ผลกระทบของไอเสียจากการใช้เอทานอลบริสุทธิ์เป็นเชื้อเพลิง กับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ

The effect of pure ethanol as a fuel on exhaust emissions in spark ignition engines

ธนา ชีพสมทรง (Thana Cheepsomsong)[1]

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันปัญหาเชื้อเพลิงมีราคาแพง และขาดแคลนเป็นปัญหารุนแรงที่ต้องรีบแก้ไข เชื้อเพลิงทดแทนที่หาได้ทั่วไปและสามารถผลิตได้ง่ายจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการแก้ปัญหานี้ เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจเนื่องจากการผลิตเชื้อเพลิงชนิดนี้ส่วนใหญ่ผลิตจากการหมักพืชเช่น มันสำปะหลัง ข้าวโพด อ้อย พืชเหล่านี้สามารถปลูกได้ทั่วไปในประเทศไทย นอกจากนี้จุดเด่นของเชื้อเพลิงชนิดนี้คือมีค่าออกเทนสูงมากกว่าเบนซินจึงเหมาะสมสำหรับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ โดยสามารถเพิ่มค่าอัตราส่วนการอัดทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น ในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟหนึ่งกระบอกสูบสี่จังหวะ 124.8 cc จ่ายเชื้อเพลิงด้วยหัวฉีดไฟฟ้าควบคุมด้วยระบบอิเลคทรอนิกส์ โดยเปรียบเทียบปริมาณ คาร์บอนมอนออกไซด์ (CO), ไฮโดรคาร์บอน (HC) และ ไนทริกออกไซด์ (NO) ของไอเสียที่รอบเครื่องยนต์ 3000-6000 rpm ขณะเครื่องยนต์ไม่มีภาระและมีภาระคงที่ระหว่างการใช้เอทานอลบริสุทธิ์ (99.5%) และเบนซินเป็นเชื้อเพลิง โดยมีการปรับแต่งอัตราส่วนอากาศกับเชื้อเพลิงให้เหมาะสมเมื่อใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง จากผลการทดลองพบว่าเมื่อเทียบกับเบนซิน ในสภาวะเครื่องยนต์ไม่มีภาระ เอทานอลสามารถลดปริมาณ CO, HC และ NO ของไอเสียได้สูงสุด 90.59%, 41.46% และ 67.68% ตามลำดับ และเมื่อในสภาวะเครื่องยนต์มีภาระคงที่ สามารถลดปริมาณ CO, HC และ NO ของไอเสียได้สูงสุด 84.62%, 43.35% และ 81.56% ตามลำดับ

Abstract

Nowadays high price and shortage of fuel are serious problems and require solving immediately Alternative fuels which are abundant and easy to produce are the key to solving these problems. Ethanol is an interesting solution because it is mostly obtained from the fermentation of cassava, corn, sugar cane etc. These plants can be cultivated in all parts of Thailand. Moreover, ethanol has higher octane value than gasoline so it can increase the compression ratio of spark ignition engines with high performance. A single cylinder, 124.8

[1]*อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, e-mail: fengtnc@ku.ac.th*

01 231 4/18/09, 8:16 AM

Black

cc, four stroke and electrical injection engine controlled by an electronic system with spark ignition was used in this study to determine the effect of pure ethanol (99.5%) and gasoline fuels on carbon monoxide (CO), hydrocarbon (HC) and nitric oxide (NO) emissions at 3000-6000 rpm engine speed without load and with constant load. Modification of air fuel ratio was needed to adjust the engine for ethanol purposes. Comparing with gasoline, it was found that using ethanol at no load reduced CO, HC and NO emissions 90.59%, 41.46% and 67.68%, respectively; while, at constant load it reduced CO, HC and NO emissions 84.62%, 43.35% and 81.56% from their maximum values, respectively.

คำสำคัญ: เอทานอล, เครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ, ไอเสีย
Keywords: Ethanol, spark ignition engine, emissions

บทนำ

เชื้อเพลิงส่วนใหญ่ที่ใช้กันคือน้ำมันซึ่งมาจากการทับถมกันของซากพืชซากสัตว์ ซึ่งต้องใช้เวลานานมาก และน้ำมันส่วนใหญ่ถูกนำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้เกิดปัญหาเชื้อเพลิงขาดแคลนและมีราคาแพงอย่างต่อเนื่อง การหาเชื้อเพลิงที่สามารถมาแทนน้ำมันจึงเป็นสิ่งสำคัญในปัจจุบัน เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากเชื้อเพลิงชนิดนี้สามารถผลิตได้จากการหมักพืช เช่น มันสำปะหลัง ข้าวโพด อ้อย ซึ่งพืชส่วนใหญ่เหล่านี้สามารถปลูกได้ทั่วไปในประเทศ รวมทั้งเป็นแหล่งที่หาได้ง่าย และราคาถูกกว่าเบนซิน ปริมาณของวัตถุดิบ และต้นทุนในการผลิตเอทานอล 1 ลิตร แสดงในตารางที่ 1 (กล้าณรงค์ และคณะ, 2549)

