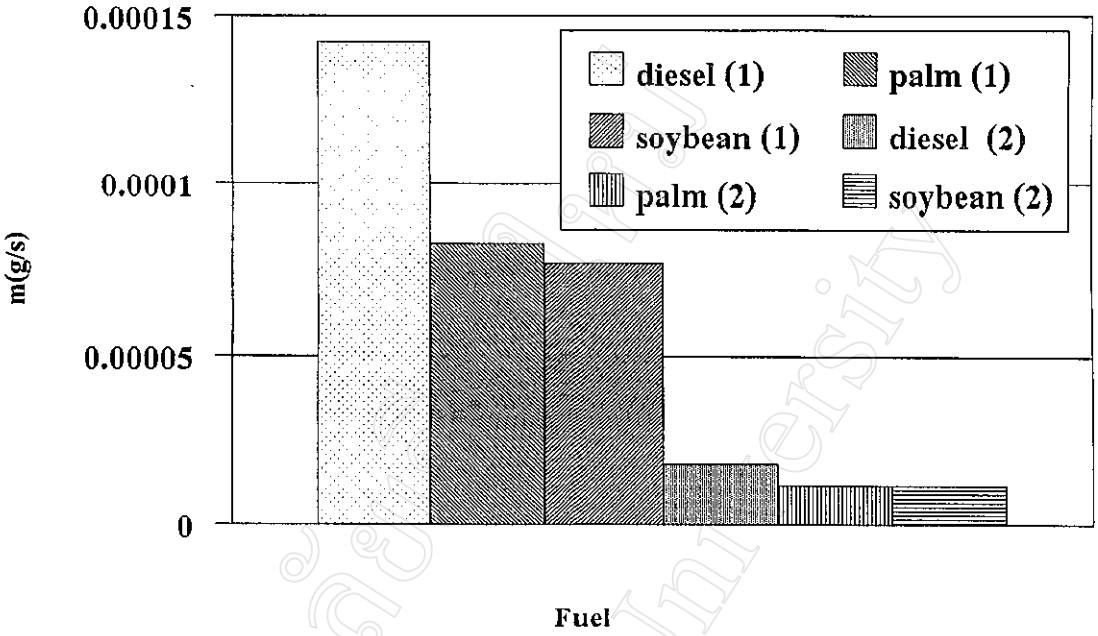
รูป 4.26 ผลของอุณหภูมิน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลืองต่อค่า SMD

เมื่อ 1 = คำนวณจาก SMD_1 จากสมการ 2.11 และ 2 = คำนวณจาก SMD_2 โดยสมการ 2.12

จากรูป 4.27 แสดงค่าอัตราการใช้เชื้อเพลิงของน้ำมันดีเซลเทียบกับน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลือง จะพบว่าค่าจาก SMD_1 จะให้ค่า m* มากกว่าน้ำมัน SMD_2 โดยพบว่าค่า SMD_1 น้ำมันดีเซลจะมี m* มากกว่าน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลืองประมาณ 2 เท่า ซึ่งจากการคำนวณพบว่าขนาดหยดน้ำมันดีเซลมีขนาดเล็กกว่าประมาณครึ่งหนึ่งของน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลือง ส่วนค่า m* จาก SMD_2 พบว่าน้ำมันดีเซลมีค่ามากกว่าน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลืองประมาณ 4%

