

## การเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องยนต์ SI ที่ใช้เชื้อเพลิงเอทานอล (E100) และ เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ (E85) Comparative study on the performance of spark ignition engine using Ethanol (E100) and Gasohol (E85) as fuels

วิลักษณ์นาม ผลเจริญ\* กุลเชษฐ์ เพียรทอง

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี 34190 Tel: 045-353381 Fax: 045-353333 E-mail: Viluknam@hotmail.com

Viluknam Phoncharoen\* Kulachate Pianthong

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Ubon ratchathani University

warinchamrap, Ubon ratchathani 34190 Thailand Tel: 045-353381 Fax: 045-353333 E-mail: Viluknam@hotmail.com

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบผลของสมรรถนะระหว่างเครื่องยนต์แก๊สโซฮอล์ที่ใช้น้ำมันเบนซินออกเทน 91 กับเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95% (E100) และ เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ (E85) เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ คือเครื่องยนต์แก๊สโซฮอล์เล็กสูบเดี่ยว 4 จังหวะ siam Kubota รุ่น k230 มีปริมาตรความจุกระบอกสูบ 232 ซีซี อัตราส่วนการอัด 6.4:1 ระบบการจ่ายเชื้อเพลิงแบบคาร์บูเรเตอร์จำนวน 3 เครื่อง ซึ่งมี 2 เครื่องทำการดัดแปลงเครื่องยนต์เพื่อให้สามารถใช้ได้กับเชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95%(E100) และเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์(E85) โดยการเพิ่มขนาดของ main jet ในคาร์บูเรเตอร์ โดยทำการศึกษา ค่าแรงบิด กำลังเบรกที่เพลอาช้อเหวี่ยง และ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก ทดสอบที่ความเร็ว 1,800, 2,100, 2,400, 2,700, 3,000 และ 3,300 รอบต่อนาที จากผลการทดลองสรุปได้ว่า เมื่อเรานำเชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95%(E100) และ เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์(E85) มาใช้กับเครื่องยนต์จะทำให้ค่าแรงบิดและ ค่ากำลังเบรกของเครื่องยนต์เพิ่มสูงขึ้น แต่ จะมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกเพิ่มขึ้น เพราะฉะนั้นเชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95%(E100) และ เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์(E85) สามารถใช้กับเครื่องยนต์แก๊สโซฮอล์ขนาดเล็กได้ โดยดัดแปลงเครื่องยนต์เพียงเล็กน้อย

### Abstract

This research was to comparative the performance between benzene with 95% ethanol as a sole fuel (E100) and ethanol-gasoline blend (E85) on the SI engine. The test engines were 4-stroke small gasoline engines SIAM KUBOTA model K 230, one-cylinder 232 cc, with the compression ratio 6.4:1 and the

carburetor system. However, in the engine wear study using 95% ethanol as a sole fuel (E100) and ethanol-gasoline blend (E85) engine modifications were made i.e. changing a main jet size in the carburetor. Brake torque and brake power at crankshaft of the engine and specific fuel consumption are studied. The experiments were tested by varying the speed of engine at 1800, 2100, 2400, 2700, 3000 and 3300 revolution per minute. The results show When using 95% ethanol as a sole fuel (E100) and ethanol-gasoline blend (E85) brake torque and brake power are increase but specific fuel consumption lower than that of gasoline. Therefore, 95% ethanol as a sole fuel (E100) and ethanol-gasoline blend (E85) can be used as a substitute fuel for small engines with some engine modifications.

