บทที่ 1
บทนำ

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย และการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันราคาน้ำมันเชื้อเพลิงในตลาดโลกเพิ่มสูงขึ้นเป็นประวัติการณ์ โดยน้ำมันดิบมีราคาประมาณ 50-60 ดอลล่าร์ต่อบาเรลล์ ซึ่งทำให้สถานการณ์ด้านพลังงานของประเทศกำลังอยู่ในภาวะวิกฤติ เนื่องจากประเทศไทยมีการพึ่งพาพลังงานโดยการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงมาจากต่างประเทศเป็นจำนวนมากประมาณ 90% และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นทุกปี ทำให้ประเทศไทยต้องสูญเสียเงินตราให้กับต่างประเทศปีละนับแสนล้านบาท

จากแนวโน้มของราคาน้ำมันที่สูงขึ้นเรื่อยๆ ได้ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของไทยโดยตรง ราคาสินค้าเครื่องอุปโภคและบริโภคปรับตัวสูงขึ้นตามราคาน้ำมัน อย่างไรก็ตาม ในภาวะวิกฤติเช่นนี้นับเป็นโอกาสดีที่ประเทศไทยจะต้องหันมาทบทวนนโยบายทั้งด้านเกษตรและอุตสาหกรรม โดยเฉพาะการแปรรูปผลิตภัณฑ์ให้มีมูลค่าเพิ่มก่อนที่จะส่งไปขายยังต่างประเทศ รวมทั้งการใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิงหรือน้ำมันเชื้อเพลิงมีราคาปรับตัวเพิ่มขึ้น โดยการนำพืชผลทางการเกษตรบางชนิดที่มีปริมาณล้นตลาด มาแปรรูปให้เป็นพลังงานทดแทนเช่น การนำเอามันสำปะหลัง หรือส่วนที่เหลือจากกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล เป็นต้น ซึ่งเอทานอลที่ผลิตได้จะนำไปผสมกับน้ำมันแก๊สโซลีนในสัดส่วนต่างๆ และจะเรียกเชื้อเพลิงผสมดังกล่าวว่า “แก๊สโซฮอล์” จุดเด่นของเอทานอลคือ มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับ สาร MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether) ที่สามารถเพิ่มค่าออกเทนในน้ำมันแก๊สโซลีน แต่สาร MTBE ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เกิดสารตกค้างกับน้ำใต้ดิน อีกทั้งการผสมสาร MTBE ในน้ำมันแก๊สโซลีนเกิน 10-15% จะเกิดผลกระทบต่อเครื่องยนต์ การใช้เอทานอลน่าจะเหมาะสมกับการใช้เป็นเชื้อเพลิง เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม สามารถปลูกพืชที่เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลได้ อาทิเช่น อ้อยโรงงาน มันสำปะหลัง เป็นต้น การใช้เอทานอลในปริมาณที่มาก จะส่งผลด้านรายได้ย่อมคืนสู่เกษตรกรรายย่อยทั้งประเทศ และท้ายที่สุดเกิดประโยชน์ต่อการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมโดยรวมอีกด้วย

อย่างไรก็ตาม หากโรงงานเอทานอลเกิดขึ้นจริง โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคอีสานที่เป็นแหล่งผลิตวัตถุดิบป้อนโรงงานทั้งอ้อย มันสำปะหลัง โดยเฉพาะในประเด็นที่จะใช้อ้อยเป็นวัตถุดิบผลิตเอทานอลนั้น หลายฝ่ายเกรงว่าจะเกิดปัญหาแย่งชิงอ้อย เนื่องจากผลผลิตอ้อยอีสานที่มีปริมาณ 20 ล้านตัน/ปีนั้น ยังไม่เพียงพอกับศักยภาพกำลังผลิตของโรงงานน้ำตาลอีสานทั้ง 13 โรงงาน หากมีโรงงานเอ

ทานอลเกิดใหม่จะยิ่งเกิดปัญหาขึ้นได้ ปัญหานี้นักวิชาการจากมหาวิทยาลัยขอนแก่นได้เสนอผลงานวิจัยข้าวฟ่างหวานเป็นพืชที่จะสามารถนำมาผลิตเป็นเอทานอลได้ไม่แตกต่างจากอ้อย อายุเก็บเกี่ยวสั้น ขณะเดียวกันต้นทุนการผลิตเป็นเอทานอลจะต่ำกว่า แต่ที่ผ่านมาไม่มีการส่งเสริมปลูกพืชชนิดนี้ในประเทศ

รศ.ดร.ประสิทธิ์ ใจศิล รองคณบดีฝ่ายวิจัย คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น เปิดเผยว่าการวิจัยของคณะเกษตรศาสตร์เมื่อปี 2538 พบว่า ข้างฟ่างหวานสามารถนำมาเป็นวัตถุดิบผลิตเอทานอลได้ไม่แตกต่างจากอ้อย โดยข้าวฟ่างหวาน 1 ตันจะผลิตเอทานอลได้ 76 ลิตร ขณะที่อ้อย 1 ตันผลิตเอทานอลได้ 70 ลิตร จุดเด่นของข้าวฟ่างหวานคือ เป็นพืชที่ทนสภาพอากาศแห้งแล้งได้ดี เหมาะกับสภาพภูมิอากาศของภาคอีสาน อายุเก็บเกี่ยวสั้นเพียงแค่ 3 เดือนเท่านั้น โดยเฉลี่ย 1 ปี จะสามารถปลูกได้ถึง 3 ครั้ง ขณะที่อ้อยต้องใช้เวลานานถึง 1 ปี การปลูข้าวฟ่างหวานปลูกได้ง่าย โดยใน 1 ไร่ใช้เมล็ดพันธุ์เพียง 1.5 กิโลกรัม อัตราขยายพันธุ์ 1/1000 ขณะที่อ้อยมีอัตราขยายพันธุ์เพียง 1/10 ในแง่ต้นทุนการปลูกข้าวฟ่างหวานต่ำกว่าอ้อยมาก การส่งเสริมการปลูกข้าวฟ่างหวานเพื่อนำมาผลิตเอทานอลนั้น จะทำให้สามารถวางแผนการผลิตได้ง่าย จากอายุเก็บเกี่ยวที่ค่อนข้างสั้น ป้อนโรงงานได้ตลอดทั้งปี หมักเป็นแอลกอฮอล์ได้มากกว่า เหมาะสมกับปริมาณความต้องการวัตถุดิบในอนาคต โดยลักษณะการปลูกเพื่อผลิตเอทานอลนั้น สามารถปลูกได้ทั้งวัตถุดิบหลัก หรือเป็นวัตถุดิบเสริมกับอ้อย ในระยะที่โรงงานน้ำตาลต้องหีบอ้อยช่วงเดือนธันวาคม-เมษายน สามารถใช้ข้าวฟ่างหวานทดแทนได้ อย่างไรก็ตาม ในกระบวนการผลิตเอทานอลจากข้าวฟ่างหวานจะมีหลายขั้นตอนที่จะต้องใช้เครื่องจักรกลเข้ามาช่วยเพื่อทุ่นแรงอาทิเช่น ขั้นตอนของการปลูก ซึ่งเดิมจะใช้แรงงานคนทำให้มีความต้องการแรงงานจำนวนมาก ขั้นตอนการเก็บเกี่ยว ซึ่งเดิมใช้แรงงานคน และขั้นตอนที่สำคัญอีกขั้นตอนคือ การหีบน้ำหวานจากข้าวฟ่างหวาน ยังเป็นอีกประเด็นปัญหาหนึ่งที่ยังไม่มีการพัฒนาเครื่องหีบขนาดเล็กที่มีประสิทธิภาพขึ้นมาใช้งาน เพื่อให้เครื่องหีบดังกล่าวเป็นต้นแบบของการพัฒนาเครื่องจักรกลสำหรับกระบวนการแปรรูปข้าวฟ่างหวานต่อไป

เอทานอลจึงเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกอีกชนิดใหม่ที่สามารถนำมาใช้เพื่อทดแทนเชื้อเพลิงที่ได้จากซากพืชซากสัตว์ (fossil fuel) ซึ่งได้มีการศึกษาและวิจัยการประยุกต์ใช้เชื้อเพลิงเอทานอลในรถยนต์ของหน่วยงานและสถาบันต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาในสภาพการใช้งานจริง และให้ผลสรุปในส่วนของความเป็นได้ในการประยุกต์ใช้งานในระดับหนึ่ง แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาเพื่อหาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี และสภาวะที่เหมาะสมในการประยุกต์ใช้งานภายใต้เงื่อนไขการทำงานต่างๆ ของเครื่องยนต์ ก็ยังมีความจำเป็นที่จะต้องทำการศึกษา โดยเฉพาะการเปรียบเทียบสมรรถนะการทำงานของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีนและเอทานอลในส่วนผสมที่มีสัดส่วนต่างๆ รวมถึงการประยุกต์ใช้เชื้อเพลิงผสมเอทานอลกับเครื่องยนต์ขนาดเล็กที่มีการประยุกต์ใช้งานในภาคเกษตรกรรม โครงการนี้ จึงได้เสนอแนวทางการศึกษาอย่างละเอียดเพื่อให้ได้ผลสรุปเปรียบเทียบการประยุกต์ใช้งาน โดยจะเน้นการทดสอบการการประยุกต์ใช้เอทานอลผสมกับน้ำมันแก๊สโซลีนและน้ำมันดีเซลในสัดส่วนต่างๆ

ปัจจุบัน การนำเอาเอทานอลมาใช้ผสมกับกับน้ำมันเชื้อเพลิง (แก๊สโซลีน) เพื่อใช้กับเครื่องยนต์นับว่ายังมีปริมาณน้อยมาก และส่วนผสมของเอทานอลที่ใช้จะมีอัตราส่วนไม่เกิน 10% เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงสะอาด ช่วยให้การเผาไหม้สมบูรณ์ ไม่มีสารตะกั่ว ลดมลพิษในไอเสียที่ปล่อยออกสู่บรรยากาศ จากการทดลองของกิตติชัย ไตรรัตนศิริชัย และถวัลย์ แสงนา ได้นำเอาน้ำมันแก๊สโซลีน ออกเทน 87 ปริมาณ 90% ผสมกับเอทานอล 10% จะได้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่มีค่าออกเทนเป็น 93.5 และน้ำมันแก๊สโซลีน ออกเทน 91 ปริมาณ 90% ผสมกับเอทานอล 10% จะได้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่มีค่าออกเทนเป็น 95.3 ดังนั้น การศึกษาการใช้เอทานอลจึงมุ่งเน้นเพื่อหาวิธีการดัดแปลงเครื่องยนต์ที่ใช้คาร์บูเรเตอร์เป็นตัวกำหนดส่วนผสมของไอดี เพื่อให้สามารถใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของเอทานอลได้

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ (แก๊สโซลีนที่ผสมเอทานอลในสัดส่วนต่างๆ)

2.2 เพื่อศึกษาสมรรถนะการทำงานของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ในสัดส่วนผสมต่างๆ ภายใต้เงื่อนไขการทำงานของเครื่องยนต์เดียวกัน

2.3 วิเคราะห์องค์ประกอบของแก๊สไอเสียที่เกิดขึ้นจากการทำงานของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ในสัดส่วนผสมต่างๆ

2.4 เพื่อศึกษาข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในการทำงานและการสึกหรอของเครื่องยนต์ เมื่อมีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์อย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน

3. ขอบเขตของงานวิจัย

น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนผสมกับเอทานอลที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 99.5% มาผสมในน้ำมันแก๊สโซลีนในอัตราส่วนต่างๆ โดยมีตัวอย่างเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบจำนวน 5 ตัวอย่างดังนี้

- น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91
- น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 95
- น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 + เอทานอล จำนวน 10%
- น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 + เอทานอล จำนวน 20%
- น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 + เอทานอล จำนวน 30%

การทดสอบน้ำมันผสมเอทานอล มีการทดสอบ 2 ลักษณะคือ

1) ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อหาค่าออกเทนนัมเบอร์ หาค่าความหนาแน่น หาอุณหภูมิของจุดวาบไฟและจุดติดไฟ และหาค่าความร้อนของเชื้อเพลิง

2) ทดสอบกับเครื่องยนต์นิสสัน A-15 ที่ใช้คาร์บูเรเตอร์ซึ่งติดตั้งเครื่องทดสอบแรงม้ารุ่น EWS-100L เพื่อหาสมรรถนะของเครื่องยนต์ มลพิษในไอเสีย และการปรับแต่งเครื่องยนต์ โดยทำการทดสอบมีรายละเอียดดังนี้

- ความเร็วรอบเครื่องทดสอบแรงม้าที่ 1500, 2000, 2500, 3000, 3500 รอบต่อนาที
- ตำแหน่งการเปิดของลิ้นปีกผีเสื้อที่ 25%, 50%, 75%, 100%

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ประเทศมีทางเลือกในการใช้พลังงานทางเลือกที่เหมาะสมกับรถยนต์ ลดการสูญเสียเงินตราต่างประเทศเพื่อใช้ในการซื้อน้ำมันเชื้อเพลิงจากและลดการพึ่งพาน้ำมันเชื้อเพลิงจากต่างประเทศลงได้ 10-20%
2) ทำให้ทราบถึงจุดที่เหมาะสมในการทำงานของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินหรือแก๊สโซลีนผสมเอทานอล
3) ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการศึกษาสามารถนำไปแนะนำและส่งเสริมให้มีการนำเอาเอทานอลไปใช้ในการผสมกับเชื้อเพลิงทั้งน้ำมันเบนซิน
4) ผลการศึกษาจะสามารถเผยแพร่ต่อหน่วยงานหรือชุมชนต่างๆ นำไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนพลังงานและปัญหาของสิ่งแวดล้อมในชุมชน

หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. หน่วยงานของภาครัฐที่ทำหน้าที่ดูแลด้านพลังงานของประเทศอาทิ สำนักนายกรัฐมนตรี กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย เป็นต้น

2. สถาบันการศึกษาในระดับต่างๆ สามารถนำเอาแนวทางการวิจัยและข้อมูลที่ได้ไปทำการทดสอบกับเครื่องยนต์ชนิดอื่นๆ

5. ทฤษฎีหรือกรอบแนวความคิด (conceptual framework) ของโครงการวิจัย

เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงที่สะอาด ที่ได้จากการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมากในประเทศ การที่พัฒนาแนวทางในการใช้ประโยชน์จากเอทานอล จึงเป็นแนวทางที่จะลด

การพึ่งพาเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ รวมทั้งเป็นการสร้างความมั่นคงในด้านพลังงานของประเทศ ดลการปล่อยแก็สมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเครื่องยนต์ ตลอดจนการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงจากปิโตรเลียมลงได้ การศึกษาของโครงการจะดำเนินการโดยใช้เครื่องทดสอบเครื่องยนต์มาตรฐานที่มีการตรวจวัดข้อมูลต่างๆ ที่มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์สมรรถนะการทำงานของเครื่องยนต์ และการวิเคราะห์แก๊สไอเสียที่เกิดขึ้นจากการทำงาน ภายใต้เงื่อนไขของการทำงานของเคร่องยนต์ที่กำหนดไว้ ตลอดจน เพื่อให้ข้อมูลการทดสอบมีความน่าเชื่อถือ การทดสอบเครื่องยนต์ในแต่ละเงื่อนไข จะดำเนินการทดสอบ 3 ซ้ำ เพื่อให้ได้ความแม่นยำของผลการทดสอบ