ตารางที่ 1. ปริมาณของวัตถุดิบ และต้นทุนในการผลิตเอทานอล 1 ลิตร

ชนิดของวัตถุดิบ	ปริมาณวัตถุดิบ (กิโลกรัมต่อเอทานอล 1 ลิตร)	ต้นทุนวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล 1 ลิตร (บาท)
มันสำปะหลัง	6.5	9.75
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	2.7	11.23
อ้อย	14	11.20

(ราคาโดยประมาณจากการสอบถามผู้ประกอบการ ณ ปัจจุบัน)

เอทานอลมีค่าออกเทนสูงมากกว่าเบนซิน ดังตารางที่ 2 (Das and Reddy, 1996; Bechtold, 1997) จึงเหมาะสมสำหรับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ นอกจากนี้เอทานอลยังมีออกซิเจนผสมมากกว่าเบนซิน จากการศึกษาเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟโดยการจ่ายเชื้อเพลิงด้วยหัวฉีดไฟฟ้า พบว่าเชื้อเพลิงที่มีออกซิเจนผสมอยู่จะช่วยปรับปรุงการเผาไหม้ให้สมบูรณ์ขึ้น (He et al., 2003) จะมีข้อด้อยคือ สตาร์ทยากในอากาศหนาวเย็น ที่ต่ำกว่า 11 ˚C เนื่องจากเอทานอลจะไม่สามารถผสมกับอากาศได้อย่างเพียงพอ (Davis, 2004) แต่ไม่เป็นปัญหากับพื้นที่ส่วนใหญ่ในประเทศไทย

01 232 4/18/09, 8:16 AM
Black

ตารางที่ 2. คุณสมบัติของเอทานอลและเบนซิน

	เอทานอล	**เบนซิน**
มวลโมเลกุล	46	100-105
ออกซิเจน (% มวล)	34.7	0-4
ค่าพลังงานความร้อนต่ำ (MJ/kg)	27	43.5
ค่าความร้อนแฝง (kJ/L)	725.4	223.2
อัตราส่วนผสมอากาศกับเชื้อเพลิงพอดี	9	14.6
ความดันไอ ที่ 23.5 ˚C (kPa)	17	60-90
ค่าออกเทนวิจัย (RON)	111	91-100

ในปัจจุบันมีการนำเอทานอลมาใช้อย่างแพร่หลาย โดยนำเอทานอล 10 % มาผสมกับเบนซิน 90 % โดยปริมาตร ที่เรียกว่า แก๊สโซฮอล์ (E10) มาใช้กับเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ โดยไม่ต้องปรับแต่งเครื่องยนต์ แต่ถ้าผสมเอทานอลมากกว่านี้ต้องมีการปรับแต่งเครื่องยนต์ เนื่องจากต้องมีการจ่ายเชื้อเพลิงมากกว่าเบนซินที่มวลอากาศเท่ากัน อัตราส่วนผสมอากาศกับเชื้อเพลิง ในเครื่องยนต์เบนซินทั่วไปอัตราส่วนผสมพอดีอยู่ที่ 14.6 ต่อ 1 ในขณะที่ของเอทานอลอยู่ที่ 9 ต่อ 1 ดังนั้นเมื่อนำระบบจ่ายเชื้อเพลิงที่ใช้เบนซินมาใช้กับเอทานอลต้องจ่ายเชื้อเพลิงมากกว่าเดิมเพื่อที่จะทำให้เกิดการเผาไหม้ที่เหมาะสม

ไอเสียของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟโดยทั่วไปประกอบด้วยสารที่ถือว่าเป็นมลพิษคือ ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x, ส่วนใหญ่เป็นไนทริกออกไซด์ (NO) และมีไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) อยู่ในปริมาณเล็กน้อย), คาร์บอนมอนออกไซด์ (CO) และสารประกอบอินทรีย์ซึ่งได้แก่ไฮโดรคาร์บอน (HC) ที่ยังไม่เผาไหม้หรือเผาไหม้ไปบางส่วน การเกิด NO เกิดขึ้นในแก๊สที่เผาไหม้แล้ว ซึ่งมีอุณหภูมิสูงที่อยู่ข้างหลังเปลวไฟโดยปฏิกิริยาเคมีของไนโตรเจนและออกซิเจน ซึ่งไม่อยู่ในสภาวะสมดุลเคมี อัตราการเกิด NO จะสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิของแก๊สที่เผาไหม้แล้วสูงขึ้น เมื่อแก๊สที่เผาไหม้แล้วเย็นลงในจังหวะขยายตัวปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับ NO ก็จะหยุดและเหลือความเข้มข้นของ NO ไว้สูงกว่าระดับที่สอดคล้องกับสมดุลที่สภาวะการคาย สำหรับการเกิด CO ของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟนั้น เกิดขึ้นเมื่อส่วนผสมเชื้อเพลิงต่ออากาศมากเกิน ทำให้มีออกซิเจนไม่เพียงพอที่จะเผาไหม้ CO ทั้งหมดในเชื้อเพลิงให้เป็น CO_2 และเกิดขึ้นในแก๊สที่เผาไหม้แล้วซึ่งมีอุณหภูมิสูงแม้ว่าส่วนผสมเชื้อเพลิงต่ออากาศน้อยไปก็ตาม ในส่วนของการเกิด HC ในไอเสีย เกิดจากหลายแหล่ง แหล่งแรกมาจากการไหลเข้าและออกของแก๊สในส่วนที่แคบๆ ที่ต่อเข้ากับห้องเผาไหม้ แก๊สที่อยู่ในซอกนี้จะไม่ได้ถูกเผาไหม้แหล่งที่สองคือผนังของห้องเผาไหม้ แหล่งที่สามคือฟิล์มหรือชั้นบางๆ ของน้ำมันหล่อลื่น แหล่งสุดท้ายมาจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์เกิดมาจากการดับของเปลวไฟก่อนที่เปลวไฟด้านหน้าทั้งหมดจะไปถึงผนังห้องเผาไหม้ (วีระศักดิ์, 2549)