### 1. บทนำ

ปัญหาในด้านพลังงาน และ เชื้อเพลิงเป็นปัญหาที่สำคัญในปัจจุบันที่ทุกประเทศกำลังประสบอยู่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศไทยซึ่งมีแหล่งทรัพยากรธรรมชาติ ด้านพลังงาน และ เชื้อเพลิงน้อย จึงทำให้มีการแสวงหาแหล่งพลังงานทดแทน เพื่อทดแทนพลังงาน และ เชื้อเพลิงที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน สิ่งที่กำลังได้รับความสนใจประการหนึ่ง ในปัจจุบันก็คือ เชื้อเพลิงเอทานอลที่ผลิตได้จากพืชผลทางการเกษตรที่มีอยู่ในปริมาณที่มากภายในประเทศ ดังนั้นนโยบายของรัฐที่มียุทธศาสตร์ส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์มาตลอด โดยกระทรวงพลังงานได้กำหนดเป้าหมายให้มีการใช้เอทานอล เพื่อทดแทนสาร MTBE (Methyl Tertiary-Butyl Ether) ในน้ำมันเบนซิน 95 วันละ 1 ล้านลิตร ในปี 2549 และให้มีการใช้เอทานอลวันละ 3 ล้านลิตร เพื่อทดแทน MTBE ใน

น้ำมันเบนซิน 95 และทดแทนเนื้อน้ำมันในน้ำมันเบนซิน 91 ภายในปี 2554[1] สำหรับเชื้อเพลิงเอทานอลสามารถใช้ได้กับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ เพื่อมาทดแทนการใช้้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนในรูปแบบนามาผสม กับ เชื้อเพลิงแก๊สโซลีนในอัตราส่วนต่างๆที่มีชื่อเรียกกันว่า เชื้อเพลิงแก๊สโซลีนจำเป็นต้องใช้เอทานอลบริสุทธิ์ 99.5 % ขึ้นไป ส่วนการใช้เชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95% แบบไม่ผสม ยังคงมีการศึกษาที่น้อยอยู่จึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ อย่างไรก็ตามเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟโดยทั่วไปถูกออกแบบมาให้ใช้สำหรับเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน เมื่อเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงผสมระหว่างเอทานอลกับ เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน หรือ การใช้เชื้อเพลิงเอทานอลแบบไม่ผสม จะทำให้คุณลักษณะการเผาไหม้ และ ผลของสมรรถนะของเครื่องยนต์เปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะเมื่อใช้อัตราส่วนผสมของเอทานอลในสัดส่วนที่สูงขึ้น [2,3]

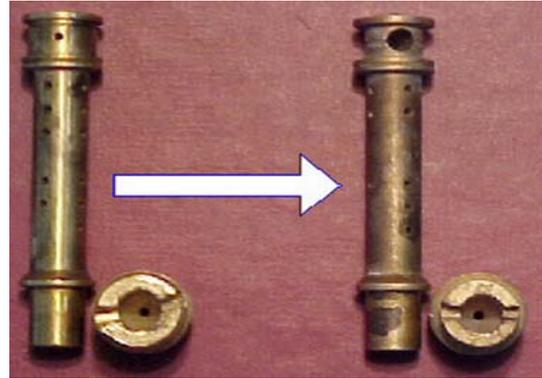
ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาผลของสมรรถนะของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ เมื่อใช้เชื้อเพลิงเอทานอลผสมเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน ในอัตราส่วน 85 เปอร์เซ็นต์(E85)โดยปริมาตร และ การใช้เชื้อเพลิงเชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95% แบบไม่ผสม(E100) เปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน91 ที่สภาวะภาระสูงสุด ได้แก่ กำลังงานเบรกของเครื่องยนต์ แรงบิด และ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก โดยมีการดัดแปลงเครื่องยนต์เพียงระบบเชื้อเพลิง