6. ระเบียบวิธีวิจัย

เพื่อให้การดำเนินงานบรรลุตามวัตถุประสงค์ของโครงการดังได้กล่าวในเบื้องต้น โครงการฯ จึงมีแนวทางในการดำเนินงานวิจัยดังต่อไปนี้

1. นำเอาเอทานอลที่ได้ไปผสมกับน้ำมันแก็สโซลีน เพื่อให้ได้แก๊สโซฮอล์ตามส่วนผสมต่างๆ ที่กำหนดข้างต้น และนำเอาส่วนผสมที่ได้ไปทำการทดสอบหาสมรรถนะพื้นฐานเช่น ค่าออกเทน จุดวาบไฟ ค่าความร้อน เป็นต้น
2. นำเอาน้ำมันเชื้อเพลิงตามส่วนผสมที่ได้ไปทำการทดสอบกับเครื่องยนต์ในห้องปฏิบัติการเพื่อหาจุดที่เหมาะที่สุดในการทำงานของเครื่องยนต์
3. วิเคราะห์และสรุปผล

7. แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

การนำเอาผลงานที่ได้จากการวิจัยโครงการนี้ออกเผยแพร่และถ่ายทอดเทคโนโลยีออกสู่กลุ่มเป้าหมาย สามารถที่จะดำเนินการได้โดยมอบหมายให้ศูนย์ส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยขอนแก่น หน่วยงานที่ร่วมมือกันระหว่างกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม และมหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นผู้ดำเนินการซึ่งอาจจะเป็นการจัดฝึกอบรม หรือสัมมนาเชิงปฏิบัติการ หรือการเผยแพร่ในรูปเอกสารต่างๆ หรือการจัดนิทรรศการ

นอกจากนี้ การเผยแพร่ความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยียังสามารถดำเนินการได้โดยตัวของนักวิจัยเอง ซึ่งอาจจะเป็นการนำเสนอผลงานในรูปของบทความทางวิชาการ การนำเสนอผลงานในการสัมมนาทางวิชาการทั้งภายในและต่างประเทศ

บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการใช้เชื้อเพลิงผสมเอทานอล ในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่มีระบบจ่ายเชื้อเพลิงเป็นแบบคาร์บูเรเตอร์นั้นจะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการในส่วนของเชื้อเพลิงและเครื่องยนต์ตลอดจนระบบเครื่องมือวัดระบบแสดงผลของข้อมูล เพื่อนำไปสนับสนุนผลที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ บนเครื่องทดสอบไดนาโมมิเตอร์ ดังนั้น ในบทนี้จึงกล่าวถึง เชื้อเพลิงและคุณสมบัติบางประการของเชื้อเพลิง และยังได้กล่าวถึงผลการวิจัยที่ผ่านมาด้วย

1. เชื้อเพลิงแอลกอฮอล์

แอลกอฮอล์ (alcohol) ได้ถูกนำไปใช้แทนพลังงานรูปอื่นมาเป็นเวลานานแล้ว เนื่องจากปัจจุบันเชื้อเพลิงที่ได้จากปิโตรเลียมมีราคาสูงขึ้นและหายาก จึงได้มีการนำเอาเชื้อเพลิงแบบใหม่ๆ มาทดลองใช้กับ เครื่องยนต์ทุกประเภทเท่าที่ทำได้ ดังนั้นการนำเอาแอลกอฮอล์มาเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน โดยอาจจะผสมกับน้ำมันแก๊สโซลีนแล้วจึงนำไปใช้งาน แอลกอฮอล์สามารถผลิตขึ้นจากชีวมวล (biomass) และจากสารไฮโดรคาร์บอน (น้ำมันหรือก๊าซ)

1.1 ชนิดของแอลกอฮอล์ แอลกอฮอล์แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1) เอทิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) หรือที่เรียกว่า เอทานอล (ethanol) มีสูตรทางเคมีคือ C_2H_5OH ผลิตได้จากผลิตผลทางการเกษตร
2) เมทิลแอลกอฮอล์ (methyl alcohol) หรือที่เรียกว่าเมธานอล (methanol) มีสูตรทางเคมีคือ CH_3OH ผลิตได้จากปิโตเลียม ถ่านหิน และไม้ เป็นต้น

1.2 กระบวนการผลิตแอลกอฮอล์ เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลงทดแทนน้ำมันเชื้อเพลงนั้นมีอยู่ 2 กระบวนการคือ กระบวนการผลิตเอทิลแอลกอฮอล์ และกระบวนการผลิตเมทิลแอลกอฮอล์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) กระบวนการผลิตเอทิลแอลกอฮอล์หรือเอทานอล ผลิตได้จากวัสดุทางการเกษตร ซึ่งจัดแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ประเภทที่มีสารน้ำตาล เช่น อ้อย ข้าวฟ่างหวาน และกากน้ำตาล เป็นต้น ส่วนอีกประเภทหนึ่งเป็นประเภทที่มีสารแป้ง เช่น มันสำปะหลัง ข้าวเหนียว ข้าวจ้าว ข้าวโพด เป็นต้น พืชเศรษฐกิจที่นับว่ามีศักยภาพสูงพอที่จะนำมาพัฒนาเพื่อใช้ผลิตเอทิลแอลกอฮอล์ ทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงในขณะนี้ได้แก่ อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวฟ่างหวาน เป็นต้น

2) กระบวนการผลิตเมทิลแอลกอฮอล์หรือเมธานอล เป็นแอลกอฮอล์อีก ชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เชื้อเพลิงได้ แต่ต้องอาศัยกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างไปจากการผลิตเอทิลแอลกอฮอล์ สำหรับศักยภาพทางวัตถุดิบในประเทศเราที่สามารถนำมาใช้ผลิตเมทิลแอลกอฮอล์ได้ในขณะนี้ก็คือ ถ่านหินลิกไนต์ ไม้และก๊าซธรรมชาติ

1.3 ประโยชน์จากเอทานอล เอทานอลเป็นสารอินทรีย์เคมีที่นำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ที่สำคัญ เช่น

1) ใช้เป็นเชื้อเพลงสำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน
2) ใช้เป็นสารเคมีโดยตรง เช่น ใช้เป็นตัวทำลาย (solvent)
3) ใช้ในการผลิตเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์
4) ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตสารเคมีประเภทอื่นๆ เช่น ผลิตน้ำหอม เครื่องสำอาง อาหาร ยา สารเคลือบผิว เป็นต้น

1.4 เทคโนโลยีการผลิตเอทานอล เอทานอลสามารถผลิตขึ้นจากวัตถุดิบที่เป็นชีวมวลประเภทที่มีสารแป้งหรือชีวมวลที่ให้คาร์โบไฮเดรตในรูปแป้ง ชีวมวลที่ให้คาร์โบไฮเดรตประเภทน้ำตาลและ ชีวมวลในรูปของเซลลูโลส เช่น เศษวัสดุทางการเกษตร ไม้ เป็นต้น การผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบที่เป็นชีวมวลดังกล่าว ยกเว้นชีวมวลที่ให้คาร์โบไฮเดรตในรูปน้ำตาลจะต้องผ่านกระบวนการผลิต 3 ขั้นตอน คือ ขั้นแรก เปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตให้อยู่ในรูปของน้ำตาลที่สามารถละลายน้ำได้ ขั้นที่สอง หมักน้ำตาลให้กลายเป็นเอทานอลโดยการใช้ยีสต์ (yeast) และขั้นที่สาม แยกเอทานอลออกจากสารผสมที่ได้จากการหมักโดยวิธีการกลั่น จากขั้นตอนดังกล่าวนี้จะเห็นได้ว่า ชีวมวลที่ให้คาร์โบไฮเดรตในรูปน้ำตาลอยู่แล้วได้เปรียบกว่าชีวมวลอย่างอื่น เพราะสามารถนำไปหมักเป็นเอทานอลได้เลย นอกจากนี้เอทานอล ที่ผลิตจากอ้อยยังมีข้อได้เปรียบอีกอย่างคือ ชานอ้อยหลังจากถูกหีบแล้วยังนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตได้อีกด้วย ดังนั้นจึง นิยมผลิตเอทานอลจากอ้อยหรือจากกากน้ำตาลมากกว่าจากผลิตผลทางการเกษตรอื่น

1.5 การใช้แอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ได้มีการค้นคว้าวิจัย เกี่ยวกับการใช้เอทิลแอลกอฮอล์เพื่อใช้กับเครื่องยนต์ พบว่าเอทิลแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ 99.9% โดยปริมาตรเมื่อนำมาผสมกับน้ำมันแก๊สโซลีนชนิดพิเศษหรือชนิดธรรมดาสามารถใช้กับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนได้ดีโดยใช้ส่วนผสมของเอทิลแอลกอฮอล์ 15-20% โดยไม่ต้องดัดแปลงเครื่องยนต์แต่ประการใด และผลการทดสอบกับเครื่องยนต์พบว่า ถ้าเติมเอทิลแอลกอฮอล์ 10% ลงไปในน้ำมันแก๊สโซลีนแล้วนำไปใช้งานกับเครื่องยนต์ จะมีผลกระทบต่อเครื่องยนต์น้อยมาก จนอาจกล่าวได้ว่าสมรรถนะของเครื่องยนต์เหมือนกับการใช้น้ำมันแก๊สโซลีนล้วนๆ แต่เราไม่สามารถนำเอาเอทิลแอลกอฮอล์ล้วนๆ มาเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ให้มีสรรถนะเหมือนเดิมได้ นอกจากจะต้องมีการปรับปรุงหรือออกแบบเครื่องยนต์ใหม่เพื่อให้เหมาะกับการใช้แอลกอฮอล์โดยเฉพาะวิธีการใช้เชื้อเพลิงแอลกอฮอล์กับเครื่องยนต์นั้น อาจจำแนกได้เป็น 3 ลักษณะดังนี้

1) ใช้ผสมโดยตรง สำหรับในต่างประเทศใช้แอนไฮดรัสเอทิลแอลกอฮอล์ (anhydrous ethyl alcohol) 99.5% ผสมในน้ำมันแก๊สโซลีนเพื่อใช้กับรถยนต์ในอัตราส่วนของแอนไฮรัส 11-20%ได้เหมือนเชื้อเพลิงปกติ แต่สำหรับประเทศไทยพบว่า ถ้าใช้แอนไฮดรัสผสมน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนของแอนไฮดรัส 20% สามารถใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลได้ แต่อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจะสูงกว่าปกติ
2) ใช้วิธีป้อนเชื้อเพลิงเข้าทั้งสองทาง โดยการเพิ่มวงจรเอทิลแอลกอฮอล์ในระบบน้ำมันเชื้อเพลิงจะสามารถใช้เอทิลแอลกอฮอล์ที่มีความบริสุทธิ์ต่ำ ร่วมกับน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและเครื่องยนต์ดีเซลได้
3) ใช้เอทิลแอลกอฮอล์อย่างเดียว แต่ต้องทำการปรับแต่งเครื่องยนต์แก๊สโซลีนเช่น เพิ่มแรงอัดในกระบอกสูบโดยการเพิ่มอัตราส่วนการอัด (compression ratio) ปรุงแต่งส่วนผสมของเชื้อเพลิงกับอากาศและปรับจังหวะการจุดระเบิดวิธีการนี้ทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมากกว่าปกติถึง 20%ของการใช้น้ำมันแก๊สโซลีนโดยตรง คุณสมบัติเชื้อเพลิงแอลกอฮอล์ต่างๆ แสดงได้ดังตารางที่ 2.1 และ 2.2

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติทางกายภาพบางประการของเอทานอลและเมทานอล

คุณสมบัติชนิด	ความถ่วงจำเพาะ	ค่าความร้อน HHV (kJ/kg)	ค่าความร้อน LHV (kJ/kg)	อากาศที่ใช้ทางทฤษฎี (m^3/kg)
เอทานอล	0.80	27,200	21,760	7.4
เมทานอล	0.78	19,250	15,480	5.3

ที่มา : สถาบันวิจัยและเทคโนโลยี การปิโตเลี่ยมแห่งประเทศไทย (ปตท.)

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติบางประการของแอลกอฮอล์

แอลกอฮอล์	สูตร	ความสามารถในการละลายน้ำ (g/100g ของน้ำที่ 20 °C)	จุดเดือด (°C)
เมทานอล	CH_3OH	ละลายได้ดี	65
เอทานอล	C_2H_5OH	ละลายได้ดี	78
โพรพานอล	$CH_3CH_2CH_2OH$	ละลายได้ดี	97
บิวทานอล	$CH_3(CH_2)_2OH$	8.0	118
เพนทานอล	$CH_3(CH_2)_3CH_2OH$	2.2	138

ที่มา : สถาบันวิจัยและเทคโนโลยี การปิโตเลี่ยมแห่งประเทศไทย (ปตท.)

2. แก๊สโซฮอล์

เมื่อใช้เอทานอลผสมกับน้ำมันแก๊สโซลีน เรียกส่วนผสมนี้ว่าแก๊สโซฮอล์ (gasohol) หรือเบนโซฮอล์ (benzohol) โดยใช้เอทานอลที่มีความบริสุทธิ์ 99.8% ผสมลงในน้ำมันแก๊สโซลีน ในปริมาณไม่เกิน 20% จะใช้ได้ดีกับเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในที่เดิมเคยใช้ กับน้ำมันแก๊สโซลีน แต่ถ้าใช้เอทานอลโดยตรง อาจลดความบริสุทธิ์ลงไปเหลือ 94%ได้ แต่เครื่องยนต์เดิมจะใช้ไม่ค่อยได้ผลดีนัก คุณสมบัติของแก๊สโซฮอล์แสดงได้ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงคุณสมบัติบางประการของเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์

คุณสมบัติ	% แอลกอฮอล์ในน้ำมันแก๊สโซลีน			
	0	10	20	30
ค่าความร้อนทางเชื้อเพลิง (MJ/kg เชื้อเพลิง)	41,886	40,323	38,363	37,234
ค่าความร้อนสัมพัทธ์ *	1.0	0.96	0.92	0.89
ออกเทนนัมเบอร์ (F-1)	95	96.7	-	-
ค่าความร้อนแฝงของการระเหย (cal/cm)	54.5	64.8	75.8	86.4
ความหนาแน่น (kg/litre)	0.7500	0.7530	0.7560	0.7590
อุณหภูมิการเกิด vapour lock (F)*	-	112	114	116
อัตราส่วนผสมของอากาศ/เชื้อเพลิง	15	14.7	14.2	14.05

ที่มา : สถาบันวิจัยและเทคโนโลยี การปิโตเลี่ยมแห่งประเทศไทย (ปตท.)