การเติมเอทานอล 10% ของเอทานอลที่ผสมในเบนซินของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟสามารถลดปริมาณ CO ในไอเสียได้ถึง 30% (Palmer, 1986) นอกจากนี้มีการศึกษาอัตราส่วนผสมของเอทานอลกับเบนซินที่แตกต่างกันเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน พบว่าเอทานอลสามารถลดปริมาณ CO และ HC ของไอเสีย เนื่องจากมีช่วงการเผาไหม้ที่กว้าง และ เอทานอลมีออกซิเจนเป็นตัวเร่งปฏิกริยาในการเผาไหม้ (Bata et al., 1989) ส่วนในการศึกษาของ He et al. (2003) พบว่าเมื่อผสมเอทานอล 10 % สามารถลดปริมาณ CO, HC และ NO_x ได้เล็กน้อยแต่เมื่อผสมเอทานอล 30 % สามารถลดปริมาณ

01 233 4/18/09, 8:17 AM
Black

CO, HC และ NO_x ได้ 35.7%, 53.4% and 33% ตามลำดับ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าเชื้อเพลิงที่มีออกซิเจนผสมอยู่จะช่วยปรับปรุงการเผาไหม้

งานวิจัยนี้ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณ CO, HC และ NO ของไอเสียของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ หนึ่งกระบอกสูบ สี่จังหวะ 124.8 cc จ่ายเชื้อเพลิงด้วยหัวฉีดไฟฟ้าควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ ที่รอบเครื่องยนต์ 3000-6000 rpm ขณะเครื่องยนต์ไม่มีภาระ และมีภาระคงที่ ระหว่างการใช้เอทานอลบริสุทธิ์ (99.5%) และเบนซินเป็นเชื้อเพลิง มีการปรับแต่งอัตราส่วนอากาศกับเชื้อเพลิงให้เหมาะสมเมื่อใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง โดยการวัดปริมาณออกซิเจนของไอเสียให้ได้ใกล้เคียงกับกรณีการใช้เบนซินเป็นเชื้อเพลิง

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ หนึ่งกระบอกสูบ สี่จังหวะ จ่ายเชื้อเพลิงด้วยหัวฉีดไฟฟ้าควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ ข้อมูลทั่วไปของเครื่องยนต์แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3. ข้อมูลทั่วไปของเครื่องยนต์ที่ใช้ทดสอบ

จำนวนกระบอกสูบ	1
เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบ (mm) x ระยะชัก (mm)	52.4 X 57.9
ปริมาตรกระบอกสูบ	124.8 cc
อัตราส่วนการอัด	9.3:1
กำลังสูงสุด	7.73 kW
องศาการจุดระเบิด	10°C ก่อนศูนย์ตายบน ที่ 1400 rpm
ระบบจ่ายเชื้อเพลิง	หัวฉีดไฟฟ้าควบคุมด้วยระบบอิเลคทรอนิกส์
ความเร็วรอบสูงสุด	10000 rpm
การวางเครื่องยนต์	สูบเดียววางเอียง 80 จากแนวดิ่ง

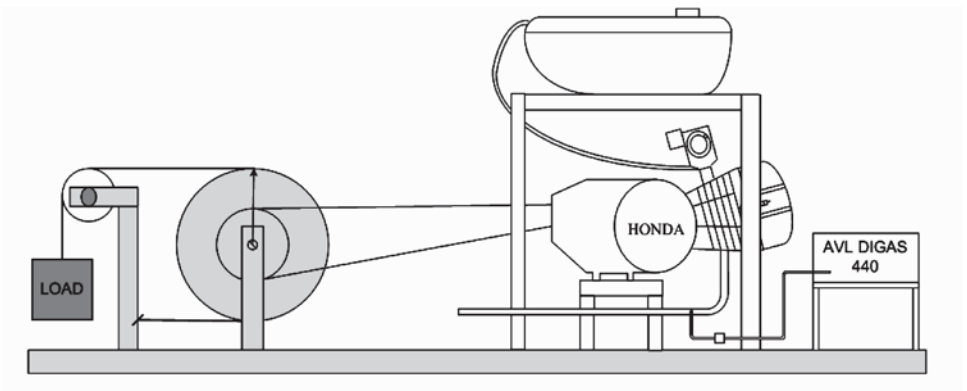
ในการทดลองมีการปรับแต่งอัตราส่วนอากาศกับเชื้อเพลิงให้เหมาะสมเมื่อใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง โดยการวัดปริมาณออกซิเจนของไอเสียให้ได้ใกล้เคียงกับกรณีการใช้เบนซินเป็นเชื้อเพลิง โดยพบว่าความแตกต่างของปริมาณออกซิเจนจากการใช้เชื้อเพลิงทั้งสอง ขณะไม่มีภาระมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 3.80% สูงสุด 22.11% และ มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 5.46% สูงสุด 13.83% เมื่อมีภาระคงที่ ค่าเฉลี่ยที่ไม่คงที่เกิดขึ้นเพราะการจ่ายเชื้อเพลิงถูกควบคุมโดยชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งนำค่าหลายตัวเช่น ความดันในท่อไอดี มุมลิ้นปีกผีเสื้อ อุณหภูมิไอดี อุณหภูมิน้ำมันเครื่อง มาประมวลค่าในการจ่ายเชื้อเพลิงทำให้ปริมาณออกซิเจนของไอเสียที่ออกมามีค่าไม่คงที่