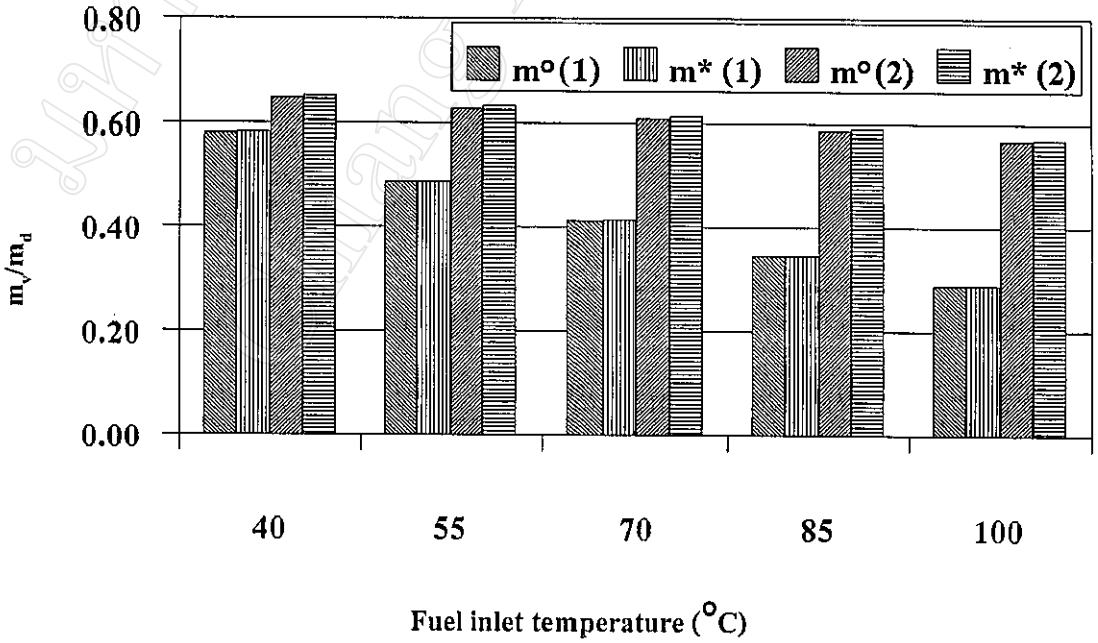
จากรูป 4.28 แสดงผลของอุณหภูมิน้ำมันต่อสัดส่วนอัตราการใช้เชื้อเพลิงของน้ำมันปาล์มต่อน้ำมันดีเซล พบว่าค่าอัตราการเผาไหม้ที่คำนวณจาก SMD_1 ค่า m*1 และ $m^{\circ}1$ ไม่แตกต่างกัน และค่า m*2 จะมีค่ามากกว่า $m^{\circ}2$ ที่ได้จาก SMD_2 ประมาณ 1 % ซึ่งจะนำค่า m* มาใช้ในการเปรียบเทียบส่วนต่อไปเนื่องจากค่า m* ใช้ในการคำนวณสำหรับการถ่ายเทความร้อนและมวลปริมาณสูง ซึ่งในเครื่องยนต์ที่มีการใช้เชื้อเพลิงต่อเนื่องกันและมีอุณหภูมิสูงจะให้ค่าที่ใกล้เคียงมากกว่า และจากการทดสอบการเผาไหม้ทรงกลมหยดเดี่ยวที่ค่า m* จะให้ค่าใกล้เคียงกับค่าจากการทดสอบมากกว่า

ซึ่งจากที่กล่าวมาข้างต้นค่าจาก SMD_1 จะให้ค่าของน้ำมันดีเซล น้ำมันปาล์ม และน้ำมันถั่วเหลืองได้ใกล้เคียงกว่าจึง SMD_2 ดังนั้นในการคำนวณ สัดส่วนของอัตราการใช้เชื้อเพลิงจะให้ผลที่ใกล้เคียงกับการทดลองมากกว่า จึงใช้ค่า SMD_1 ในการคำนวณเปรียบเทียบต่อไป



รูป 4.27 ผลของชนิดน้ำมันต่ออัตราการใช้เชื้อเพลิง m* ต่อ 1 หยดน้ำมัน (เมื่อใช้น้ำมันพืชที่อุณหภูมิ 40-45°C และน้ำมันดีเซล)

เมื่อ 1 = คำนวณจาก SMD_1 จากสมการ 2.11 และ 2 = คำนวณจาก SMD_2 โดยสมการ 2.12



รูป 4.28 ผลของอุณหภูมิน้ำมันต่อสัดส่วนอัตราการใช้เชื้อเพลิงของน้ำมันปาล์มต่อน้ำมันดีเซล