จากตารางที่ 2.3 จะเห็นว่า ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงลดลงเมื่อส่วนผสมของแอลกอฮอล์มากขึ้น แต่ค่าออกแทนจะสูงขึ้นที่ส่วนผสมแอลกอฮอล์ 10% ทำให้สามารถใช้กับเครื่องยนต์ที่มีอัตราส่วนกำลังอัดสูงกว่าได้ และประสิทธิภาพก็จะดีขึ้น แต่ถ้าแอลกอฮอล์มีปริมาณมากขึ้น เปอร์เซ็นต์การระเหยของเชื้อเพลิงจะมากขึ้น โดยเฉพาะในช่วงอุณหภูมิต่ำ ทั้งนี้อาจสรุปได้ว่า ถ้าในเชื้อเพลิงผสมมีปริมาณแอลกอฮอล์มากขึ้นโอกาสที่จะเกิดเวเพอร์ล็อกก็เพิ่มขึ้นตาม

แอลกอฮอล์ชนิดบริสุทธิ์ 100% หรือที่ปราศจากน้ำจะละลายได้ดีกับน้ำมันแก๊สโซลีน ไม่ว่าอัตราส่วนหรืออุณหภูมิใดๆ แต่ความสามารถในการละลายจะลดลงเมื่อมีน้ำปนอยู่ด้วย ดังนั้นถ้าน้ำยิ่งมากก็จะทำให้เกิดการแยกตัวของแอลกอฮอล์และแก๊สโซลีนง่ายขึ้น ทั้งนี้การแยกตัวจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและชนิดของแก๊สโซลีนด้วย ปริมาณของน้ำถ้ามีเพียงเล็กน้อย ก็จะก่อให้เกิดการแยกตัวขึ้นอย่างรวดเร็ว และผลของน้ำที่เกิดจะมีโทษกับอุปกรณ์ต่างๆ และก่อให้เกิดปัญหาตามสถานีเติมเชื้อเพลิง สารช่วยละลาย (blending agents) สามารถช่วยให้แอลกอฮอล์และแก๊สโซลีนละลายเข้ากันได้โดยไม่แยกตัวจากกัน เช่น อะซีโตน เบนเซนต์นอร์มัลบัวทิล ไอโซบัวทิล แอลกอฮอล์ กรดไขมัน เฮปทาลินหรือไฮโดรจีเนตครีซอล เฮคาลินหรือเฮกซะไฮโดรฟีนอล เป็นต้น

เอทานอลมีออกเทนระหว่าง 106-111RON ซึ่งเมื่อนำมาผสมกับน้ำมันแก๊สโซลีนจะทำให้ค่าออกเทนของน้ำมันชนิดพิเศษเพิ่มขึ้น เอทานอลมีองค์ประกอบเป็นออกซิเจนประมาณ 34.7% เมื่อ

นำมาผสมกับแก๊สโซลีนจะช่วยให้การเผาไหม้สมบูรณ์ขึ้น ไอเสียจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์มีสารไฮโดรคาร์บอน์และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ลดลง แต่มีไนโตรเจนออกไซด์และอัลดีไฮด์เพิ่มขึ้นเอทานอลมีค่าความร้อนเชื้อเพลิงต่ำ เมื่อนำมาผสมกับน้ำมันแก๊สโซลีนจะทำให้น้ำมันแก๊สโซลีนผสมพิเศษมีค่าความร้อนทางเชื้อเพลิงลดลงตามสัดส่วนการผสม แต่เนื่องจากเอทานอลช่วยให้การเผาไหม้ดีขึ้นจะทำให้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและพลังงานลดลงเล็กน้อย

3. ผลการศึกษาการใช้เอทานอลผสมในน้ำมันแก๊สโซลีน

จากการที่ได้ศึกษางานวิจัยของผู้วิจัยพอสรุปได้ดังนี้ ได้มีการทำการวิจัยใน 2 ลักษณะคือ ประการที่หนึ่งเป็นการวิจัยคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของน้ำมันเชื้อเพลิงผสมเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน และผลของน้ำมันผสมต่อวัสดุอุปกรณ์ในระบบน้ำมันเชื้อเพลิง อีกประการคือการน้ำมันแก๊สโซลีนและน้ำมันผสมเอทานอลในอัตราส่วนต่างๆ ไปทดสอบกับเครื่องยนต์ โดยการทดสอบจะแบ่งออกเป็น 2 แบบ แบบที่หนึ่ง เป็นการทดสอบในห้องปฏิบัติการ เป็นการทดสอบหาสมรรถนะของเครื่องยนต์ โดยใช้เครื่องทดสอบแรงม้าแบบไดนาโมมิเตอร์ อีกแบบหนึ่งเป็นการทดสอบกับรถยนต์โดยนำไปวิ่งทดสอบบนถนนในสภาพการใช้งานจริงซึ่งผลการทดสอบพอสรุปได้ดังนี้

3.1 การทดสอบทางด้านคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันเชื้อเพลิง

1) สถาบันวิจัยและเทคโนโลยี การปิโตเลี่ยมแห่งประเทศไทย (ปตท.) ศึกษาผลของการใช้เอทานอลผสมในน้ำมันเชื้อเพลิงต่อระบบเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ โดยนำเชื้อเพลิงไปทดสอบหาคุณสมบัติทางกายภาพ โดยมีคุณสมบัติและคุณภาพของเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ที่ประกาศโดยกรมธุรกิจพลังงาน เรื่องกำหนดลักษณะและคุณภาพของเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2547 การเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างเอทานอลกับน้ำมันแก๊สโซลีนจะทำให้เห็นถึงคุณลักษณะดีขึ้นดังแสดงในตารางที่ 2.4

จากตารางที่ 2.5 นี้พบว่าเมื่อผสมแอลกอฮอล์มากขึ้น ค่าออกเทนจะเพิ่มขึ้น แต่การกัดกร่อนทองแดงก็มีมากขึ้น รวมทั้งความถ่วงจำเพาะก็มากขึ้นตามไปด้วย

2) ผลของการใช้เอทานอลผสมกับน้ำมันแก๊สโซลีน ต่อวัสดุระบบเชื้อเพลิง เปรียบเทียบน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 95 กับน้ำมันผสมเอทานอล 10%ทดสอบกับวัสดุระบบเชื้อเพลิงต่างๆ จำนวน 13 ชนิด ทดสอบเป็นเวลา 42 วัน (1008 ชั่วโมง) ต่อเนื่อง ควบคุมอุณหภูมิที่ 60 °C

ตารางที่ 2.4 เปรียบเทียบคุณสมบัติของแก๊สโซลีนและแอลกอฮอล์

คุณสมบัติ	แก๊สโซลีน	แอลกอฮอล์
1. สูตรโมเลกุล	C_8H_{18}	C_2H_5OH
2. ชื่อ	ไอโซออกเทน	เอทานอล
3. น้ำหนักโมเลกุล	114.22	46.06
4. ความถ่วงจำเพาะ	0.692	0.785
5. ความหนืด abs. (P)	0.00525	0.01730
6. จุดหลอมเหลวที่ความดัน1 บรรยากาศ (°F)	-161	-170
7. จุดเดือดที่ความดัน 1 บรรยากาศ (°F)	211	172
8. ความดันไอ (RVP) ที่ 100°F (psia)	1.72	2.25
9. ค่าความร้อนจำเพาะของก๊าซที่ 60°F (Btu/lb °F)	0.380	-
10. ค่าความร้อนจำเพาะของของเหลวที่ 60 °F (Btu/lb °F)	0.489	-
11. อุณหภูมิจุดติดไฟที่ความดัน 1 บรรยากาศ (°F)	837	-
12. ค่าความร้อนเมื่อความดันคงที่		
HHV ที่ 77 (°F) (Btu/lb)	20,556	12,780
LHV ที่ 77 (°F) (Btu/lb)	19,065	11,604
13. ค่าความร้อนของการกลายเป็นไอ (Btu/lb)	117	396
14. อัตราส่วนของอากาศ/เชื้อเพลิง	15.1	9.0
15. ค่าออกแทน (F-1) 0ml TEL/gal		
116 3ml TEL/gal	100	107
100 (F-2) 0ml TEL/gal	116	102
116 3ml TEL/gal	100	-

ที่มา : สถาบันวิจัยและเทคโนโลยี การปิโตรเลี่ยมแห่งประเทศไทย (ปตท.)

ตารางที่ 2.5 ผลการวิเคราะห์น้ำมันผสมระหว่างแก๊สโซลีนกับแอลกอฮอล์

คุณสมบัติ	แก๊สโซลีนชนิดธรรมดา + แอลกอฮอล์			
	0%	5%	10%	15%
1. ความถ่วง API ที่ @ 60 (°F)	67.9	67.1	66.0	64.6
2. ความถ่วงจำเพาะที่ 60/60 (°F)	0.7096	0.7125	0.7165	0.7216
3. การกัดกร่อนทองแดง	No.1 a	No.1 a	No.1 b	No.1 b
4.ค่าออกเทน (F-1)	82.0	83.7	86.0	89.6
5. แรงดันไอน้ำมัน (psi)	7.0	8.8	8.3	8.4
6. การทดสอบการกลั่นจุดเดือดเริ่มต้น (°C)	40	40	45	41
5%	50	46	50	47
10%	55	49	53	50
20%	61	52	56	54
30%	67	59	59	57
40%	74	70	62	62
50%	83	82	71	66
60%	94	95	90	70
70%	110	112	108	106
80%	124	122	125	126
90%	138	148	144	146
95%	152	178	166	170
จุดสุดท้ายของการกลั่น	190	183	189	179

ที่มา : สถาบันวิจัยและเทคโนโลยี การปิโตเลี่ยมแห่งประเทศไทย (ปตท.)

ตารางที่ 2.6 ผลการวิเคราะห์น้ำมันแก๊สโซลีนชนิดพิเศษเมื่อผสมกับแอลกอฮอล์

คุณสมบัติ	แก๊สโซลีนซูเปอร์ + แอลกอฮอล์			
	0%	5%	10%	15%
1. ความถ่วง API ที่ @ 60 (°F)	60.3	59.5	58.8	58.1
2. ความถ่วงจำเพาะที่ @ 60/60 (°F)	0.7377	0.7408	0.743	0.7463
3. การกัดกร่อนแผ่นทองแดง	No.1 a	No.1 a	No.1 b	No.1 b
4. ค่าออกแทน (F-1)	95.0	95.7	96.7	98.0
5. แรงดันไอน้ำมัน (psi)	7.5	8.3	8.9	8.9
6. การทดสอบการกลั่น				
อุณหภูมิของจุดเดือดเริ่มต้น (°C)	48	39	45	45
5%	58	45	52	52
10%	62	50	55	55
20%	70	55	60	60
30%	77	65	64	64
40%	85	79	70	70
50%	94	92	83	70
60%	105	105	102	86
70%	116	117	115	112
80%	128	128	130	123
90%	144	150	146	147
95%	156	174	168	167
อุณหภูมิสุดท้ายของการกลั่น	183	195	199	182

ที่มา : สถาบันวิจัยและเทคโนโลยี การปิโตเลี่ยมแห่งประเทศไทย (ปตท.)

ตารางที่ 2.7 ผลการทดสอบกับยาง

ยาง	NBR (Nitrile butadiene rubber)		H-NBR (Hydrogenated NBR)		FKM (Fluoroelastomer)	
	Gasoline	Gasohol	Gasoline	Gasohol	Gasoline	Gasohol
Hardness(%change)	-7	-22	-6	-5	-4	+4
Volume (%change)	0	+10	+4	+14	+15	+15
Tensile strength (MPa)	10	10	15	15	8	7
Elongation(%)	520	520	600	600	300	220

ที่มา : สถาบันวิจัยและเทคโนโลยี การปิโตเลี่ยมแห่งประเทศไทย (ปตท.)

ตารางที่ 2.8 ผลการทดสอบกับพลาสติก

พลาสติก	Polyethylene		Nylon	
	Gasoline	Gasohol	Gasoline	Gasohol
Length (%change)	+3	+2.5	-0.5	+3
Width (%change)	+3	+3	-0.5	+3
Thickness(%change)	+5.5	+4.5	-0.5	+3.5
Weight(%change)	+11	+9	-2	+2.5
Tensile strength (MPa)	8	7.5	50	65
Elongation(%)	350	350	300	330

ที่มา : สถาบันวิจัยและเทคโนโลยี การปิโตเลี่ยมแห่งประเทศไทย (ปตท.)

ตารางที่ 2.9 ผลการทดสอบกับโลหะ

โลหะ	Gasoline	Gasohol
Iron(SPCC-SB)	ไม่พบการสึกกร่อนหรือสนิม	ไม่พบการสึกกร่อนหรือสนิม
Aluminum(ADC 12)		
Terne sheet (Sn-Pb)		
Nickel-plated (SB Ni III)		
Copper(C26080P)		
Zinc(ZDC-2)		
Zinc-plated steel(SB MF ZN II)		

ที่มา : สถาบันวิจัยและเทคโนโลยี การปิโตเลี่ยมแห่งประเทศไทย (ปตท.)

3.2 การทดสอบด้านสมรรถนะของเครื่องยนต์ รวมถึงการทดสอบมลพิษในไอเสีย จะเป็นการทดสอบทั้งในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม โดยสรุปผลการทดสอบได้ดังนี้ การทดสอบของสถาบันวิจัยและเทคโนโลยี การปิโตเลี่ยมแห่งประเทศไทย (ปตท.) เป็นการทดสอบภาคสนาม แก๊สโซฮอล์ 10% (E10) สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ โดยดูจากผลการทดสอบกับรถยนต์รุ่นต่างๆ จำนวน 6 คัน โดยสถาบันวิจัยและเทคโนโลยี การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย ด้วยการขับรถยนต์จริงภายในห้องทดสอบยานยนต์เหมือนสภาพการจราจรในเมืองและทางหลวงที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในห้องทดสอบให้คงที่ตลอดเวลา ผลการทดสอบพบว่าแก๊สโซฮอล์ ยังคงประหยัดเชื้อเพลิงเหมือนกับน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 95

ตารางที่ 2.10 การทดสอบเชื้อเพลิงเอทานอล

รถรุ่น/ปี	แก๊สโซลีนออกเทน 95	แก๊สโซฮอล์	ความแตกต่าง (%)
Toyota 1.5 L/1996	12.21	12.07	-1.2
Volvo 2.3 L/1995	8.10	7.99	-1.4
Nissan 2.0 L/1994	7.94	7.96	0.3
Mitsubishi 1.5 L/1994	9.78	9.72	-0.6
Honda 1.6 L/1996	11.92	12.09	1.4
Toyota 1.3 L/1993	13.11	13.33	1.7

ที่มา : สถาบันวิจัยและเทคโนโลยี การปิโตเลี่ยมแห่งประเทศไทย (ปตท.)