## 2. อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

การทดสอบใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนเล็กสูบเดี่ยว Siam Kubota รุ่น K230 โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 1 จำนวน 3 เครื่อง โดยเครื่องยนต์ที่ 1 จะใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน91 เครื่องยนต์ที่ 2 และ 3 ทำการดัดแปลงเครื่องยนต์ เพื่อให้สามารถใช้ได้กับเชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95%(E100) และ เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน(E85) เพื่อให้ได้ส่วนผสมใกล้เคียง Stoichiometric air / fuel ratio เชื้อเพลิงแก๊สโซลีนมี A/F ประมาณ 14.6 ในขณะที่เอทานอลมีค่าเพียง 9 และเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน(E85) มีค่าเท่ากับ 10 ดังนั้นถ้าเครื่องยนต์ใช้เชื้อเพลิงในอัตราส่วนเดียวกับแก๊สโซลีนก็จะทำให้ส่วนผสมของเอทานอล และเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน(E85)กับอากาศที่ได้บางมาก[4,5] ทำให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างยากลำบากและทำให้การสตาร์ทติดยาก เพราะฉะนั้นจะต้องเพิ่มปริมาณเชื้อเพลิงที่เข้าโดยการเพิ่มขนาดของ Main Jet ในคาร์บูเรเตอร์ จากเดิมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.71mm. เป็น 0.85mm. สำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้ E85 และ 1.0mm.สำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้ E100 ดังแสดงในรูปที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดเครื่องยนต์ Siam Kubota รุ่น K230 [6]

แบบเครื่องยนต์	แก๊สโซลีนสูบเดี่ยว 4 จังหวะ แบบ วาล์วด้านข้าง
ขนาดกระบอกสูบระยะชัก	74 มม. x 54 มม.
ปริมาตรกระบอกสูบ	232 ซีซี
กำลังงานเบรกสูงสุด	6 แรงม้า ที่ 4,000 รอบ/นาที
แรงบิดสูงสุด	1.22 กก.ม. ที่ 2,800 รอบ/นาที
อัตราส่วนกำลังอัด	6.4:1
ระบบระบายความร้อน	ระบายความร้อนด้วยอากาศ
ระบบหล่อลื่น	แบบอัตโนมัติในตัว(วิดสาด)
ระบบจุดระเบิด	อิเล็กทรอนิกส์ทรานซิสเตอร์



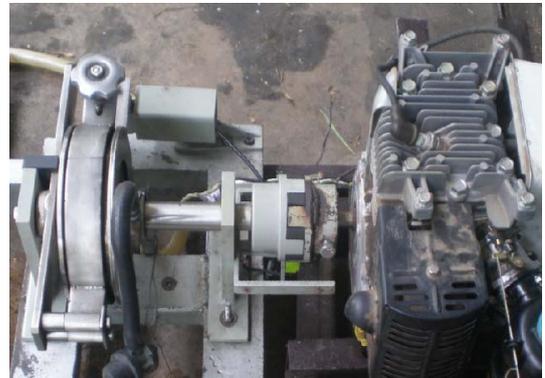
รูปที่ 1 การปรับโดยเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ main jet

## 2.1 เครื่องทดสอบสมรรถนะ

ในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องทดสอบสมรรถนะรุ่น MT 501 ENGINE DYNAMOMETER ใช้ไดนาโมมิเตอร์แบบ Pony Brake ดังแสดงในรูปที่ 2 มีรายละเอียด มีดังนี้

ชนิด	ใช้ผ้าเบรกระบายความร้อนด้วยน้ำ
รอบ	1,000 – 7,500 รอบต่อนาที
ขนาด	10 kW

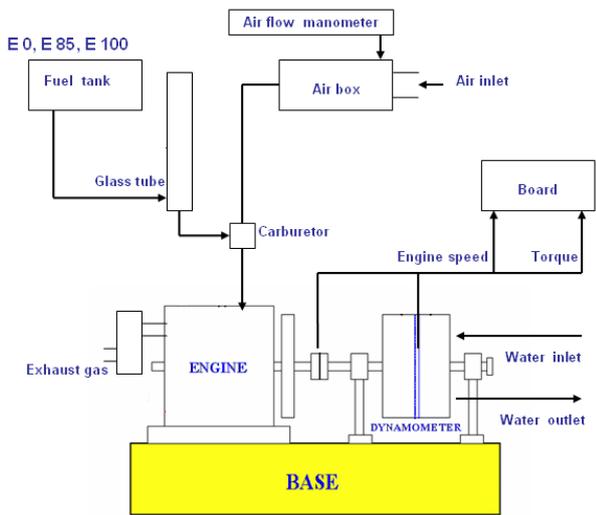
มีชุดแทนทดสอบสมรรถนะ (BASE) รองรับชุดเพลาส่งกำลังเครื่องยนต์ต่อเข้ากับชุดไดนาโมมิเตอร์ แบบโพนีเบรกด้วย fix coupling มีแขนส่งแรงจากชุดเบรกมาดัดที่ตัวโหลดเซลล์ที่ชื่อ TRANSTRONIC รุ่น TA มีลักษณะการวัดแรงแบบ SHEAR BEAM เพื่อวัดค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ ส่วนรูปที่ 3-4 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้วัดการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และ ไตอะแกรมของการทดลองในงานวิจัยนี้