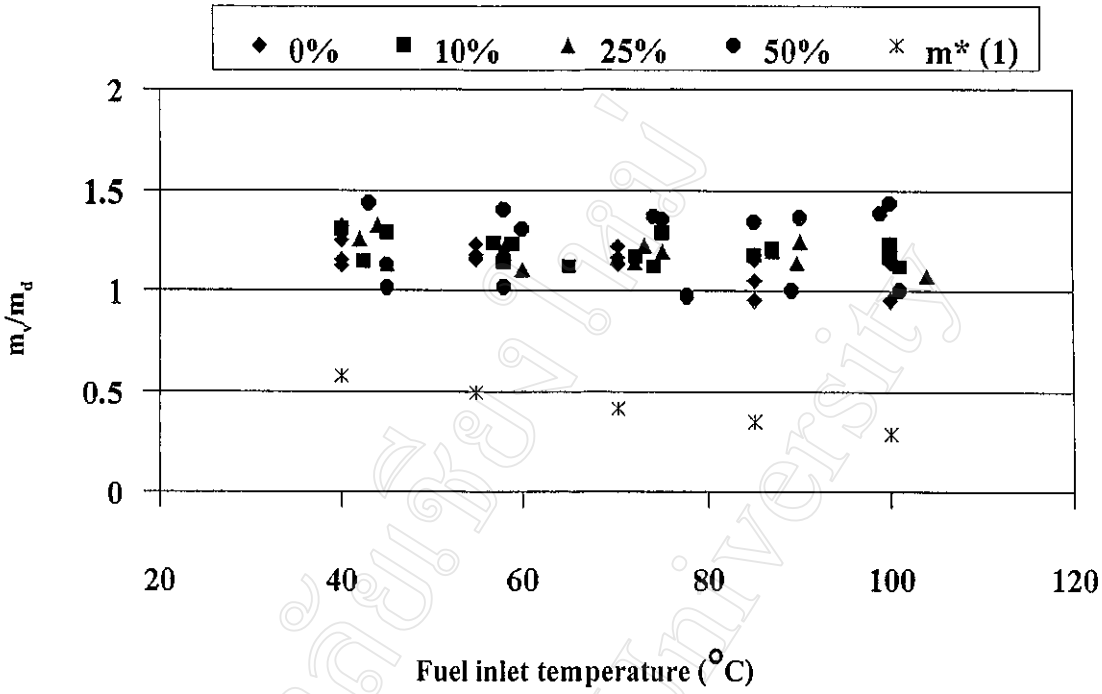
เมื่อ 1 = คำนวณจาก SMD_1 จากสมการ 2.11 และ 2 = คำนวณจาก SMD_2 โดยสมการ 2.12

4.4.2 เปรียบเทียบสัดส่วนอัตราการใช้เชื้อเพลิงของน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลืองต่อน้ำมันดีเซลจากการคำนวณกับการทดสอบ

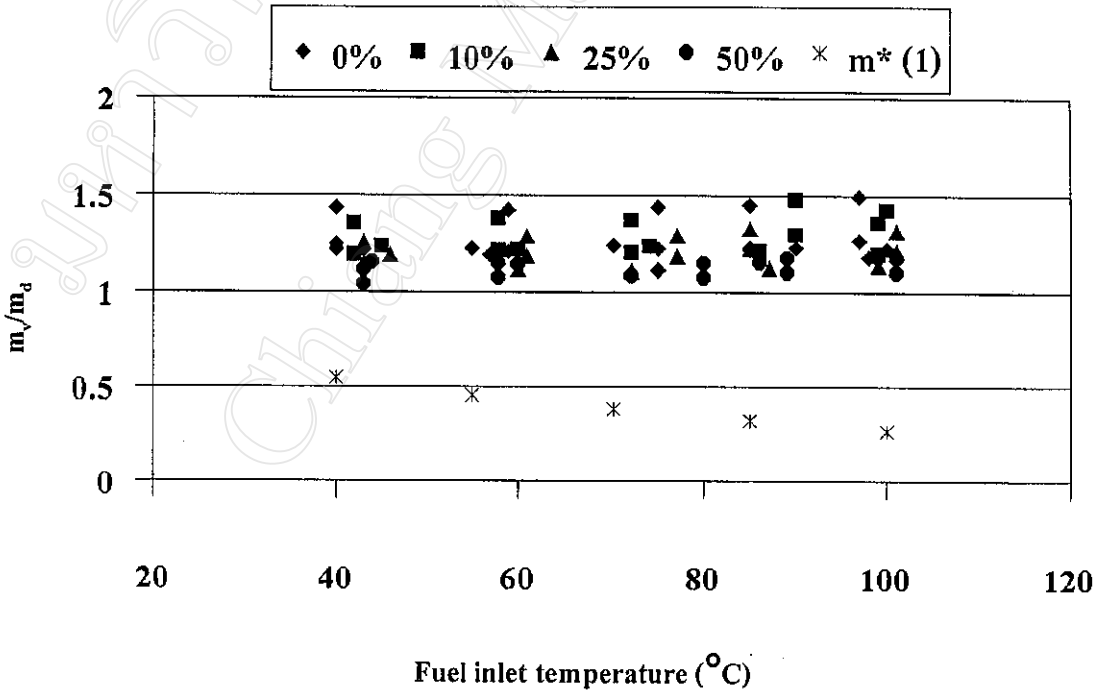
รูป 4.29 แสดงผลของอุณหภูมิน้ำมันปาล์มต่อค่าสัดส่วนอัตราการใช้เชื้อเพลิงของน้ำมันปาล์มต่อน้ำมันดีเซล จากการทดสอบโดยพล็อตแบ่งเป็นกลุ่มตามภาระของเครื่องยนต์ ที่ภาระ 0% - 50% ของกำลังสูงสุด ที่ความเร็ว 900 – 2,400 รอบต่อนาที โดยเทียบกับค่าจากการคำนวณของ m*1 ของ SMD_1 จะพบว่าค่า m*1 จาก SMD_1 จะมีแนวโน้มลดลง ค่าสัดส่วนอัตราการใช้เชื้อเพลิงที่ได้จากการคำนวณมีค่าประมาณ 0.3-0.6 และ ส่วนค่าสัดส่วนจากการทดสอบมีค่าประมาณ 0.1-1.4 และจะมีค่าสัดส่วนอัตราการใช้เชื้อเพลิงต่ำกว่าค่าจากการทดสอบ