จากนั้นเปรียบเทียบ คาร์บอนมอนออกไซด์ (CO), ไฮโดรคาร์บอน (HC) และไนทริกออกไซด์ (NO) ของไอเสีย ที่รอบเครื่องยนต์ 3000, 4000, 5000 และ 6000 rpm ขณะเครื่องยนต์ไม่มีภาระ และมีภาระคงที่ 2.67 Nm. ที่เพลาข้อเหวี่ยง ระหว่างการใช้เอทานอลบริสุทธิ์ (99.5%) และเบนซินเป็นเชื้อเพลิง โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย

คุณสมบัติของเครื่องวัดไอเสีย AVL Di Gas440 emissions analyzer แสดงในตารางที่ 4 และรูปแสดงแท่นทดสอบ แสดงในรูปที่ 1

ตารางที่ 4. คุณสมบัติของเครื่องวัดไอเสีย AVL Di Gas440 emissions analyzer

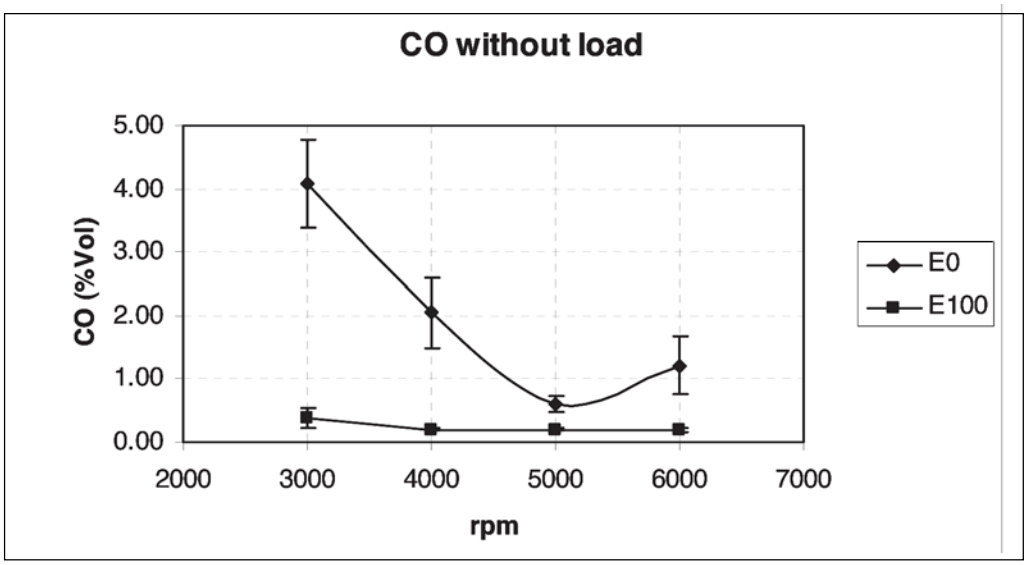
Measured quantity	Measuring range	Resolution	Accuracy
CO	0-10% vol	0.01 % vol	< 0.6 % vol : ± 0.03 % vol ≥ 0.6 % vol : ± 5 % of ind. val.
CO_2	0-20% vol	0.1 % vol	< 10 % vol : ± 0.5 % vol ≥ 10 % vol : ± 5 % of ind. Val.
HC	0-20000 ppm vol	2000 : 1 ppm vol 2000 : 10 ppm vol	< 200 ppm vol : ± 10 ppm vol ≥ 200 ppm vol : ± 5 % of ind.val.
O_2	0-0.22 % vol	0.01 % vol	< 2 % vol : ± 0.1 % vol ≥ 2 % vol : ± 5 % of ind.val.
NO	0-5000 ppm vol	1 ppm vol	< 500 ppm vol : ± 50 ppm vol ≥ 500 ppm vol : ±10 %of ind.val.
Lambda λ:	0-9.999	0.001	calculation of CO, CO_2 , HC, O_2