รูปที่ 2 เครื่องทดสอบสมรรถนะแบบ pony brake



รูปที่ 3 อุปกรณ์ที่ใช้วัดการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง



รูปที่ 4 ไดอะแกรมการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์

## 2.2 วิธีการทดสอบ

เมื่อทำการติดตั้งเครื่องยนต์ กับไดนาโมมิเตอร์ และต่ออุปกรณ์การวัดค่าต่างๆ เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ทำการเริ่มเดินเครื่องยนต์ ปรับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ให้อยู่ที่ 2,000 รอบต่อนาที ทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที เพื่อเป็นการอุ่นเครื่องยนต์ให้อยู่ในอุณหภูมิใช้งาน การทดสอบจะแบ่งเป็น 3 การทดลอง โดยใช้น้ำมันเชื้อเพลิงแตกต่างกัน คือ น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 91 น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน (E85) และเชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95% แบบไม่ผสม (E100) ที่ปรับแต่งเครื่องยนต์แล้ว เมื่ออุณหภูมิเครื่องยนต์คงที่แล้ว เริ่มทดสอบโดยปรับลิ้นเร่งให้อยู่ตำแหน่งเปิดสุด (WOT) จากนั้นหมุนปรับโวลต์ที่ตัวเบรกของไดนาโมมิเตอร์ให้ได้รอบเครื่องที่ต้องการทดสอบที่ 1,800, 2,100, 2,400, 2,700, 3,000 และ 3,300 รอบต่อนาที แล้วบันทึกผล นำค่าที่ได้มาคำนวณหา กำลังงานของเครื่องยนต์ตั้งสมการที่ 1 และ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก ดังสมการที่ 2

$$P_b = \frac{2 \pi T N}{60 \times 1000} \quad (1)$$

เมื่อ

$P_b$  คือ กำลังงานเบรก (kW)

$T$  คือ แรงบิดที่วัดได้จากเพลารองเครื่องยนต์ (Nm)

$N$  คือ ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (rpm)

$$BSFC = \frac{\text{Fuel consumption}}{P_b} \quad (2)$$

เมื่อ

BSFC คือ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก (kg/kw.h)

Fuel consumption คือ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (kg/h)

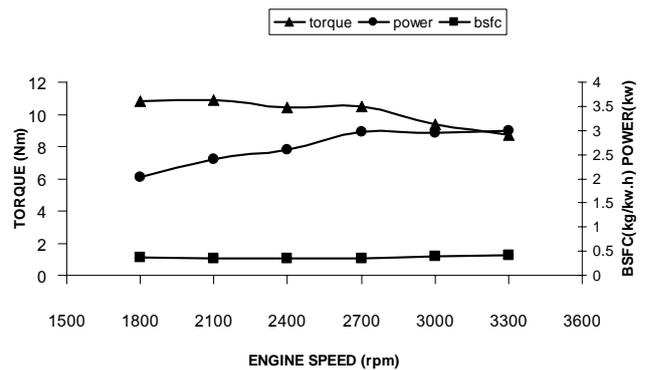
Power คือ กำลังงานเบรก (kW)