เนื่องจากในการทดสอบอัตราการใช้เชื้อเพลิงของน้ำมันดีเซลจะต่ำกว่าน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลือง ประมาณ 1-1.5 เท่า แต่ในการคำนวณอัตราการใช้เชื้อเพลิง น้ำมันดีเซลจะมากกว่าน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลือง ประมาณ 1 เท่า ทำให้ค่าจากการคำนวณโดยสมการถ่ายเทมวลมีค่าแตกต่างดังรูป 4.29

จากรูป 4.30 แสดงผลของอุณหภูมิของน้ำมันถั่วเหลืองต่อสัดส่วนอัตราการใช้เชื้อเพลิงของน้ำมันถั่วเหลืองต่อน้ำมันดีเซล จะพบว่าผลที่ได้จากการคำนวณของค่าสัดส่วนของน้ำมันถั่วเหลืองต่อน้ำมันดีเซล จะมีค่าน้อยกว่าสัดส่วนของน้ำมันปาล์มต่อน้ำมันดีเซลประมาณ 7% ถึง 7% โดยที่ค่าจากการคำนวณจะมีแนวโน้มลดลงเมื่ออุณหภูมิน้ำมันถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น และค่าจากการคำนวณจะมีค่าประมาณ 0.3-0.5 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าจากการทดสอบที่มีค่าประมาณ 1.1-1.5