ตารางที่ 2.11 ผลการทดสอบปริมาณไอเสียและอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

Fuel	Emission (g/km)				FE (km/l)
	THC	NOx	CO	CO2	
Gasoline	0.12	0.15	1.10	170.37	13.50
	0.12	0.15	1.33	171.86	13.36
	0.12	0.17	1.18	170.16	13.51
Average	0.12	0.16	1.20	170.80	13.46
Gasohol	0.17	0.11	0.98	171.71	13.20
	0.13	0.12	1.09	172.92	13.35
	0.12	0.10	0.95	171.69	13.38
Average	0.14	0.11	1.01	172.11	13.31

ที่มา : สถาบันวิจัยและเทคโนโลยี การปิโตเลี่ยมแห่งประเทศไทย (ปตท.)

ตารางที่ 2.12 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ โดย t-test

THC	NOx	CO	FE
16.7 ± 54.8	-29.8 ± 8.3	-16.2 ± 5.7	1.1 ± 0.3

ที่มา : สถาบันวิจัยและเทคโนโลยี การปิโตเลี่ยมแห่งประเทศไทย (ปตท.)

ตารางที่ 2.13 ผลการทดสอบสมรรถนะ (กำลังสูงสุดที่ล้อ)

Fuel	Average Maximum Power (kW)							
	50km/h	60km/h	70km/h	80km/h	90km/h	100km/h	110km/h	120km/h
Gasoline	26.81	33.19	41.00	48.99	51.79	56.96	64.07	68.65
Gasohol	25.35	32.40	40.06	47.91	51.15	56.91	64.77	70.44

ที่มา : สถาบันวิจัยและเทคโนโลยี การปิโตเลี่ยมแห่งประเทศไทย (ปตท.)

ตารางที่ 2.14 ผลการทดสอบอัตราเร่งจาก 0 - 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

Fuel	Time (0-100 km/h)(sec)			
	Test 1	Test 2	Test3	Average
Gasoline	11.02	10.93	11.02	10.99
Gasohol	10.78	10.61	10.95	10.79

ที่มา : สถาบันวิจัยและเทคโนโลยี การปิโตเลี่ยมแห่งประเทศไทย (ปตท.)

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ถวัลย์ แสงนา (2544) ได้ศึกษาแอลกอฮอล์น้ำมันเชื้อเพลิงทางเลือกสำหรับเครื่องยนต์ โดยใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 81, 91 และ 95 นำมาผสมกับเอทิลแอลกอฮอล์ 99.9% ที่อัตราส่วนของแอลกอฮอล์ที่ใช้ผสมในน้ำมันแก๊สโซลีน คือ ร้อยละ 0, 10, 20, 30 โดยปริมาตร นำมาทดสอบกับเครื่องยนต์ที่ติดตั้งบนไดนาโมมิเตอร์เพื่อหาสมรรถนะของเครื่องยนต์ มลพิษจากไอเสีย อีกทั้งได้ทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพบางประการของน้ำมันเชื้อเพลิงผสม นำมาเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงที่ไม่ผสม พบว่า ระหว่างน้ำมันเชื้อเพลิงผสมที่ใช้เอทานอลเติมลงไปในแก๊สโซลีนออกเทน 87 ในสัดส่วน 10% โดยปริมาตร กับแก๊สโซลีนออกเทน 91 ซึ่งน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งสองมีค่าออกเทนนัม

เบอร์ใกล้เคียงกันคือ แก๊สโซลีนผสมมีค่าออกเทนนัมเบอร์ 93.5 ส่วนแก๊สโซลีนไม่ผสมมีค่าออกเทนนัมเบอร์ 91.1 และค่าความร้อนของเชื้อเพลิงผสมจะต่ำกว่า เมื่อนำไปทดสอบกับเครื่องยนต์ผลปรากฏว่า แรงบิดของเครื่องยนต์ลดลง 1.7% ค่าความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกลดลง 2.65% มลพิษในไอเสียลดลง ไฮโดรคาร์บอนลดลง 67.95% คาร์บอนมอนอกไซด์ลดลง 40.58% คาร์บอนไดออกไซด์เพิ่ม 23.23% เปรียบเทียบระหว่างแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 10% โดยปริมาตรกับแก๊สโซลีนออกเทน 95 ซึ่งน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งสองมีค่าออกเทนนัมเบอร์เท่ากัน และค่าความร้อนของเชื้อเพลิงผสมจะต่ำกว่า เมื่อนำไปทดสอบกับเครื่องยนต์ผลปรากฏว่า แรงบิดของเครื่องยนต์ลดลง 0.45% กำลังของเครื่องยนต์ลดลง 2% ค่าความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกเพิ่มเป็น 1.5% มลพิษในไอเสียลดลง ไฮโดรคาร์บอนลดลง 11.34% คาร์บอนมอนอกไซด์เพิ่มเป็น 18.4% คาร์บอนไดออกไซด์เพิ่ม 0.24% มีความเป็นได้ที่จะนำแอลกอฮอล์มาผสมกับน้ำมันแก๊สโซลีนที่มีค่าออกเทนต่ำเพื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์ เนื่องจากสมรรถนะของเครื่องยนต์ไม่แตกต่างกันมาก ที่สัดส่วนผสมเอทานอล 10% และ 20% โดยปริมาตร ทั้งยังทำให้มลพิษในอากาศลดลง

นักเรียนนายเรืออากาศปกรณ์กิจ ตั้งสมบูรณ์และคณะ (2543) ได้ทำการศึกษาการดัดแปลงระบบฉีดเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะให้สามารถใช้งานได้กับเชื้อเพลิงเอทานอล ในอัตราส่วนผสมระหว่าง เอทานอลต่อแก๊สโซลีน ตั้งแต่ 100 ต่อ 0 ถึง 0 ต่อ 100 จากการทดสอบกับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ เมื่อปรับเวลาการฉีดให้เหมาะสำหรับการลดมลพิษในแก๊สไอเสีย พบว่าอัตราส่วนของเอทานอลที่เพิ่มขึ้นในแก๊สโซลีนจะทำให้สามารถปรับลดปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ และไฮโดรคาร์บอนในแก๊สไอเสียได้มากยิ่งขึ้น (15% ที่อัตราส่วนผสมของ เอทานอล:แก๊สโซลีน = 10:90 จนถึง 80% ที่อัตราส่วนผสม 100:0) ในขณะเดียวกันกำลังม้าจะเพิ่มขึ้นประมาณ 5% ถึง 10% ที่รอบการหมุนและโหลดปานกลางถึงสูง เมื่อปรับเวลาการฉีดให้เหมาะสำหรับการเพิ่มกำลังม้าของเครื่องยนต์ พบว่าสามารถปรับให้ได้กำลังม้าสูงขึ้นที่เกือบทุกสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ (ตั้งแต่ 5% ที่อัตราส่วนผสม 15:85 ถึง 15% ที่อัตราส่วนผสม 100:0) ในขณะเดียวกัน ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรคาร์บอนจะน้อยกว่าเมื่อใช้แก๊สโซลีนเพียงชนิดเดียว อย่างไรก็ตาม ความสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิงที่มีอัตราส่วนผสม 15:85 ขึ้นไปจะเพิ่มขึ้นประมาณ 10% ถึง 35% โดยขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการปรับแต่ง โดยเอทานอลสามารถลดปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ และไฮโดรคาร์บอนในแก๊สไอเสีย อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อผสมกับแก๊สโซลีนในอัตราส่วนผสมตั้งแต่ 10: 90 ขึ้นไป และจะลดมลพิษดังกล่าวได้มากที่สุด เมื่อใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงเพียงชนิดเดียว เนื่องจากเอทานอลมีการเผาไหม้ ที่สมบูรณ์มากกว่าแก๊สโซลีน เอทานอลสามารถเพิ่มกำลังม้าของเครื่องยนต์ เมื่อปรับเวลาการฉีดให้เหมาะสม เนื่องจากเอทานอลมีค่าความร้อนแฝงที่สูงกว่าแก๊สโซลีน ดังนั้นในขณะที่เอทานอลระเหย จึงทำให้ไอดีมีอุณหภูมิเย็นกว่า เมื่อใช้แก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น นอกจากนี้เอทานอลยังเป็นเชื้อเพลิงที่มีออกซิเจน เป็นส่วนผสมออกซิเจนดังกล่าว ทำให้สามารถเผาไหม้เชื้อเพลิงใน

ห้องเผาไหม้ เป็นปริมาณมากกว่าแก๊สโซลีน พร้อมด้วยพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาในปริมาณมากกว่าแก๊สโซลีนมีความสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนผสมเอทานอล โดยทั่วๆ ไปจะมากกว่าความสิ้นเปลืองของแก๊สโซลีนเพียงชนิดเดียว เนื่องจากอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง ของเอทานอลหนากว่าแก๊สโซลีน และค่าความร้อนของเอทานอล มีปริมาณน้อยกว่าแก๊สโซลีน ดังนั้น ถ้าปรับเวลาการฉีด ให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์แล้ว จึงจำเป็นต้องใช้เอทานอล ในปริมาณมากกว่าแก๊สโซลีนเพียงชนิดเดียว และเนื่องจากเอทานอลเป็นเชื้อเพลิงที่มีค่าออกเทนสูง และมีคุณสมบัติต่อต้านการน้อค ดังนั้นในการที่จะใช้ข้อได้เปรียบนี้ จึงควรดัดแปลงเครื่องยนต์ ให้มีอัตราส่วนการอัดสูงขึ้นเพื่อที่จะเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ และลดความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และควรปรับองศาการจุดระเบิด ให้เหมาะสมกับลักษณะการเผาไหม้ ที่ช้ากว่าแก๊สโซลีน เพื่อทำให้ได้กำลังม้าเพิ่มขึ้น โดยมีปัญหาที่สำคัญในการใช้เอทานอลบริสุทธิ์ เป็นเชื้อเพลิงเพียงชนิดเดียว คือการสตาร์ทเครื่องยนต์ยากขณะเย็น เนื่องจากเอทานอลระเหยได้ยาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องฉีดเอทานอล เป็นปริมาณมาก ในขณะที่อุณหภูมิของเครื่องยนต์ต่ำ (cold start enrichment) ซึ่งได้รับการแก้ไข โดยการเติมแก๊สโซลีนหรืออะซีโทน ในปริมาณประมาณ 5% ลงในถังน้ำมัน เพื่อช่วยในการระเหย

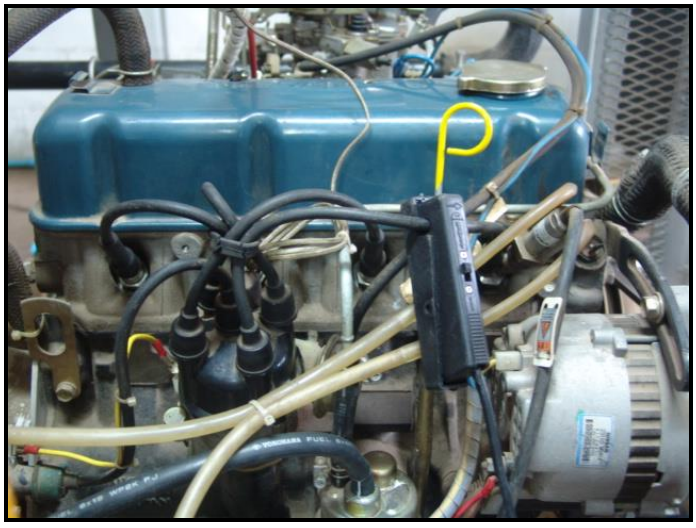
Scott Petreson et al.(2000) ได้ทำการศึกษาการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 85% ในรถยนต์ Chevrolet Silverado 5.3L Generation 3 Vortec V8 โดยได้ทำการปรับแต่งเครื่องยนต์เพื่อใช้ทดสอบดังนี้มีการเพิ่มอัตราส่วนการอัดจาก 9.5:1 เป็น 11:1 โดยการใสฝาสูบลง 0.03 นิ้ว ในส่วนของลูกสูบมีการชุบด้วย Platinum วัตถุประสงค์เพื่อลดการกัดกร่อนจากปฏิกิริยาของเอทานอล เพิ่มความสูงของยอดลูกเบี้ยวไอดีเป็น 0.4 มม. และความสูงของยอดลูกเบี้ยวไอเสียเป็น 0.3 มม. โดยมีการนำเอาระบบควบคุมเทอร์โบชาร์จด้วยอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาช่วยในการประจุอากาศ ในส่วนของหัวเทียนที่ใช้ในการทดสอบใช้ PN 41-952 และ PN UXF79 ทำการทดสอบเครื่องยนต์บนไดนาโมมิเตอร์เปรียบเทียบระหว่างน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 10% และ 85% พบว่า ที่ 4750 รอบต่อนาที น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 10% ให้แรงม้า 260 แรงม้า และน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 80%ให้แรงม้า 255 แรงม้า และมีปริมาณของ ไฮโดรคาร์บอน 0.207 คาร์บอนมอนอกไซด์ 1.431 ไนโตรเจนออกไซด์ 0.315 ดังนั้นการนำแอลกอฮอล์มาผสมกับน้ำมันแก๊สโซลีนที่มีค่าออกเทนต่ำเพื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์เนื่องจากสมรรถนะของเครื่องยนต์ไม่แตกต่างกันมาก ที่สัดส่วนผสมเอทานอล 10% และ 85% โดยปริมาตร ทั้งยังทำให้มลพิษในอากาศลดลง

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาและพัฒนาการเครื่องยนต์ใช้เชื้อเพลิงเอทานอล เป็นการทดสอบหาสมรรถนะของเครื่องยนต์ ปริมาณมลพิษจากไอเสีย และการปรับแต่งเครื่องยนต์ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ จะแบ่งออกเป็นส่วน ๆ คือ เครื่องมืออุปกรณ์ในการทดสอบ และขั้นตอนวิธีการดำเนินงานวิจัย

1. เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง

1.1 เครื่องยนต์แก๊สโซลีนตั้งแท่นติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบ (Gasoline Engine Research and Test bed Model : GWE-80qq/150-N) เป็นเครื่องยนต์ NISSAN A-15 มีขนาดกระบอกสูบ 76 mm ระยะชัก 82 mm ความจุ 1487 cc กำลังเครื่องยนต์สูงสุด 74 PS/5600 rpm แรงบิดสูงสุด 11.9 kg-m และมีอัตราส่วนการอัดเป็น 9:1



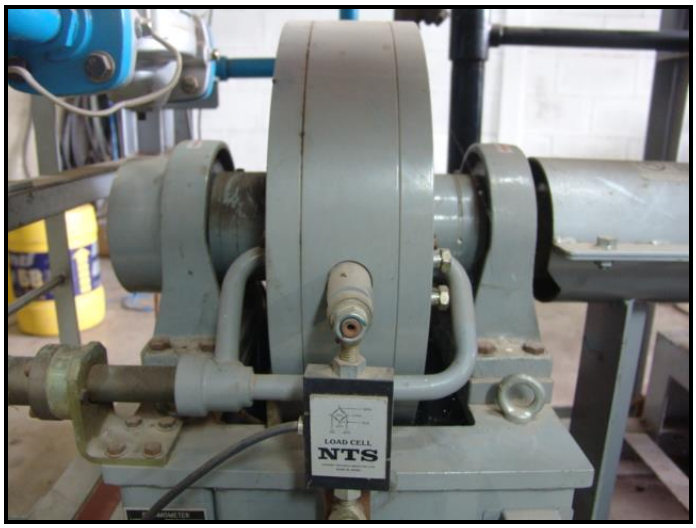
ภาพที่ 3.1 แสดงเครื่องยนต์นิสสัน รุ่น A-15