รูปที่ 1. รูปแสดงแท่นทดสอบ

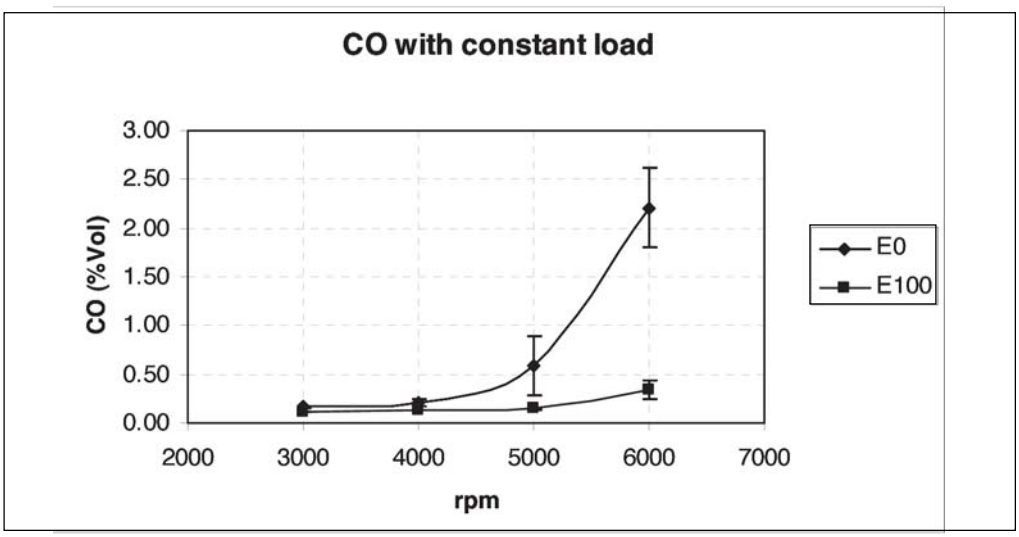
ผลการทดลอง

ผลของปริมาณ CO ของไอเสีย จากการทดสอบขณะเครื่องยนต์ไม่มีภาระ แสดงดังรูปที่ 2 พบว่าที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 3000 rpm ปริมาณ CO ของเอทานอล ลดลง 90.59% เมื่อเทียบกับการใช้เบนซิน เมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้น ปริมาณ CO ของเอทานอล จะคงที่ ในขณะที่ ปริมาณ CO ของเบนซิน จะลดลงอย่างต่อเนื่อง จนถึงความเร็วรอบเครื่องยนต์ 5000 rpm และจะเพิ่มขึ้นที่ 6000 rpm จะเห็นได้ว่าปริมาณ CO ของเอทานอลจะน้อยกว่าของเบนซินทุกช่วงความเร็วรอบที่เป็นเช่นนี้เพราะเอทานอลมีออกซิเจนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการเผาไหม้ (Bata et al., 1989) จึงทำให้การเผาไหม้เกิดได้สมบูรณ์กว่าการใช้เบนซิน และค่อนข้างคงที่ ค่า CO ของเบนซินเกิดขึ้นมากสุดที่ความเร็วรอบ 3000 rpm และมีค่าลดลงจนถึง 5000 rpm แสดงว่ามีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ขึ้น



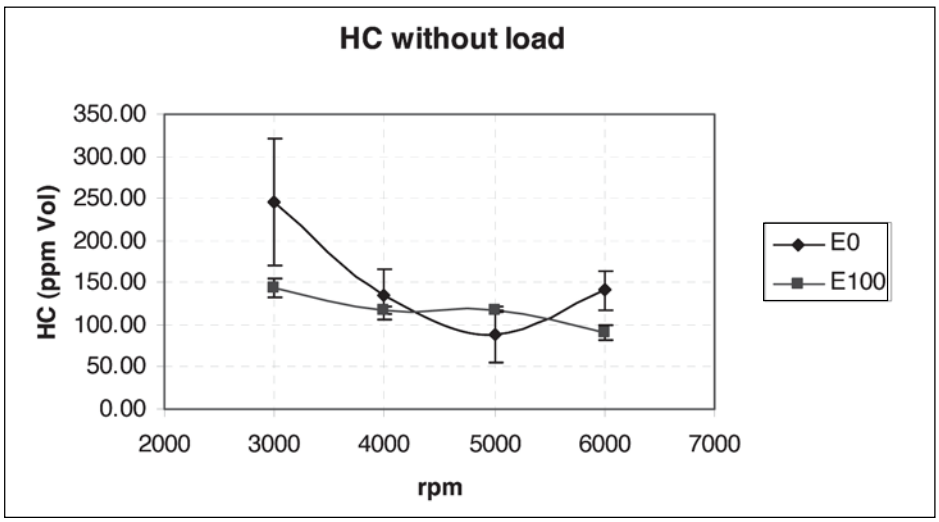
รูปที่ 2. การเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO ของไอเสีย กับ ความเร็วรอบเครื่องยนต์ขณะเครื่องยนต์ไม่มีภาระ แถบข้อผิดพลาดแสดงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลของปริมาณ CO ของไอเสีย จากการทดสอบขณะเครื่องยนต์มีภาระคงที่ ดังรูปที่ 3 พบว่าที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 3000 rpm ปริมาณ CO ของเอทานอล จะน้อยกว่าของเบนซิน 30.30% และเมื่อความเร็วรอบเครื่องยนต์มากกว่า 4000 rpm ปริมาณ CO ของเอทานอล จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนปริมาณ CO ของเบนซิน จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว ในขณะที่ปริมาณ CO ของเอทานอลลดลง 84.62% เมื่อเทียบกับของเบนซิน ที่ความเร็วรอบ 6000 rpm ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูงขึ้น ทำให้ช่วงเวลาในการเผาไหม้สั้นลง เป็นผลทำให้มีการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์มากขึ้นของเบนซิน เมื่อมีความเร็วรอบสูงขึ้น ขณะมีภาระคงที่