## 3. ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์

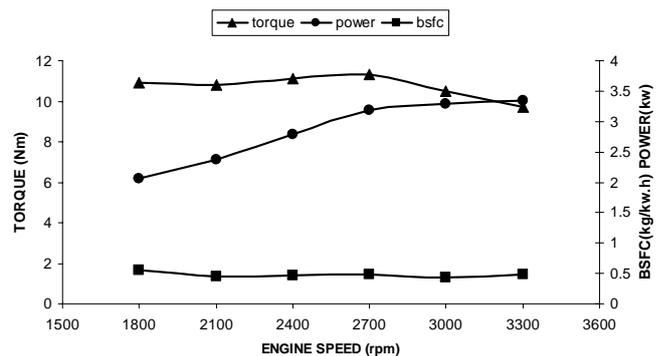
จากผลการทดลองนำค่าที่ได้ มาคำนวณหาสมรรถนะของเครื่องยนต์เล็กสูบเดียว 4 จังหวะ ซึ่งจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังงานเบรก แรงบิด และ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก

กับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 91 เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน (E85) และ เชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95% แบบไม่ผสม (E100) ที่ปรับแต่ง main jet แล้วสามารถแสดงผลได้ดังนี้

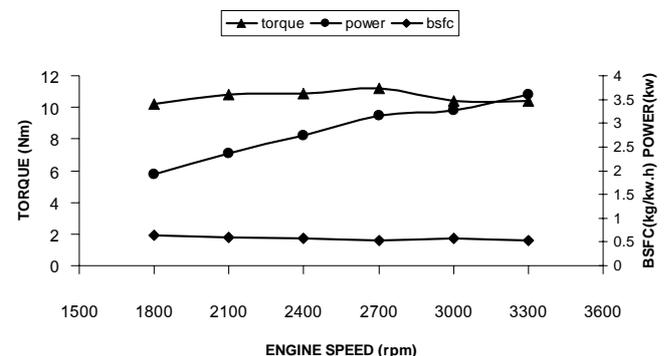
จากรูปกราฟที่ 5-7 แสดงกราฟสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงต่างชนิดกัน และ มีวิธีการปรับแต่งโดยการเพิ่มขนาดของ main jet จะเห็นได้กราฟทั้ง 3 ภาพ มีลักษณะแนวโน้มไปทำนองเดียวกัน โดยที่ ค่ากำลังงานเบรก จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบ และไม่แตกต่างกันมากนัก ค่าแรงบิดของเครื่องยนต์มีค่าสูงเริ่มตั้งแต่ 1,800 รอบต่อนาที จนถึง 2,700 รอบต่อนาที จากนั้นเริ่มมีแนวโน้มลดลงเพียงเล็กน้อย ตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่เพิ่มขึ้น



รูปที่ 5 สมรรถนะของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน 91



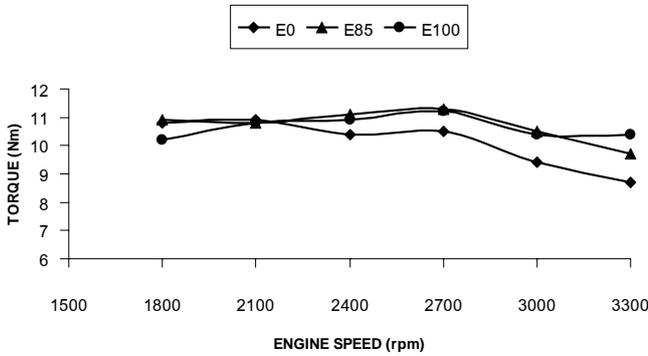
รูปที่ 6 สมรรถนะของเครื่องยนต์ เมื่อใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน E85



รูปที่ 7 สมรรถนะของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงเอทานอล E100

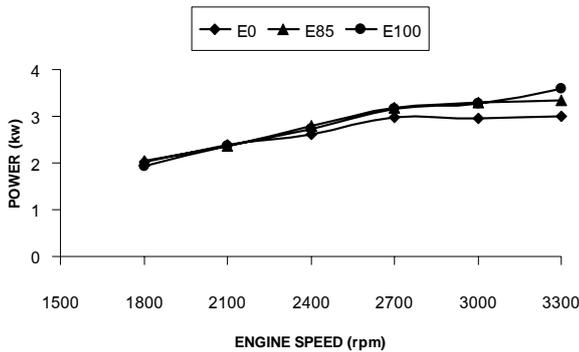
รูปกราฟที่ 8 แสดงค่าแรงบิดของเครื่องยนต์เมื่อใช้แก๊สโซลีน 91 เป็นเชื้อเพลิง เมื่อเทียบกับใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีน (E85) และ เชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95%(E100) พบว่าที่ความเร็วรอบ 1,800-2,700 รอบต่อนาที เชื้อเพลิงทั้งสามมีค่าแรงบิดเพิ่มขึ้น และ ค่อยลดลงตาม