ภาพที่ 3.2 แสดงชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีน แบบคาร์บูเรเตอร์

ภาพที่ 3.3 แสดงตำแหน่งการเปิดลิ้นปีกผีเสื้อ (Throttle open indicator)

ภาพที่ 3.4 แสดงชุดควบคุมไดนาโมมิเตอร์ (Dynamometer controller)

ภาพที่ 3.5 แสดงมาตราวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel consumption meter) ใช้วัดปริมาณการใช้น้ำมันที่ 50 ml



ภาพที่ 3.6 แสดงไดนาโมมิเตอร์วัดกำลังไฟฟ้า (Eddy current dynamometer)

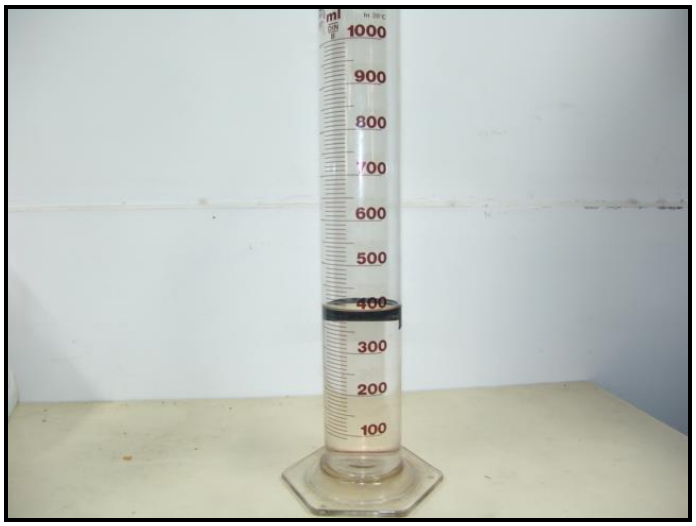
1.2 เครื่องวิเคราะห์ไอเสีย ยี่ห้อ Herrmann รุ่น HGA 400 เครื่องวิเคราะห์แก๊สชุดนี้สามารถวิเคราะห์ไอเสียที่ออกจากเครื่องยนต์โดยแสดงผลเป็นตัวเลขซึ่งประกอบด้วยค่า HC, CO, CO_2 และ λ

ภาพที่ 3.7 เครื่องวิเคราะห์แก๊สไอเสีย ยี่ห้อ Hermann รุ่น HGA 400

1.3 เครื่องมือ Timing light สำหรับตั้งองศา การจุดระเบิดในการตั้งองศาจุดระเบิดจะใช้ Timing light ยี่ห้อ Tecno test ดังแสดงในภาพที่ 3.8

ภาพที่ 3.8 แสดงเครื่องมือ Timing light สำหรับตั้งองศา การจุดระเบิด

1.4 บีกเกอร์ ขนาด 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตรจะใช้บีกเกอร์ ขนาด 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตรในการตวงเชื้อเพลิงเพื่อที่จะผสมสารเชื้อเพลิงโดยปริมาตร



ภาพที่ 3.9 แสดงบีกเกอร์ ขนาด 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตรที่ใช้ในการผสมน้ำมันเชื้อเพลิง

2. ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการทดสอบคุณสมบัติกายภาพบางประการของน้ำมันเชื้อเพลิงและนำน้ำมันเชื้อเพลิงผสมตัวอย่างไปทดสอบกับเครื่องที่ติดตั้งบนไดนาโมมิเตอร์สมรรถนะของเครื่องยนต์ ปริมาณมลพิษจากไอเสีย และการปรับแต่งเครื่องยนต์

2.1 ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนและน้ำมันผสมเอทานอลทั้ง 5 ตัวอย่าง เพื่อหาค่าออกเทนนัมเบอร์ หาค่าความหนาแน่น หาอุณหภูมิของจุดวาบไฟและจุดติดไฟ และหาค่าความร้อนของเชื้อเพลิง

2.2 ทดสอบหาสมรรถนะของเครื่องยนต์ โดยใช้มันเชื้อเพลิงทั้ง 5 ตัวอย่าง มาทดสอบกับเครื่องยนต์ที่ติดตั้งบนเครื่องทดสอบแรงม้าโดยทดสอบที่ ความเร็วรอบ 1500, 2000, 2500, 3000, 3500 รอบต่อนาทีและตำแหน่งการเปิดของลิ้นปีกผีเสื้อที่ 25%, 50%, 75% และ 100% เพื่อหาสมรรถนะ มลพิษไอเสีย และการปรับแต่งเครื่องยนต์ โดยมีขั้นตอนดังนี้ ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 5 ตัวอย่างในการทดสอบเครื่องยนต์โดยใช้อัตราส่วนการอัด 9:1 และองศาการจุดระเบิดที่ 10 BTDC เพื่อหาสมรรถนะของเครื่องยนต์ซึ่งประกอบด้วย แรงบิด กำลังเพลาขาออก อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก และมลพิษในไอเสียซึ่งประกอบด้วย ไฮโดรคาร์บอน คาร์บอนมอนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ และอัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงตามทฤษฎี

2.3 ปรับแต่งเครื่องยนต์เพื่อหาจุดที่เหมาะสมในการทำงาน สมรรถนะและมลพิษในไอเสียของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนและน้ำมันผสมเอทานอลทั้ง 5 ตัวอย่าง มาทดสอบกับเครื่องยนต์ที่ติดตั้งบนไดนาโมมิเตอร์โดยทดสอบที่ ความเร็วรอบ 1500, 2000, 2500, 3000, 3500 รอบต่อนาที และตำแหน่งการเปิดของลิ้นปีกผีเสื้อที่ 25%, 50%, 75% และ 100% โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 5 ตัวอย่างเพื่อทดสอบเครื่องยนต์โดยใช้อัตราส่วนการอัดเป็น 9:1 และปรับองศาการจุดระเบิดที่ 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25, 30, 35, 40 BTDC เพื่อหาสมรรถนะของเครื่องยนต์ และมลพิษในไอเสีย
2) ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 5 ตัวอย่างเพื่อทดสอบเครื่องยนต์โดยเพิ่มอัตราส่วนการอัดเป็น 10:1 และปรับองศาการจุดระเบิดที่ 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25, 30, 35, 40 BTDC เพื่อหาสมรรถนะของเครื่องยนต์ และมลพิษในไอเสีย
3) ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 5 ตัวอย่างเพื่อทดสอบเครื่องยนต์โดยเพิ่มอัตราส่วนการอัดเป็น 12:1 และปรับองศาการจุดระเบิดที่ 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25, 30, 35, 40 BTDC เพื่อหาสมรรถนะของเครื่องยนต์ และมลพิษในไอเสีย

3. ขั้นตอนวิธีการทดสอบหาสมรรถนะของเครื่องยนต์

น้ำมันเชื้อเพลิงตัวอย่างทั้ง 5 ตัวอย่าง ถูกนำมาทดสอบกับเครื่องยนต์ที่ติดตั้งบนไดนาโมมิเตอร์เพื่อหาสมรรถนะของเครื่องยนต์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 การเตรียมเครื่องยนต์ก่อนการใช้งาน ก่อนทำการทดสอบจะต้องตรวจสอบจะต้องมีการตรวจเช็คจัดเตรียมเครื่องยนต์ให้พร้อมก่อนการทำงาน ดังนี้

1) เติมน้ำมันเชื้อเพลิงลงในถังน้ำมัน เปิดก๊อกน้ำมันเชื้อเพลิง
2) ปิดวาล์วระบายน้ำทิ้งทั้งหมด พร้อมวาล์วระบายอากาศ

3) ปิดวาล์ว V_i ให้น้ำเข้าไปเก็บในถังพักน้ำ พร้อมที่จะนำไประบายความร้อน จากนั้นเปิดวาล์ว V_f เพื่อให้น้ำไหลเข้าสู่เครื่องยนต์
4) ตรวจเช็คน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ โดยดึงเกจวัดระดับน้ำมันหล่อลื่นขึ้นมาดูว่าระดับน้ำมันหล่อลื่นต่ำไปหรือไม่ ถ้าต่ำกว่าขีดที่กำหนดให้เติมให้ถึงขีด (MAX) พอดี
5) ตรวจสภาพรอบ ๆเครื่องยนต์ สังเกตดูชิ้นส่วนต่าง ๆชำรุดหรือไม่ การรั่วของน้ำมันหล่อลื่น น้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำหล่อเย็น ฯลฯ ถ้าจำเป็นต้องแก้ไข
6) อุปกรณ์วัดต่าง ๆอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

3.2 การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์

1) บิดสวิตช์สตาร์ทเครื่องยนต์ เปิดวาล์ว V_f ให้น้ำหล่อเย็นไหลเข้าเครื่องยนต์โดยปรับอัตราการไหลให้เหมาะสม
2) เช็คตัวควบคุมไดนาโมมิเตอร์
3) หลังจากอุ่นเครื่องยนต์แล้ว ตั้งตัวควบคุมความเร็วรอบของไดนาโมมิเตอร์ไว้ที่ 1500 รอบต่อนาที ปรับตำแหน่งลิ้นการเปิดของลิ้นปีกผีเสื้อไปตำแหน่งที่ต้องการวัด
4) ปรับอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นเครื่องยนต์ที่วาล์ว V_f จนกระทั่งอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นที่ทางออก ประมาณ 80°C (อยู่ระหว่าง80 ±5°C)
5) หลังจากอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่ทางออกและค่าต่าง ๆ คงที่แล้ว บันทึกผล จากนั้นให้ทำการทดสอบซ้ำ $5\times4\times2\times3\times3\times10\times2$ ครั้ง
6) ทำการทดสอบที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ต่างกัน โดยตั้งตัวควบคุมความเร็วรอบของไดนาโมมิเตอร์ไว้ที่ 1500, 2000, 2500, 3000, และ 3500 รอบต่อนาที โดยปรับตำแหน่งการเปิดของลิ้นปีกผีเสื้อไปตำแหน่งที่ต้องการวัด คือ 25%, 50%, 75%และ 100% ทำการทดลองซ้ำ ข้อ5) และ 6)
7) เพิ่มอัตราส่วนการอัดและปรับองศาการจุดระเบิดตามเงื่อนไขของการทดลอง แล้วทำการทดลองตามวิธีการข้อ 1) ถึง 6) จนครบตามเงื่อนไข

3.3 การหยุดเครื่องยนต์

1) หลังจากเสร็จสิ้นการวัดแล้ว ปรับลิ้นปีกผีเสื้อไปตำแหน่งเดินเบา
2) ตั้งความเร็วรอบไดนาโมมิเตอร์ไว้ที่ 9000 rpm
3) อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่ทางออกลดลงมาที่ 50-60°C ปิดสวิตช์ดับเครื่องยนต์
4) ปิดสวิตช์ควบคุมไดนาโมมิเตอร์, สวิตช์ควบคุมการปิดเปิดลิ้นปีผีเสื้อ, สวิตช์ปั๊มน้ำ และ สวิตช์ควบคุมไฟฟ้า
5) ปิดวาล์ว V_f และ V_i ปิดน้ำ
6) ปิดก๊อกน้ำมันเชื้อเพลิง

4. การวิเคราะห์ไอเสียที่ออกจากเครื่องยนต์

การวัดปริมาณมลพิษในไอเสีย จะวัดขณะที่เครื่องยนต์กำลังทำงานที่สภาวะต่างๆบนแท่นทดสอบโดยจะวัดปริมาณของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน (HC), คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) และอัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงตามทฤษฎี (λ) นำผลที่ได้จากการวัดไปวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงผสมเอทานอล กับน้ำมันที่ไม่ผสม ที่แต่ละสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์

5. การคำนวณหาสมรรถนะของเครื่องยนต์

ผลที่ได้จากการวัดการทดสอบเครื่องยนต์บนไดนาโมมิเตอร์ นำมาคำนวณหาสมรรถนะของเครื่องยนต์ ดังนี้

5.1 การคำนวณหากำลังและแรงบิดของเครื่องยนต์ สมการคำนวณหาแรงบิดของเครื่องยนต์ คือ

$$T = W \times L \tag{3.1}$$

เมื่อ

T = แรงบิดของเครื่องยนต์ (Nm)

W = ภาระของไดนาโมมิเตอร์ที่อ่านได้ขณะที่กำลังทำการวัดกำลังที่ได้ออกมา (N)

L = ความยาวของแขนแรงบิดของไดนาโมมิเตอร์ (m)

และสมการการหากำลังของเครื่องยนต์ คือ

$$P = \frac{2\pi WLN_D}{60 \times 100} \tag{3.2}$$

เมื่อ

P = กำลังของเพลาขาออกของเครื่องยนต์ (W)

N_D = ความเร็วรอบของไดนาโมมิเตอร์ (rpm)

แรงบิดและกำลังเพลาขาออกที่ได้ต้องเปลี่ยนไปเป็นแรงบิดและกำลังเพลาขาออกตามเงื่อนไขมาตรฐานญี่ปุ่น (JIS) ตามสมการ

$$T_o = K \times T \tag{3.3}$$

$$P_o = K \times P \tag{3.4}$$

เมื่อ

T_0 = แรงบิดของเครื่องยนต์ตามเงื่อนไขมาตรฐาน JIS (Nm)

P_0 = กำลังเพลาขาออกตามเงื่อนไขมาตรฐาน JIS (Nm)

K = ตัวประกอบแก้ไขตามเงื่อนไขมาตรฐาน JIS

สมการสำหรับตัวประกอบแก้ไขตามเงื่อนไขตามมาตรฐาน JIS คือ

$$K = \left(\frac{p_0}{p}\right)^{1.2}\left(\frac{\theta+273}{\theta_0+273}\right)^{0.6} \tag{3.5}$$

เมื่อ

p_0 = ความดันตามเงื่อนไขบรรยากาศมาตรฐาน 99 kPa

θ_0 = อุณหภูมิตามเงื่อนไขบรรยากาศมาตรฐาน 273^{o}C

θ = อุณหภูมิห้องเฉลี่ย ^{o}C

p = ความดัน (kPa) ได้มาจากสมการ

$$p = p_{atm} - p_v = p_{atm} - \phi p_{sat} \tag{3.6}$$

เมื่อ

p_{atm} = ความดันบรรยากาศที่วัดได้ (kPa)

p_v = ความดันส่วนหนึ่งบรรยากาศ (kPa)

p_{sat} = ความดันไออิ่มตัวที่อุณหภูมิห้อง θ ^{o}C (kPa)

ϕ = ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ

5.2 การคำนวณหาอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะจำเพาะเบรกสมการสำหรับความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง คือ

$$b = \frac{B}{t}\frac{3600}{1000} \tag{3.7}$$

เมื่อ

b = ความสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิง (l/h)

B = ความสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิงระหว่างเวลา t วินาที (ml)

t = ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบ (s)

และสมการความสิ้นเปลืองจำเพาะเบรก คือ

$$g = \frac{b}{P_o}\rho_{fuel} \times 1000 \tag{3.8}$$

เมื่อ

g = ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก (g/kWh)

ρ_{fuel} = ความหนาแน่นของเชื้อเพลิงที่อุณหภูมิทดสอบ (g/ml)

P_0 = กำลังเพลาขาออกตามเงื่อนไขมาตรฐาน JIS (Nm)

5.3 การคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์สมการพลังงานความร้อนที่สมมูลย์กับการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง คือ

$$Q_{fuel} = Hb\rho_{fuel} \tag{3.9}$$

เมื่อ

Q_{fuel} = พลังงานความร้อนที่สมมูลกับการสิ้นเปลือง (kJ/h)

H = ค่าความร้อนเชื้อเพลิง (kJ/kg)

b = ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (l/h)

ρ_{fuel} = ความหนาแน่นของเชื้อเพลิงที่อุณหภูมิทดสอบ (g/ml)

และสมการกำลังที่สมมูลย์กับการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง คือ

$$P_{fuel} = \frac{Q_{fuel}}{3600} \tag{3.10}$$

เมื่อ P_{fuel} เป็นกำลังสมมูลกับการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (kW)

ดังนั้น สมการประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ คือ

$$\eta_e = \frac{3600P_o}{Q_{fuel}} \times 100 = \frac{P_o}{P_{fuel}} \times 100 \tag{3.11}$$

เมื่อ η_e เป็นประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ (%)

5.4 การคำนวณการสูญเสียไปกับน้ำหล่อเย็นสมการพลังงานความร้อนที่สูญเสียไปกับน้ำหล่อเย็น คือ

$$Q_W = \dot{m}_w c_{pw}(T_{w2} - T_{w1}) \tag{3.12}$$

เมื่อ

Q_W = พลังงานความร้อนสูญเสียไปกับน้ำหล่อเย็น (kJ/h)

$\dot{m}_w$ = อัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น (kg/s)

c_{pw} = ความจุความร้อนจำเพาะที่ความดันคงที่ของน้ำหล่อเย็น (kJ/kg^{o}C)

T_{w1}, T_{w2} = อุณหภูมิที่ทางเข้าและทางออกของน้ำหล่อเย็น (^{o}C)

และสมการการสูญเสียไปกับน้ำหล่อเย็น คือ

$$\eta_w = \frac{Q_w}{Q_{fuel}} \times 100 \tag{3.13}$$

เมื่อ η_w เป็นการสูญเสียไปกับน้ำหล่อเย็น (%)

5.5 การคำนวณหาการสูญเสียไปกับแก๊สไอเสียสมการพลังงานความร้อนที่สูญเสียไปกับแก๊สไอเสีย คือ

$$Q_g = \dot{m}_g c_{pg} (T_{g2} - T_{g1}) \times 3600 \tag{3.14}$$

เมื่อ

Q_g = พลังงานความร้อนที่สูญเสียไปกับแก๊สไอสีย (kJ/h)

$\dot{m}_g$ = อัตราการไหลของมวลแก๊สไอเสีย (kg/s)

c_{pg} = ความร้อนจำเพาะที่ความดันคงที่ของแก๊สไอเสีย (kJ/kg^{o}C)

T_{g1}, T_{g2} = อุณหภูมิอากาศที่ทางเข้าท่อดูด และอุณหภูมิของแก๊สไอเสียที่ทางออก (^{o}C)

โดยที่อัตราการไหลมวลของแก๊สไอเสีย ได้จากสมการ

$$\dot{m}_g = \dot{m}_a + \frac{b\rho_{fuel}}{3600} \tag{3.15}$$

เมื่อ $\dot{m}_a$ เป็นอัตราการไหลของอากาศ (kg/s)

สมการของอัตราการไหลมวลของอากาศ คือ

$$\dot{m}_a = \alpha\varepsilon \frac{\pi}{4} d^2 \sqrt{2\rho_w (p_1 - p_2) \times 10^3} \tag{3.16}$$

เมื่อ

α = สัมประสิทธิการไหลสำหรับท่อดูดกลม

ε = สัมประสิทธิ์สำหรับการไหลที่อัดตัวไม่ได้

ρ_w = ความหนาแน่นของอากาศชื้นที่อุณหภูมิห้อง θ ^{o}C และความดันสมบูรณ์ เป็น p_{atm} (kPa) และความชื้นสัมพัทธ์ ϕ (kg/m^3)

d = เส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อดูดอากาศ (m)

p_1, p_2 = ความดันสถิตย์สัมบูรณ์ที่หน้าตัดท่อทางเข้าและทางออก (kPa)

โดยที่ สมการสัมประสิทธิ์สำหรับการไหลที่อัดตัวไม่ได้ เป็นของไหลที่อัดตัวได้ คือ

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{k}{k-1}\frac{p_1}{p_1-p_2}\left[\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k+1}{k}}\right]} \qquad (3.17)$$

เมื่อ k หมายถึงอัตราส่วนของความจุความร้อนจำเพาะของอากาศ = 1.4 หรือค่า ε สามารถหาได้จากตารางที่ 3.1 โดยที่ Y คือ อัตราส่วนความดัน ได้จากสมการ

$$Y = \frac{p_1 - p_2}{p_1} \qquad (3.18)$$

ตารางที่ 3.1 สัมประสิทธิ์สำหรับของไหลที่อัดตัวไม่ได้ เป็นของไหลที่อัดตัวได้

Y	0	0.5	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
ε	1.00	0.973	0.945	0.916	0.886	0.856	0.824	0.791	0.757	0.721	0.684

สมการความหนาแน่นของอากาศชื้น คือ

$$\rho_w = \rho_a \frac{p_{atm} - \phi p_{sat}}{101}\frac{273}{273+\theta} + \phi\rho_v \qquad (3.19)$$

เมื่อ ρ_a เป็นความหนาแน่นของอากาศแห้งที่อุณหภูมิ 0^oC (kPa) และแรงดันสมบูรณ์ 101.3 kPa (kg/m^3) และ p_v เป็นความหนาแน่นของไอที่อุณหภูมิ θ ^oC (kg/m^3)

ดังนั้น สมการ การสูญเสียไปกับแก๊สไอเสีย คือ

$$\eta_g = \frac{Q_g}{Q_f} \times 100 \qquad (3.20)$$

เมื่อ η_g เป็นการสูญเสียของความร้อนที่ไปกับแกสไอเสีย

5.6 การคำนวณการสูญเสียไปกับความฝืดสมการคำนวณการสูญเสียไปกับความฝืด

$$\eta_f = 100 - (\eta_e + \eta_g + \eta_w) \qquad (3.21)$$

เมื่อ

η_f = การสูญเสียไปกับความฝืด

η_e = ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์

η_g = การสูญเสียไปกับแก๊สไอเสีย

η_w = การสูญเสียไปกับน้ำหล่อเย็น

หรือ การสูญเสียไปกับความฝืด ได้จากสมการ

$$\eta_f = \frac{P_f}{P_{fuel}} \times 100 \tag{3.22}$$

เมื่อ P_f เป็นกำลังม้าความฝืด (kW)

กำลังม้าความฝืดสมารถหาได้จากการทดสอบบนไดนาโมมิเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งสมการกำลังม้าความฝืด คือ

$$P_f = \frac{2\pi W_f L N_D}{60 \times 1000} \tag{3.23}$$

เมื่อ W_f เป็นภาระของไดนาโมมิเตอร์ที่สูญเสียไปกับความฝืด (N)

5.7 อัตราส่วนอากาศน้ำมัน และตัวประกอบอากาศส่วนเกินสมการอัตราส่วนอากาศน้ำมัน คือ

$$AF = \frac{\dot{m}_a}{b\rho_{fuel}} \times 3600 \tag{3.27}$$

และสมการตัวประกอบอากาศส่วนเกิน คือ

$$\lambda = \frac{AF}{AF_{th}} \tag{3.28}$$

เมื่อ

λ = ตัวประกอบอากาศส่วนเกิน
AF = อัตราส่วนอากาศน้ำมัน
AF_{th} = อัตราส่วนอากาศน้ำมันทางทฤษฎี

เมื่อสมการอัตราส่วนอากาศน้ำมันทางทฤษฎี คือ

$$AF_{th} = 34.48\left(\frac{c}{3} + h\right) \tag{3.29}$$

เมื่อ

c = เปอร์เซ็นต์น้ำหนักของคาร์บอนในเชื้อเพลิง
h = เปอร์เซ็นต์น้ำหนักของไฮโดรเจนในเชื้อเพลิง

5.8 การคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงปริมาตรและประสิทธิภาพการประจุสมการประสิทธิภาพเชิงปริมาตร คือ

$$\eta_v = \frac{\dot{m}_a a}{\rho_w NV} \times 60 \times 100 \tag{3.30}$$

และสมการประสิทธิภาพการประจุ คือ

$$\eta_d = \frac{\dot{m}_a a}{\rho_o NV} \times 60 \times 100 \tag{3.31}$$

เมื่อ

η_v = ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร

η_d = ประสิทธิภาพการประจุ

5.9 การคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนชี้บ่งและประสิทธิภาพเชิงกลสมการประสิทธิภาพเชิงความร้อนชี้บ่ง คือ

$$\eta_i = \frac{P_i}{P_{fuel}} \times 100 \tag{3.32}$$

เมื่อ η_i หมายถึง ประสิทธิภาพเชิงความร้อนบ่งชี้ P_i หมายถึง กำลังบ่งชี้ขาออก (kW) และ P_{fuel} หมายถึง กำลังสมมูลย์กับการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (kW) และประสิทธิภาพเชิงกล คือ

$$\eta_m = \frac{P_o}{P_{fuel}} \times 100 \tag{3.33}$$

เมื่อ η_m หมายถึง ประสิทธิภาพเชิงกล และ P_o หมายถึง กำลังเพลาขาออกตามเงื่อนไขมาตรฐาน JIS (kW)

บทที่ 4
ผลการทดลองและอภิปรายผล

ในการศึกษาและพัฒนาเครื่องยนต์เชื้อเพลิงเอทานอล จากวิธีการทดลองตามสภาวะต่างๆ จะได้ผลการทดสอบออกมาตามตารางบันทึกผลการทดลอง และเมื่อนำค่าต่างๆ มาทำเป็นแผนภูมิเปรียบเทียบสมรรถนะและปริมาณมลพิษที่ได้ในแต่ละสภาวะ เพื่อที่จะใช้ในการสรุปผลต่อไป ซึ่งผลจากการทดลองมีดังนี้

1. คุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงผสม

ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของน้ำมันเชื้อเพลิงทดสอบจำนวน 5 ตัวอย่างได้ผลตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติทางกายภาพบางประการของน้ำมันเชื้อเพลิง

แก๊สโซลีนออกเทน	91				95
ปริมาณเอทานอล (%vol)	0	40	60	80	0
ออกเทนนัมเบอร์ (วิธีวิจัย)	91.1	101.4	102.7	105.2	95.4
ความหนาแน่น (kg/m^3) ที่ 15.6^oC	0.7377	0.7574	0.7682	0.7849	0.7451
ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (cal/g)	8956.4	7691.3	7315.8	7190.4	9648.6

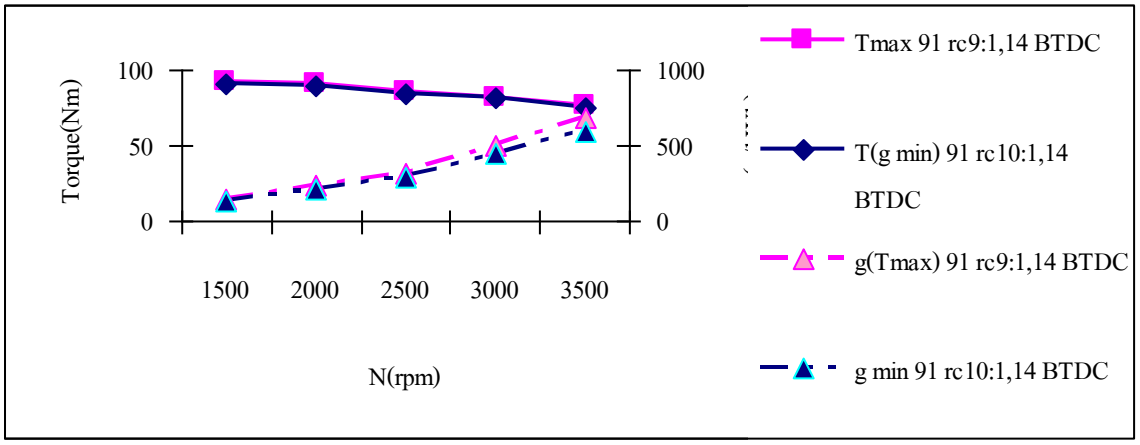
ดังแสดงในตารางที 4.1 พบว่า ค่าออกเทนนัมเบอร์ของน้ำมันเชื้อเพลิงจะสูงตามสัดส่วนของเอทานอลที่ผสมลงในน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงจะลดลงตามสัดส่วนการผสมของเอทานอลที่เพิ่มขึ้นทั้งนี้เนื่องจากค่าความร้อนของเอทานอลต่ำกว่าน้ำมันแก๊สโซลีนค่าความหนาแน่นของน้ำมันเชื้อเพลิงจะสูงตามสัดส่วนการผสมของเอทานอลที่เพิ่มขึ้นทั้งนี้เนื่องจากค่าความหนาแน่นเอทานอลสูงกว่าน้ำมันแก๊สโซลีน

2. สมรรถนะของเครื่องยนต์

ผลการทดสอบหาสมรรถนะของเครื่องยนต์ ประกอบด้วย แรงบิด และค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก ซึ่งนำผลการทดสอบในเงื่อนไขที่เครื่องยนต์ให้แรงบิดสูงสุด และมีค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกต่ำสุด ของน้ำมันทดสอบทั้ง 5 ตัวอย่างมีดังนี้

2.1 เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ให้แรงบิดสูงสุดที่อัตราส่วนการอัด 9:1 องศาจุดระเบิดที่ 14 องศาก่อนศูนย์ตายบน และมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกต่ำสุด ที่อัตราส่วนการอัด 10:1 องศาการจุดระเบิด 14 องศาก่อนศูนย์ตายบน ดังภาพที่ 4.1