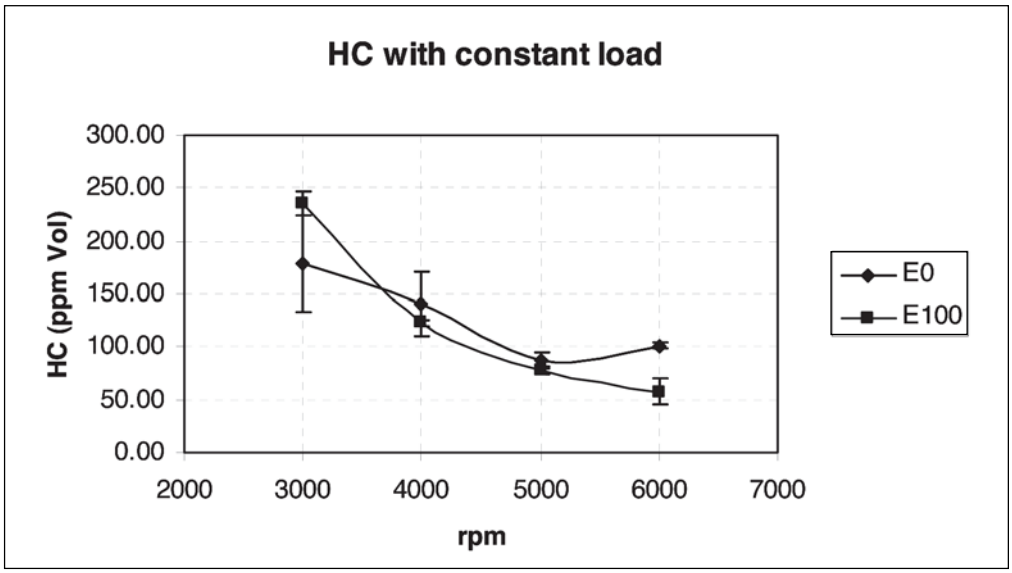
รูปที่ 3. การเปลี่ยนแปลงปริมาณ CO ของไอเสีย กับ ความเร็วรอบเครื่องยนต์ขณะเครื่องยนต์มีภาระคงที่ แถบข้อผิดพลาดแสดงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เมื่อเปรียบเทียบการใช้เชื้อเพลิงทั้งสองชนิดกับเครื่องยนต์เดียวกัน การเกิด HC ในไอเสีย ที่ต่างกันจะมาจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ที่เกิดมาจากการดับของเปลวไฟ ก่อนที่เปลวไฟด้านหน้าทั้งหมดจะไปถึงผนังห้องเผาไหม้ (วีระศักดิ์, 2549) จากการทดสอบขณะเครื่องยนต์ไม่มีภาระ ในรูปที่ 4 พบว่าปริมาณของ HC ของเอทานอล ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 3000 rpm มีค่าน้อยกว่าของเบนซิน 41.43% เมื่อความเร็วรอบเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น ปริมาณ HC ของเอทานอล จะลดลงเล็กน้อย ส่วนปริมาณ HC ของเบนซินจะลดลงอย่างต่อเนื่อง และรวดเร็ว ส่วน ปริมาณ HC ของเอทานอล จะมากกว่าของเบนซินอยู่เล็กน้อย ที่ความเร็วรอบ 5000 rpm ซึ่งไม่เป็นไปตามที่คาดหวังไว้ อาจเนื่องมาจากที่ความเร็วรอบนี้ มีส่วนเบี่ยงเบนในการปรับแต่งอัตราส่วนผสมของอากาศต่อเชื้อเพลิง เพราะการจ่ายเชื้อเพลิงถูกควบคุมโดยชุดควบคุมอิเล็กโทรนิกส์ ซึ่งนำค่าหลายตัวมาประมวลค่าในการจ่ายเชื้อเพลิง จากนั้นปริมาณ HC ของเอทานอล จะลดลงในขณะที่ค่าดังกล่าวของเบนซินจะเพิ่มขึ้น และปริมาณของค่า HC ของเอทานอล จะน้อยกว่าของเบนซิน 35.82% ที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 6000 rpm เนื่องจากเอทานอล มีช่วงการเผาไหม้ที่กว้างกว่าของเบนซิน (Bata et al., 1989)