ความเร็วรอบที่สูงขึ้น การมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของแรงบิดจากเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ (E85) และ เชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95%(E100) ทั้งนี้เนื่องมาจากการปรับแต่ง main jet ในคาร์บูเรเตอร์ทำให้ส่วนผสมของอากาศกับน้ำมันใกล้เคียง air / fuel ratio ทางทฤษฎี ตามสัดส่วนการผสมเอทานอลที่เพิ่มขึ้น และ เอทานอลมีค่า octane number สูงกว่าแก๊สโซฮอล์ 91 เมื่อนำมาผสมกันหรือแบบไม่ผสม จึงทำให้เครื่องยนต์เผาไหม้ในสถานะที่สมบูรณ์กว่า



รูปที่ 8 ค่าแรงบิดของเครื่องยนต์เมื่อนำน้ำมันเชื้อเพลิงต่างกัน

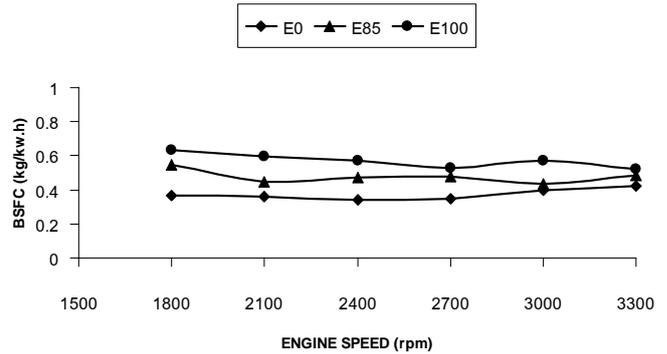
รูปกราฟที่ 9 จะแสดงค่ากำลังงานเบรกของเครื่องยนต์เมื่อใช้แก๊สโซฮอล์ 91 เป็นเชื้อเพลิง เปรียบเทียบกับใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ (E85) และ เชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95%(E100) พบว่ามีค่ากำลังงานเบรกใกล้เคียงกันมากที่ความเร็ว 1,800-2,400 รอบต่อนาที ในช่วงความเร็ว 2,400-3,300 รอบต่อนาที เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ (E85) และ เชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95%(E100) มีแนวโน้มให้กำลังงานเบรกมากกว่ากำลังงานเบรกของเครื่องยนต์เป็นชิ้นเล็กน้อย เนื่องมาจากค่าแรงบิดที่เพิ่มขึ้นดังกล่าวมาแล้ว อีกประการหนึ่งคือเอทานอลมีความร้อนแฝงการระเหยตัวสูงกว่าแก๊สโซฮอล์ 3 เท่า เมื่อนำเอทานอลมาเป็นเชื้อเพลิง จะส่งผลให้เอทานอลมีการดึงเอาความร้อนเพื่อการระเหยตัวในท่อไอดีมากกว่า ทำให้อุณหภูมิในท่อไอดีต่ำกว่า[4] ทำให้ไอดีที่เข้าไปในกระบอกสูบมีความหนาแน่นมากกว่า ทำให้เกิดการเผาไหม้ที่รุนแรง ภายใต้อุณหภูมิ และความดันสูง ส่งผลให้กำลังงานเบรกของเครื่องยนต์มีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์



รูปที่ 9 ค่ากำลังเบรกของเครื่องยนต์เมื่อนำน้ำมันเชื้อเพลิงต่างกัน

รูปกราฟที่ 10 แสดงผลของอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก (BSFC) จะเห็นได้ว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95%(E100) จะมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก ที่มากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ (E85) และ แก๊สโซฮอล์ 91 เนื่องมาจากสัดส่วนของปริมาณเอทานอลที่มีอยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิงทำให้