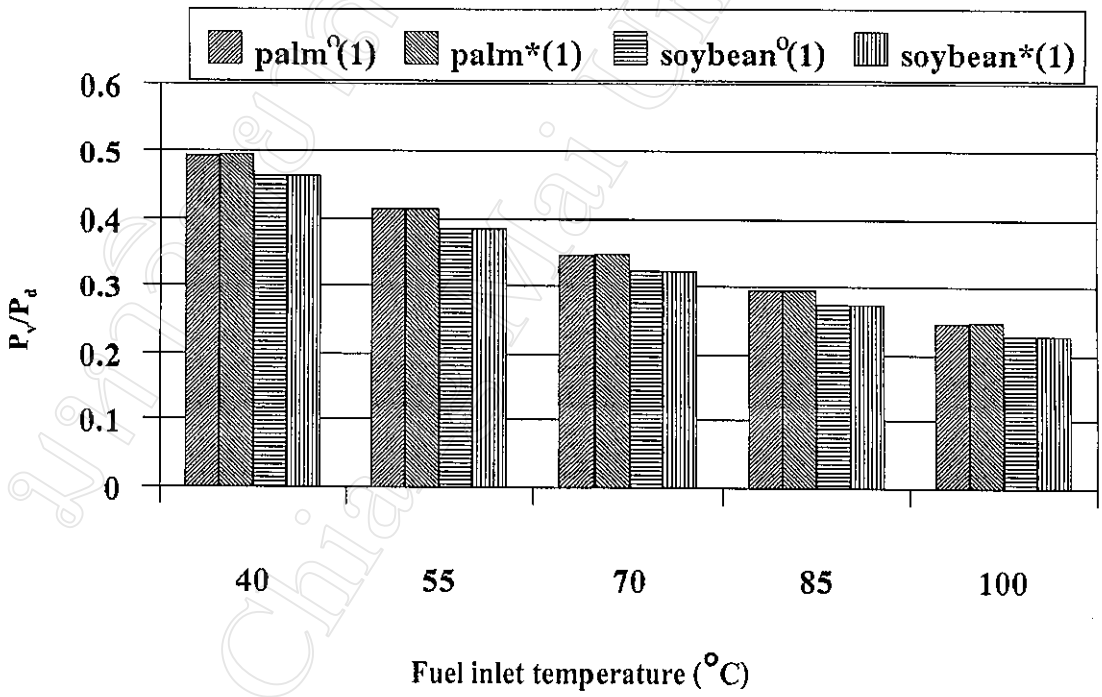
รูป 4.29 ผลของอุณหภูมิน้ำมันปาล์มต่อสัดส่วนอัตราการใช้เชื้อเพลิงของน้ำมันปาล์มต่อน้ำมันดีเซล โดยเปรียบเทียบค่าจากการทดสอบที่ภาระ 0% - 50% ของกำลังสูงสุด ที่ความเร็ว 900 – 2,400 รอบต่อนาที โดยคำนวณจากค่า m* เมื่อ 1 = คำนวณจาก SMD_1 จากสมการ 2.11



รูป 4.30 ผลของอุณหภูมิน้ำมันถั่วเหลืองต่อสัดส่วนอัตราการใช้เชื้อเพลิงของน้ำมันถั่วเหลืองต่อน้ำมันดีเซล โดยเปรียบเทียบค่าจากการทดสอบที่ภาระ 0% - 50% ของกำลังสูงสุด ที่ความเร็ว 900 – 2,400 รอบต่อนาที กับค่าจากการคำนวณ m* เมื่อ 1 = คำนวณจาก SMD_1 จากสมการ 2.11

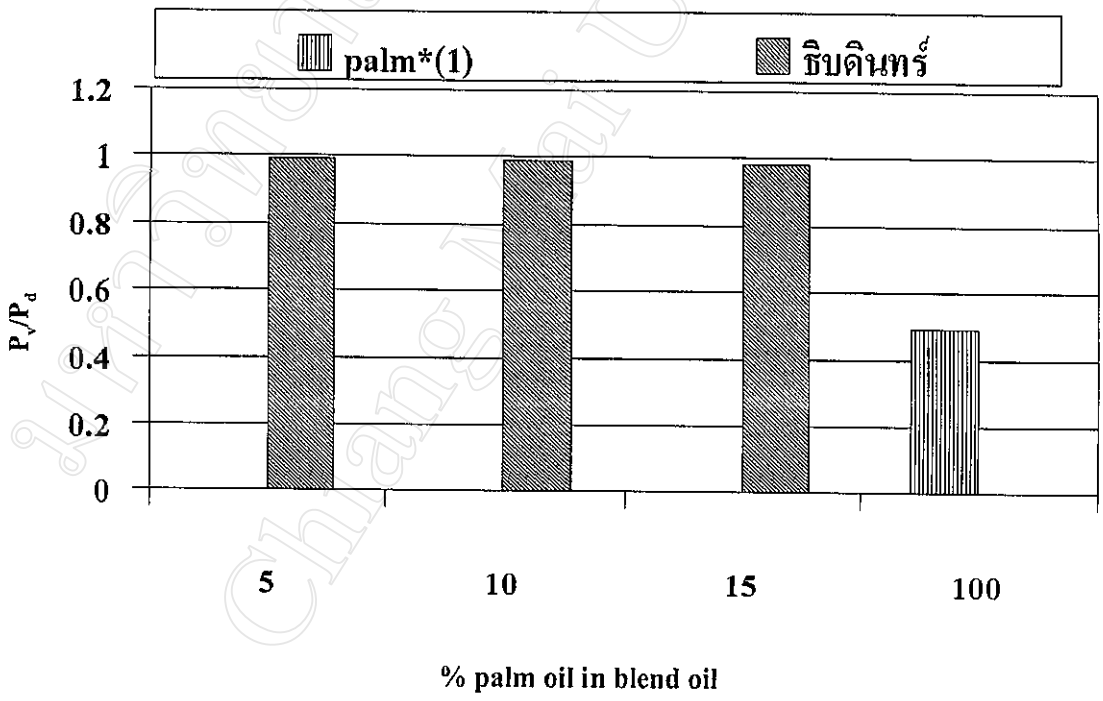
4.4.3 เปรียบเทียบค่าสัดส่วนกำลังจากการคำนวณของน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลืองต่อน้ำมันดีเซล