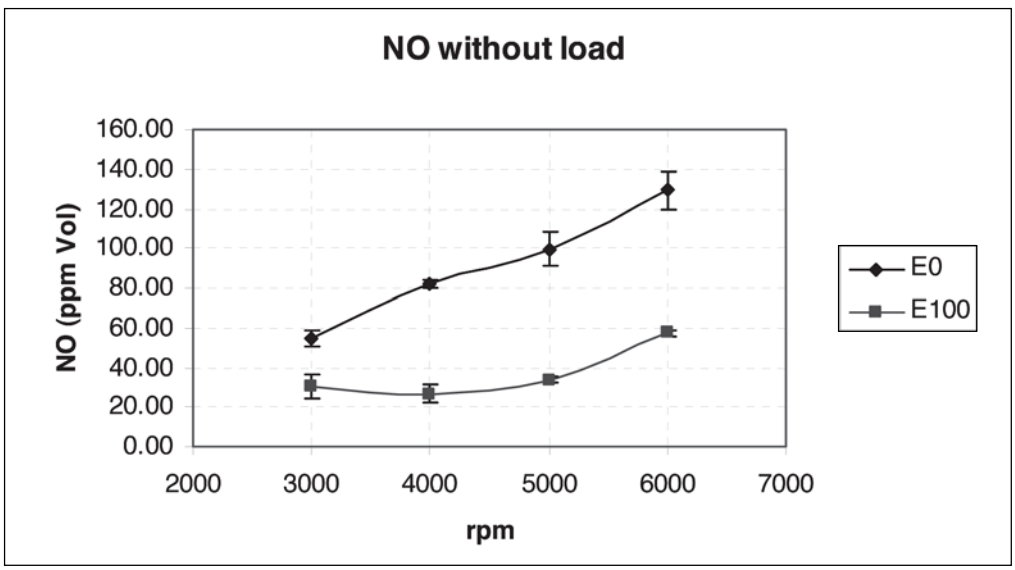
รูปที่ 4. การเปลี่ยนแปลงปริมาณ HC ของไอเสีย กับ ความเร็วรอบเครื่องยนต์ขณะเครื่องยนต์ไม่มีภาระ แถบข้อผิดพลาดแสดงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลของปริมาณ HC ของไอเสีย จากการทดสอบขณะเครื่องยนต์มีภาระคงที่ ในรูปที่ 5 พบว่าปริมาณ HC ของเอทานอล มีค่ามากกว่าของเบนซิน 31.65% ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 3000 rpm จากงานวิจัยของ He et al., (2003) พบว่า HC ของของเชื้อเพลิงที่มีเอทานอลผสมอยู่ จะมีค่าต่ำกว่าของเบนซินทุกช่วงความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ดังนั้นข้อมูลที่วัดได้อาจเกิดจากการจ่ายเชื้อเพลิงที่มีความแปรปรวนมากที่ความเร็วรอบนี้ เมื่อความเร็วรอบเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น ปริมาณ HC ของเอทานอลจะลดลงอย่างรวดเร็วกว่าค่าที่ได้จากเบนซิน ปริมาณ HC ของเอทานอล จะน้อยกว่าของเบนซิน 12.77% ที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 4000 rpm และปริมาณ HC ของเอทานอล จะน้อยกว่าของเบนซิน 43.35% ที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 6000 rpm



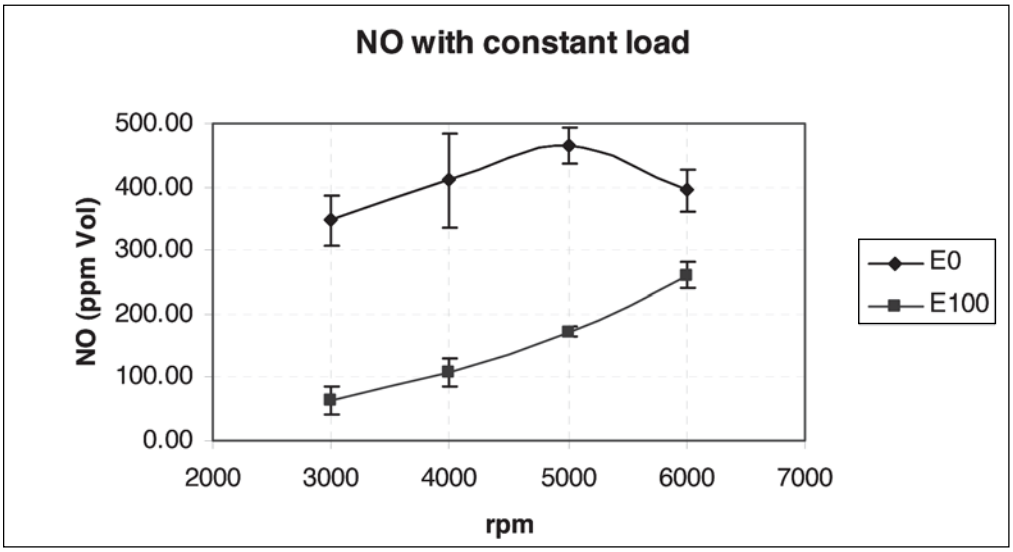
รูปที่ 5. การเปลี่ยนแปลงปริมาณ HC ของไอเสีย กับ ความเร็วรอบเครื่องยนต์ขณะเครื่องยนต์มีภาระคงที่ แถบข้อผิดพลาดแสดงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลของปริมาณ NO ของไอเสีย จากการทดสอบขณะเครื่องยนต์ไม่มีภาระ ในรูปที่ 6 พบว่าที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 3000 rpm ปริมาณ NO ในไอเสียของเอทานอล น้อยกว่าของเบนซิน 45.45% เมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้น ปริมาณ NO ของเอทานอลจะลดลงเล็กน้อยและค่อยๆ เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ในขณะที่ค่าดังกล่าวของเบนซินจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ NO ที่ลดลง เมื่อใช้เอทานอลเทียบกับเบนซิน ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 3000-6000 rpm จะมีค่าในช่วง 45.45-67.68%