ค่าความร้อนเชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95%(E100) มีค่าน้อยกว่าเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ (E85) และ เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ 91 จึงทำให้มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกที่มากกว่า เพื่อให้ได้กำลังงานเบรกที่เท่าเดิม



รูปที่ 10 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกเมื่อนำน้ำมันต่างกัน

#### 4. สรุปผล

จากการทดสอบเครื่องยนต์เล็ก 4 จังหวะ Siam Kubota รุ่น K230 โดยใช้น้ำมันเชื้อเพลิงแตกต่างกัน 3 ชนิด คือ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 น้ำมันแก๊สโซฮอล์ (E85) และเชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95%(E100) โดยมีการปรับแต่งเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ main jet ในคาร์บูเรเตอร์ทำให้ส่วนผสมของอากาศกับน้ำมันใกล้เคียง air / fuel ratio ทางทฤษฎี พบว่า ค่าแรงบิดของเครื่องยนต์เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E85 และเชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95%(E100) จะมีค่าสูงกว่าเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ 91 ประมาณ 5.93 เปอร์เซ็นต์ และ 5.27 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ค่ากำลังงานเบรกใกล้เคียงกับเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ 91 ส่วนเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E85 และเชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95%(E100) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ ประมาณ 6.84 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของแก๊สโซฮอล์ (E85) และเชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95%(E100) สูงกว่าเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ 91 ประมาณ 28.49 และ 53.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบราคาของน้ำมันเชื้อเพลิงในปัจจุบัน น้ำมันแก๊สโซฮอล์ (E85) และ เอทานอลถูกกว่าน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 ประมาณ 17 บาท และ 16 บาทต่อลิตร (ณ กุมภาพันธ์ 2553) ซึ่งจะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงได้ โดยที่สมรรถนะของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกมากกว่า และการที่ใช้เอทานอลผสมกับเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ ในสัดส่วนที่เพิ่มมากขึ้นยังช่วยลดปริมาณมลพิษในอากาศได้[5,7]

#### เอกสารอ้างอิง

1. ชีรภัทร ศรีนรคุตร, ศิริลักษณ์ นิวิจรรยงค์, นุวงศ์ ชลคุป และ พงษ์ศักดิ์ พรหมกร "การศึกษาเปรียบเทียบเทคโนโลยีการผลิตเอทานอลของสหรัฐอเมริกาและไทย" ,สมุทปราการ,พิมพ์พินิจ การพิมพ์,2551
2. ประชาสันติ ไตรยสุทธิ์ "ผลกระทบต่อรูปแบบการเผาไหม้ เมื่อใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ผสมเอทานอลในเครื่องยนต์ SI " การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 18, 18-20 ตุลาคม 2547 จังหวัด-ขอนแก่น

3. ธนวัฒน์ ศรีรักษา และ จินดา เจริญพรพาณิชย์ “จักรยานยนต์เชื้อเพลิงเอทานอล” การประชุมวิชาการ เครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 22, 15-17 ตุลาคม 2551 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
4. ภาคเดช จินดาวงศ์, สุพัตร ศรีเจริญ, พิชัย อัมภมมงคล และ ลิขิต ไสหนู “สมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง” การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 17, 15 – 17 ตุลาคม 2546 จังหวัดปราจีนบุรี
5. Mustafa Koc, et al (2009) “The effects of ethanol–unleaded gasoline blends on engine performance and exhaust emissions in a spark-ignition engine” *Renewable Energy* 34 pp. 2101–2106.
6. สยามคูโบต้า , “คู่มือการใช้ และการบำรุงรักษาเครื่องยนต์เบนซิน สยามคูโบต้า K150, K230 ” บริษัทสยามคูโบต้าอุตสาหกรรม จำกัด
7. M. Bahattin Celikli (2008) “Experimental determination of suitable ethanol–gasoline blend rate at high compression ratio for gasoline engine” *Applied Thermal Engineering* 28 pp. 396–404