จากรูป 4.31 แสดงสัดส่วนของกำลังของน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลือง โดยเปรียบเทียบสัดส่วนกำลัง P° ที่คำนวณจากค่า m° และ P* ที่คำนวณจากค่า m* จะพบว่าค่าสัดส่วนกำลังที่ได้จะมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และสัดส่วนของกำลังจะมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิน้ำมันเพิ่มขึ้น ซึ่งจะลดลงประมาณ 50% เมื่ออุณหภูมิน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นถึงประมาณ 100°C เมื่อเทียบกันกับที่อุณหภูมิ 40°C จากการคำนวณ ทำให้ทราบว่าเมื่อน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลืองมีอุณหภูมิสูงขึ้นจะให้กำลังลดลงเมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซลจึงทำให้สัดส่วนของกำลังที่ให้ออกมามีค่าลดลง และพบว่าน้ำมันปาล์มจะมีสัดส่วนของกำลังสูงกว่าน้ำมันถั่วเหลืองประมาณ 7%



รูป 4.31 ผลของอุณหภูมิน้ำมันต่อสัดส่วนกำลังของน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลืองต่อน้ำมันดีเซล โดยเปรียบเทียบระหว่างค่าจาก P° และ P*

ซึ่งในงานวิจัยที่ผ่านมาของ ธิบดินทร์ แสงสว่าง (2543) ได้ทำนายสัดส่วนกำลังสูงสุดของน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันดีเซลต่อน้ำมันดีเซล โดยเทียบกับสัดส่วนของกำลังสูงสุดที่ทดสอบได้ซึ่งจะให้ค่าใกล้เคียงกับการทดสอบที่กำลังสูงสุด ค่าสัดส่วนกำลังมีค่าน้อยกว่า 1 เนื่องจากน้ำมันดีเซลจะให้กำลังสูงกว่าน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันดีเซล ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบที่ภาระใดๆ ทำให้ค่าสัดส่วนกำลังที่ได้ไม่ใช่สัดส่วนของกำลังสูงสุด แต่เป็นสัดส่วนของภาระภาระ 0% -50% ของกำลังสูงสุด ที่ให้กับเครื่องยนต์ซึ่งในการทดสอบทำการทดสอบแบบภาระคงที่ทำให้ภาระเมื่อใช้น้ำมันปาล์มและน้ำมันดีเซลจะมีค่าเท่ากันและทำให้สัดส่วนของกำลังของน้ำมันปาล์มต่อน้ำมันดีเซลสำหรับการทดสอบมีค่าเท่ากับ 1 ดังนั้นค่าสัดส่วนของกำลังสูงสุดของ ธิบดินทร์ แสงสว่าง (2543) ที่ผสมน้ำมันปาล์มกับน้ำมันดีเซลที่ส่วนผสมต่างๆ เปรียบเทียบกับสัดส่วนกำลังของน้ำมันปาล์ม ที่อุณหภูมิประมาณ 40°C แสดงดังรูป 4.32 ค่าสัดส่วนกำลังของงานวิจัยนี้มีค่าประมาณ 0.49 ซึ่งจะมีค่าต่ำกว่าค่าของ ธิบดินทร์ แสงสว่าง (2543) ที่มีค่าประมาณ 0.99, 0.98, 0.98



รูป 4.32 เปรียบผลการคำนวณของงานวิจัยนี้และ ธิบดินทร์ แสงสว่าง (2543) สัดส่วนกำลังของน้ำมันปาล์มต่อน้ำมันดีเซล โดยงานวิจัยนี้นำ ค่าสัดส่วนกำลังของ P* และน้ำมันปาล์มมีอุณหภูมิประมาณ 40°C นำมาใช้ในการเปรียบเทียบ