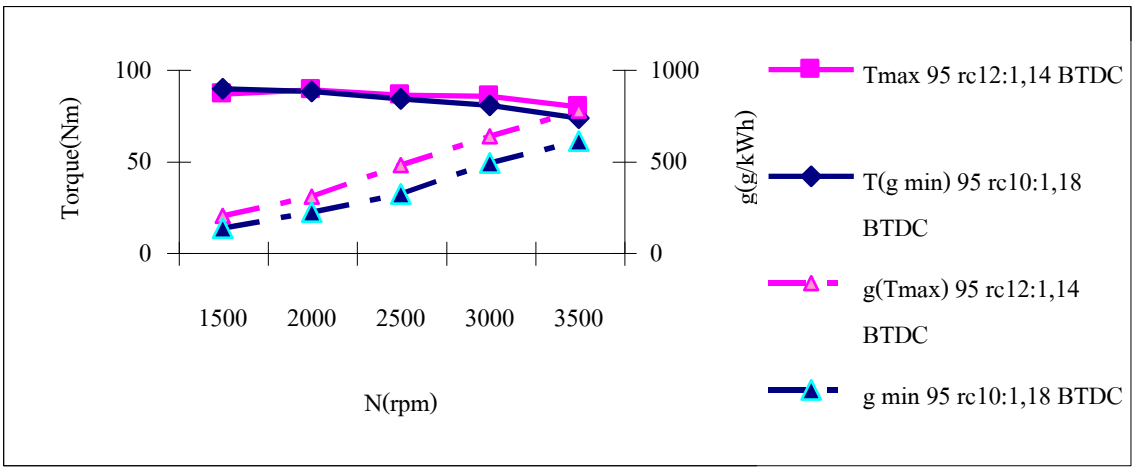
2.2 เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 95 ให้แรงบิดสูงสุดที่อัตราส่วนการอัด 12:1 องศาจุดระเบิดที่ 14 องศาก่อนศูนย์ตายบน และมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกต่ำสุด ที่อัตราส่วนการอัด 10:1 องศาการจุดระเบิด 18 องศาก่อนศูนย์ตายบน ดังภาพที่ 4.2



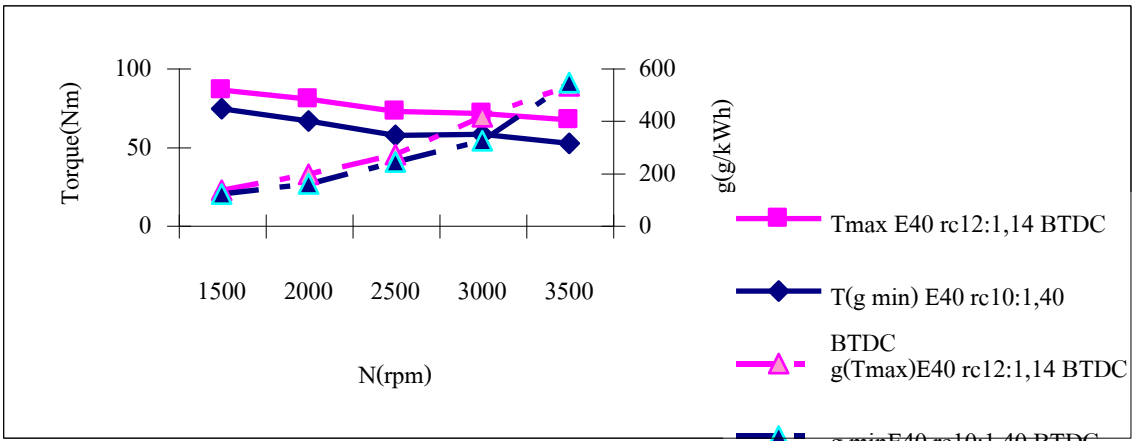
ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงแรงบิดที่สูงสุดของเครื่องยนต์และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกต่ำสุดของน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91

2.3 เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 40% ให้แรงบิดสูงสุดที่อัตราส่วนการอัด 12:1 องศาจุดระเบิดที่ 14 องศาก่อนศูนย์ตายบน และมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกต่ำสุด ที่อัตราส่วนการอัด 10:1 องศาการจุดระเบิด 40 องศาก่อนศูนย์ตายบน ดังภาพที่ 4.4

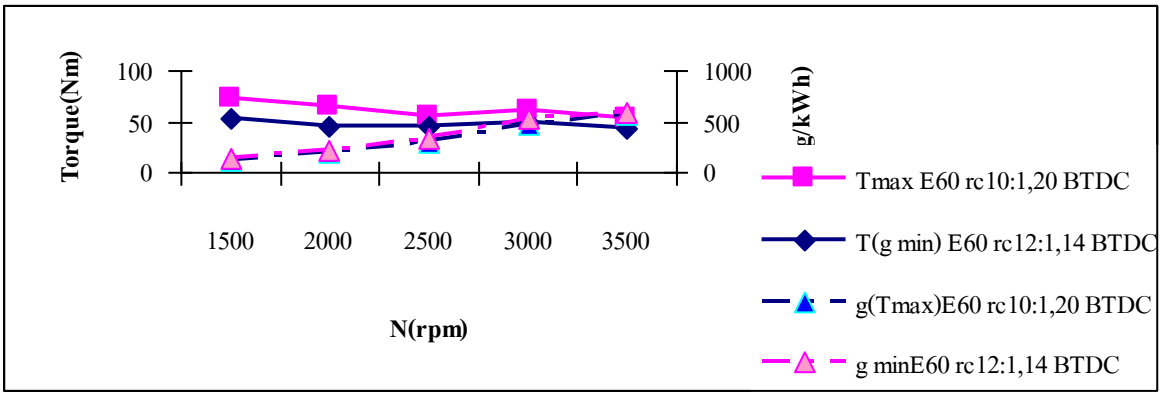
2.4 เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 60% ให้แรงบิดสูงสุดที่อัตราส่วนการอัด 10:1 องศาจุดระเบิดที่ 20 องศาก่อนศูนย์ตายบน และมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกต่ำสุด ที่อัตราส่วนการอัด 12:1 องศาการจุดระเบิด 14 องศาก่อนศูนย์ตายบน ดังภาพที่ 4.3



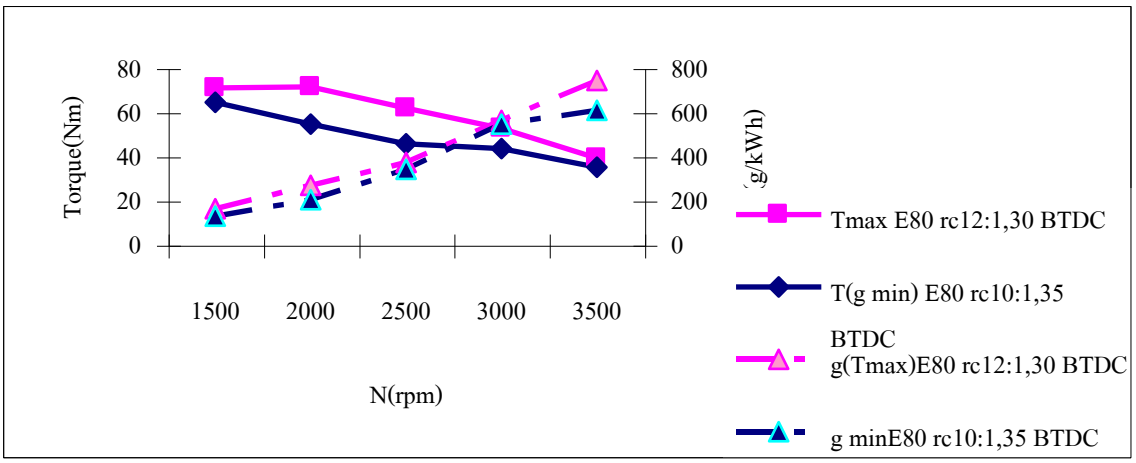
ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงแรงบิดที่สูงสุดของเครื่องยนต์และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกต่ำสุดของน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 95



ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงแรงบิดที่สูงสุดของเครื่องยนต์และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกต่ำสุดของน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 40%



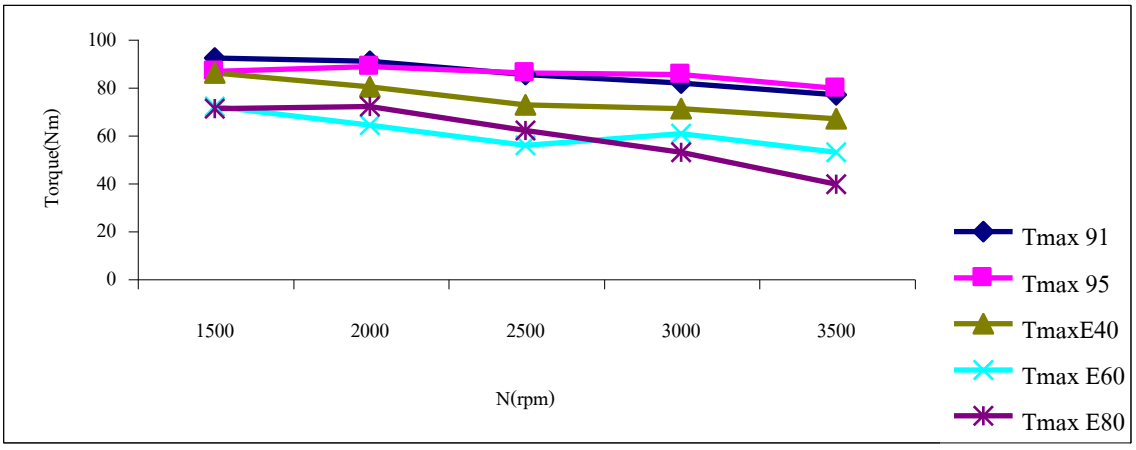
ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงแรงบิดที่สูงสุดของเครื่องยนต์และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกต่ำสุดของน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 60%



ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงแรงบิดที่สูงสุดของเครื่องยนต์และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกต่ำสุดของน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 80%

2.5 เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 80% ให้แรงบิดสูงสุดที่อัตราส่วนการอัด 12:1 องศาจุดระเบิดที่ 30 องศาก่อนศูนย์ตายบน และมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกต่ำสุด ที่อัตราส่วนการอัด 10:1 องศาการจุดระเบิด 35 องศาก่อนศูนย์ตายบน ดังภาพที่ 4.5

2.6 การเปรียบเทียบแรงบิดสูงสุดของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 และ 95 และน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 40%, 60% และ 80% ดังภาพที่ 4.6

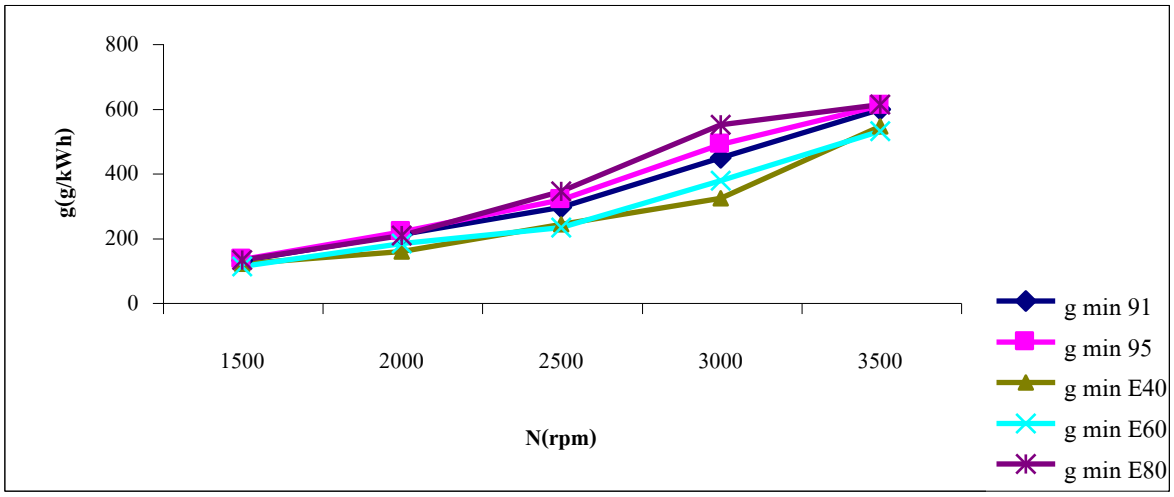


ภาพที่ 4.6 กราฟเปรียบเทียบแรงบิดที่สูงสุดของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 และ 95 และน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 40%, 60% และ 80%

จากภาพที่ 4.6 พบว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 40% ให้แรงบิดต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ร้อยละ 11.72 และมีแรงบิดต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 95 ร้อยละ 11.58 เครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 60% ให้แรงบิดต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ร้อยละ

29.12 และมีแรงบิดต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 95 ร้อยละ 30.31 และเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 80% ให้แรงบิดต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ร้อยละ 41.08 และมีแรงบิดต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 95 ร้อยละ 42.05

2.7 การเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกต่ำสุด ของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 และ 95 และน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 40%, 60% และ 80% ดังภาพที่ 4.7

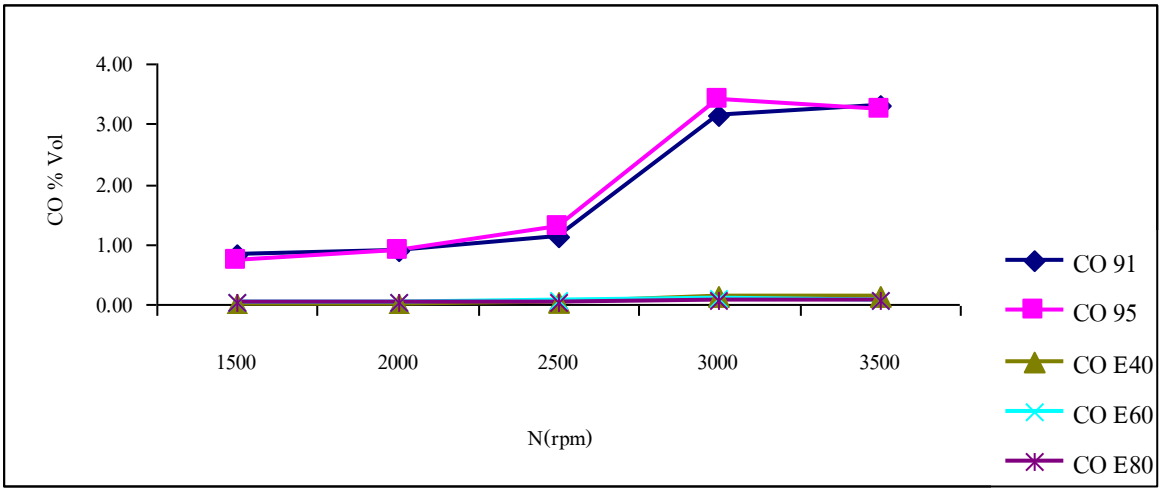


ภาพที่ 4.7 กราฟเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกต่ำสุดของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 และ 95 และน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 40% 60% และ80%

จากภาพที่ 4.7 พบว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 40% มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ร้อยละ 17.67 และมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 95 ร้อยละ 21.71 เครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 60% มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ร้อยละ 7.01 และมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 95 ร้อยละ 9.70 และเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 80% มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ร้อยละ 4.29 และมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 95 ร้อยละ 1.74

3. มลพิษของเครื่องยนต์

ผลการทดสอบมลพิษของเครื่องยนต์ประกอบด้วย ค่าไฮโดรคาร์บอน (HC) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และค่าอัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงตามทฤษฎี (λ) นำผลการทดสอบในเงื่อนไขตามค่าแรงบิดสูงสุดของน้ำมันทดสอบทั้ง 5 ตัวอย่างมีดังนี้