รูปที่ 6. การเปลี่ยนแปลงปริมาณ NO ของไอเสีย กับ ความเร็วรอบเครื่องยนต์ขณะเครื่องยนต์ไม่มีภาระ แถบข้อผิดพลาดแสดงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลของปริมาณ NO ของไอเสีย จากการทดสอบขณะเครื่องยนต์มีภาระคงที่ ในรูปที่ 7 พบว่าที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 3000 rpm ปริมาณ NO ในไอเสียของเอทานอล น้อยกว่าของเบนซิน 81.56% เมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้น ปริมาณ NO ของเอทานอลจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในส่วนของเบนซินจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและลดลงเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ NO ที่ลดลง เมื่อใช้เอทานอลเทียบกับเบนซินที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 3000-6000 rpm จะมีค่าในช่วง 34.09-81.56% ที่ความเร็ว 6000 rpm



รูปที่ 7. การเปลี่ยนแปลงปริมาณ NO ของไอเสีย กับ ความเร็วรอบเครื่องยนต์ขณะเครื่องยนต์มีภาระคงที่ แถบข้อผิดพลาดแสดงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการทดลองที่ได้มีทิศทางเดียวกับการวิจัยของ Palmer (1986), Bata et al. (1989) และ He et al. (2003) ที่ศึกษาการนำเอทานอลมาผสมกับเบนซินเพื่อเป็นเชื้อเพลิงแล้วพบว่าปริมาณ CO, HC และ NO ของไอเสียลดลงแต่ในงานวิจัยนี้แตกต่างจากงานวิจัยอื่นที่ใช้เอทานอลบริสุทธิ์ (99.5 %) เป็นเชื้อเพลิงแทน

สรุป

การใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์จะลดปริมาณไอเสียได้ดีกว่า การใช้เบนซิน ในสภาวะเครื่องยนต์ไม่มีภาระ ในช่วงความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 3000-6000 rpm โดยเอทานอลสามารถลดปริมาณ CO, HC และ NO ได้สูงสุดเมื่อเทียบกับเบนซิน 90.59%, 41.46% และ 67.68% ตามลำดับ

ในสภาวะเครื่องยนต์มีภาระคงที่ ในช่วงความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 3000-6000 rpm โดยเอทานอลสามารถลดปริมาณ CO, HC และ NO ได้สูงสุดเมื่อเทียบกับเบนซิน 84.62%, 43.35% และ 81.56% ตามลำดับ

การใช้เอทานอลจึงเป็นทางเลือกที่ดี ในการเป็นพลังงานทดแทนในอนาคตอันใกล้ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้เมื่อนำเครื่องยนต์ไปติดตั้งในรถจักรยานยนต์ พบว่าเมื่อใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงมีอัตราเร่งและความเร็วสูงสุดมากกว่าเมื่อใช้เบนซินเล็กน้อย แต่ก็มีอัตราการสิ้นเปลืองมากกว่าเบนซิน

เอกสารอ้างอิง

กล้าณรงค์ ศรีรอต เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ อภิชิต เทอดโยธิน จิรวรรณ เตียถ์สุวรรณ และทนงเกียรติเกรียติศิริโรจน์. 2549. **การสัมมนาเผยแพร่งานวิจัยเทคโนโลยีต้นแบบผลิตและกลั่นเอทานอลจากมันสำปะหลังเพิ่มศักยภาพชุมชนและอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

วีระศักดิ์ กรัยวิเชียร. 2549. **เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: วิทยพัฒน์.

Bata, R.M., Elond, A.C. and Rice, R.W. 1989. Emissions from IC engines fueled with alcohol-gasoline blends. **Transactions of the ASME 111**:421-431.

Bechtold, R.L. 1997. **Alternative Fuels Guidebook.** Society of Automotive Engineers Inc., Warrendale, PA

Das, L.M. and Reddy, Y.V.R. 1996. Evaluation of alternative fuels for internal combustion engine. **First Trabzon International Energy and Environment Symposium**: 951-958.

Davis, G.W. 2004. The determination of minimum levels of hydrogen supplementation to produce acceptable cold start performance of engines using a high-blend ethanol fuel. **Energy Conversion Engineering Conference, 2002. IECEC '02. 2002 37th Intersociety**: 675-679.

He, B.Q., Wang, J.X., Hao, J.M., Yan, X.G. and Xiao, J.H. 2003. A study on emission characteristics of an EFI engine with ethanol blended gasoline fuels. **Atmospheric Environment** 37: 949-957.

Palmer, F.H. 1986. Vehicle performance of gasoline containing oxygenates. **International Conference on Petroleum Based and Automotive Applications**: 33-46.