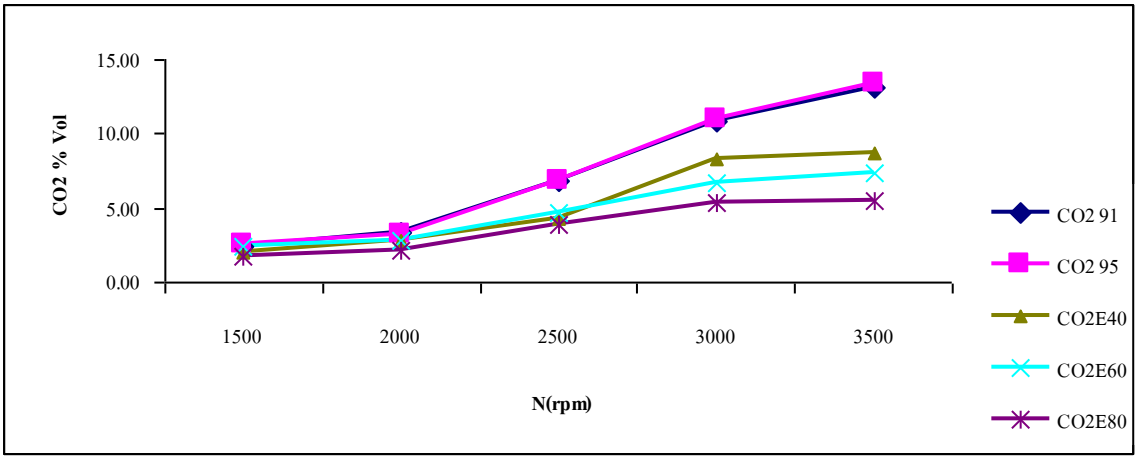


ภาพที่ 4.8 กราฟเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 และ 95 และน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 40%, 60% และ 80%

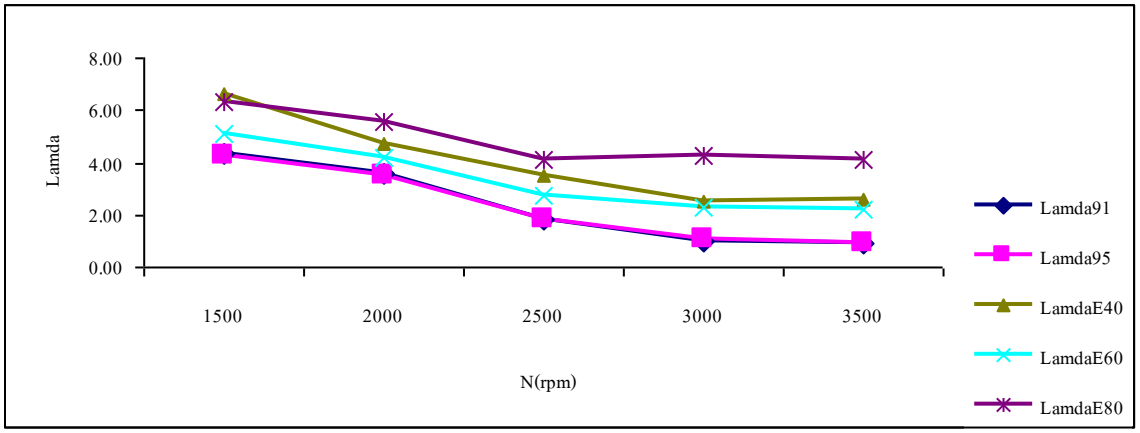
3.1 การเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 และ 95 และน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 40% 60% และ 80% ดังภาพที่ 4.8 พบว่า เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 และ 95 มีปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์สูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 40% ร้อยละ 96.44 และ 96.55 เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 และ 95 มีปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์สูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 60% ร้อยละ 96.94 และ 97.02 และเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 และ 95 มีปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์สูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 80% ร้อยละ 97.89 และ 97.95 ตามลำดับ

3.2 เปรียบเทียบเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 และ 95 และน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 40%, 60% และ 80% จะมีปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ ในเงื่อนไขตามค่าแรงบิดของเครื่องยนต์สูงสุดของน้ำมันทดสอบดังภาพที่ 4.9 พบว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 และ 95 มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 40% ร้อยละ 28.65 และ 29.28 เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 และ 95 มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 60% ร้อยละ 34.63 และ 35.36และเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน

91 และ 95 มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซค์สูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 80% ร้อยละ 49.04 และ 49.61 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.9 กราฟเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนไดออกไซค์ของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 และ 95 และน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 40%, 60% และ 80%

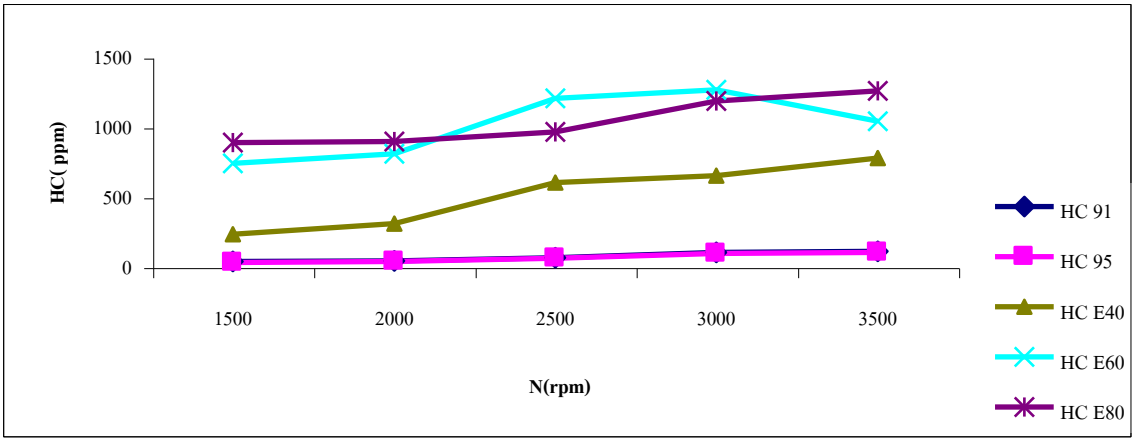


ภาพที่ 4.10 กราฟเปรียบเทียบปริมาณอัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงตามทฤษฎีของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 และ 95 และน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 40%, 60% และ 80%

3.3 เปรียบเทียบเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 และ 95 และน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 40%, 60% และ 80% จะมีปริมาณของอัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงตามทฤษฎี ในเงื่อนไขตามค่าแรงบิดของเครื่องยนต์สูงสุดของน้ำมันทดสอบดังภาพที่ 4.10 พบว่าเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 40% มีอัตราส่วนผสมอากาศตามทฤษฎีสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 และ 95 ร้อยละ 41.41 และ 42.01 เครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 60% มีอัตราส่วนผสมอากาศตามทฤษฎีสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 และ 95 ร้อยละ 29.57 และ 30.35 และเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 80% มีอัตราส่วนผสมอากาศ

ตามทฤษฎีสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 และ 95 ร้อยละ 51.93 และ 52.49 ตามลำดับ

3.4 เปรียบเทียบเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 และ 95 และน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 40%, 60% และ 80% จะมีปริมาณของไฮโดรคาร์บอน ในเงื่อนไขตามค่าแรงบิดของเครื่องยนต์สูงสุดของน้ำมันทดสอบ ดังภาพที่ 4.11 พบว่า เครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 40% มีปริมาณไฮโดรคาร์บอนสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 และ 95 ร้อยละ 85.39 และ 86.55 เครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 60% ปริมาณไฮโดรคาร์บอนสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 และ 95 ร้อยละ 92.57 และ 93.14 และเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 80% มีปริมาณไฮโดรคาร์บอนสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 และ 95 ร้อยละ 92.71 และ 93.27 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.11 กราฟแสดงปริมาณของไฮโดรคาร์บอนเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 และ 95 และน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 40%, 60% และ 80%

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการใช้เอทานอลผสมกับน้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ในอัตราส่วนร้อยละ 40 60 และ 80 โดยปริมาตร โดยเป็นการทดสอบกับเครื่องยนต์ที่ติดตั้งบนไดนาโมมิเตอร์เพื่อทำการทดสอบหาสมรรถนะเครื่องยนต์ รวมถึงการวิเคราะห์ปริมาณมลพิษในไอเสีย สามารถสรุปได้ดังนี้

1. สรุป

การเติมเอทานอลลงในน้ำมันแก๊สโซลีน จะทำให้ค่าออกเทนนัมเบอร์ของน้ำมันเชื้อเพลิงสูงขึ้นตามปริมาณของเอทานอลที่เติมลงไป ทั้งนี้เนื่องจากเอทานอลมีค่าออกเทนนัมเบอร์สูงกว่าน้ำมันแก๊สโซลีน แต่ในขณะเดียวกันค่าความร้อนของเชื้อเพลิงจะต่ำลงเป็นสัดส่วนกับปริมาณของเอทานอลที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเอทานอลมีค่าความร้อนทางเชื้อเพลิงต่ำกว่าน้ำมันแก๊สโซลีน

1.1) เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 พบว่า ที่อัตราส่วนการอัด 9:1 องศาการจุดระเบิด 14 องศาก่อนศูนย์ตายบน จะให้แรงบิดสูงที่สุด และที่อัตราส่วนการอัด 10:1 องศาการจุดระเบิด 14 องศาก่อนศูนย์ตายบนจะให้ค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่ำที่สุด

1.2) เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 95 พบว่าที่อัตราส่วนการอัด 12:1 องศาการจุดระเบิด 14 องศาก่อนศูนย์ตายบน จะให้แรงบิดสูงที่สุด และที่อัตราส่วนการอัด 10:1 องศาการจุดระเบิด 18 องศาก่อนศูนย์ตายบนจะให้ค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่ำที่สุด

1.3) เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอลในอัตราส่วนร้อยละ 40 โดยปริมาตร พบว่าเครื่องยนต์ให้แรงบิดสูงที่สุดที่อัตราส่วนการอัด 12:1 องศาการจุดระเบิด 14 องศาก่อนศูนย์ตายบน และที่อัตราส่วนการอัด 10:1 องศาการจุดระเบิด 40 องศาก่อนศูนย์ตายบน เครื่องยนต์มีค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีนออกเทน 91 และ 95 พบว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสมเอทานอลให้แรงบิด และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมีแนวโน้มต่ำกว่า

1.4) เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอลในอัตราส่วนร้อยละ 60 โดยปริมาตร พบว่าเครื่องยนต์ให้แรงบิดสูงที่สุดที่อัตราส่วนการอัด 10:1 องศาการจุดระเบิด 20 องศาก่อนศูนย์ตายบน และที่อัตราส่วนการอัด 10:1 องศาการจุดระเบิด 40 องศาก่อนศูนย์ตายบนจะให้ค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีนออกเทน 91 และ 95 พบว่า เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสมเอทานอลให้แรงบิด และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมีแนวโน้มต่ำกว่า

1.5) เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอลในอัตราส่วนร้อยละ 80 โดยปริมาตร พบว่าเครื่องยนต์ให้แรงบิดสูงที่สุดที่อัตราส่วนการอัด 12:1 องศาการจุดระเบิด 30 องศาก่อนศูนย์ตายบน และที่อัตราส่วนการอัด 10:1 องศาการจุดระเบิด 35 องศาก่อนศูนย์ตายบนจะให้ค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีนออกเทน 91 และ 95 พบว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสมเอทานอลให้แรงบิดมีแนวโน้มต่ำกว่า และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมีแนวโน้มสูงกว่า

1.6) เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 และ 95 มีแนวโน้มของปริมาณคาร์บอนมอนอกไซค์และปริมาณคาร์บอนไดออกไซค์สูงกว่า เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 40%, 60% และ 80%

1.7) เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 ผสมเอทานอล 40%, 60% และ 80% มีแนวโน้มของอัตราส่วนผสมอากาศตามทฤษฎีและปริมาณไฮโดรคาร์บอนสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนออกเทน 91 และ 95

โดยสรุป การใช้น้ำมันผสมเอทานอล 40% สามารถใช้ได้กับเครื่องยนต์โดยไม่ต้องเพิ่มอัตราส่วนการอัด เพียงปรับองศาการจุดระเบิดให้ล่วงหน้ามากขึ้น ทำให้เครื่องยนต์มีสมรรถนะใกล้เคียงกับเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน เมื่อเพิ่มปริมาณเอทานอลมากขึ้นเป็น 60% จำเป็นจะต้องเพิ่มอัตราส่วนการอัดเป็น 10:1 ปรับองศาการจุดระเบิดที่ 20 องศาก่อนศูนย์ตายบน และเมื่อปริมาณเอทานอลเพิ่มเป็น 80% จำเป็นจะต้องเพิ่มอัตราส่วนการอัดเป็น 12:1 ปรับองศาการจุดระเบิดที่ 30 องศาก่อนศูนย์ตายบนจึงจะทำให้เครื่องยนต์มีสมรรถนะใกล้เคียงกับเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน และที่สำคัญเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงผสมจะมีค่ามลภาวะลดลงและไม่ส่งผลกระทบกับสิ่งแวดล้อม

2. ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาและพัฒนาเครื่องยนต์เชื้อเพลิงเอทานอลในครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาเฉพาะผลของสมรรถนะของเครื่องยนต์และมลพิษในไอเสียเท่านั้น ในการศึกษาต่อไป ควรที่จะมีการศึกษาผลกระทบต่ออุปกรณ์ในระบบน้ำมันเชื้อเพลิง ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ และควรศึกษาการใช้เชื้อเพลิงเอทานอลกับเครื่องยนต์ที่มีระบบจ่ายเชื้อเพลิงแบบหัวฉีดควบคุมด้วยอิเลคทรอนิกส์ ว่ามีผลกระทบอย่างไรบ้าง เพื่อเป็นข้อมูลสร้างความมั่นใจในการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ในอนาคตต่อไป

บรรณานุกรม

1) ประเสริฐ เทียนนิมิต (2540), **เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น

2) วีระศักดิ์ กรัยวิเชียร (2543) **เครื่องยนต์เผาไหม้ภายในทฤษฎีและการคำนวณ** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

3) อุตส่า จิรากร และ เชื้อ ชูขำ (2543) **เครื่องยนต์สันดาปภายใน** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

4) สถาบันวิจัยและเทคโนโลยี การปิโตรเลี่ยมแห่งประเทศไทย (2543) **การพัฒนาการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงผสมแอลกอฮอล์** อยุธยา: สถาบันวิจัยและเทคโนโลยี การปิโตรเลี่ยมแห่งประเทศไทย.

5) Yunus,A.Cengel and Michaei, A. Boles. (1998) **Thermodynamics Engineering Approach** Singapore: Mogroaw-hill International Edition.

6) Tokyo meter CO.LTD (1997) **Eddy current electro brake dynamometer** Japan: [n.p.].