บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

เนื่องจากในสภาวะปัจจุบัน ความต้องการทางด้านพลังงานของประเทศไทยมีแนวโน้มสูงมากขึ้นโดยเฉพาะในภาคการขนส่ง และภาคเกษตรกรรม สิ่งที่ตามมาก็คือ น้ำมันเชื้อเพลิงโดยเฉพาะน้ำมันดีเซล ซึ่งปัจจุบันพบว่าประเทศไทยมีการใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาดต่างๆ เป็นจำนวนมากและมีแนวโน้มที่จะใช้มากขึ้นในอนาคต อันเนื่องจากมีข้อดีคือ ราคาถูกและการบำรุงรักษาง่าย แต่น้ำมันดีเซลที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงต้องพึ่งพาการนำเข้าจากต่างประเทศ โดยน้ำมันดีเซลมีปริมาณการใช้มากถึง 43 ล้านลิตรต่อวันหรือคิดเป็น 46.6% ของปริมาณที่ใช้ภายในประเทศมีสัดส่วนการใช้สูงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ จากปัญหาราคาน้ำมันในตลาดโลกที่ปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลกระทบต่อประเทศไทยเป็นอย่างมากเนื่องมาจากต้องนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศเป็นหลักคิดเป็นร้อยละ 85 [1] ของปริมาณการจัดหาทั้งหมด ทำให้ประเทศไทยขาดเสถียรภาพทางด้านพลังงาน เพื่อความมั่นคงทางด้านพลังงานของประเทศวิธีหนึ่งที่จะช่วยบรรเทาปัญหานี้คือ การใช้เชื้อเพลิงที่ผลิตได้โดยใช้วัตถุดิบภายในประเทศ เนื่องมาจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมมีผลผลิตทางการเกษตรมากมายที่สามารถใช้เป็นวัตถุดิบได้ ดังนั้นจึงมีการนำเอาพืชผลทางการเกษตรมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซลในหลายรูปแบบ เช่น การนำเอาน้ำมันพืชมาใช้เป็นเชื้อเพลิงกับเครื่องยนต์โดยตรง หรือการนำเอาน้ำมันพืชรวมทั้งน้ำมันพืชที่ใช้แล้วมาผลิตเป็นไบโอดีเซล (Biodiesel) สำหรับประเทศไทยมีการวิจัยการใช้น้ำมันพืชในเครื่องยนต์ ทั้งในรูปของการใช้น้ำมันพืชดิบหรือการใช้น้ำมันไบโอดีเซล [2] มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 แต่ไม่ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพราะน้ำมันที่ผลิตได้มีราคาที่สูงกว่าน้ำมันดีเซล จนกระทั่งในปัจจุบันเมื่อราคาน้ำมันปิโตรเลียมปรับตัวสูงขึ้นจึงหันมาให้ความสนใจในการนำไบโอดีเซลมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเพิ่มมากขึ้น

เมื่อวันที่ 18 พฤษภาคม 2547 คณะรัฐมนตรี ได้ให้ความเห็นชอบยุทธศาสตร์ไบโอดีเซลแห่งชาติ โดยกระทรวงพลังงานได้จัดตั้งคณะกรรมการร่วมกับกระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงเกษตรฯ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ในการกำหนดเป้าหมายการใช้ไบโอดีเซลร้อยละ 3 ของการใช้น้ำมันดีเซลในปี พ.ศ. 2554 หรือประมาณวันละ 2.4 ล้านลิตร โดยแบ่งกลุ่มเป้าหมายออกเป็น 2 กลุ่ม

คือ ผสมร้อยละ 2 ในน้ำมันดีเซล (วันละ 1.6 ล้านลิตร) และอีกร้อยละ 1 (วันละ 0.8 ล้านลิตร) ใช้ผสมในสัดส่วนอื่นๆ เพื่อการใช้ในวัตถุประสงค์เฉพาะ เช่น การผลิตเพื่อใช้ในเครื่องจักรกลเกษตรของชุมชน หรือการใช้ร่วมกับแก๊สธรรมชาติในรถยนต์ขนส่งของ ขสมก. และได้กำหนด Road Map การพัฒนาและส่งเสริมไบโอดีเซลแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 : บังคับใช้เฉพาะพื้นที่เป้าหมายภายในปี 2549-2553 และ ระยะที่ 2 : บังคับใช้ทั่วประเทศตั้งแต่ปี 2553 โดยปัจจุบันรัฐบาลได้มีการส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซลให้มากขึ้น ทั้งแบบผสมไบโอดีเซลในน้ำมันดีเซลปกติในอัตราส่วนร้อยละ 2 และ 5 ซึ่งเรียกชื่อน้ำมันเหล่านี้ว่า B2 และ B5 เนื่องจากอัตราส่วนผสมดังกล่าวอยู่ในสัดส่วนที่น้อยมากจึงไม่มีผลต่อคุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงโดยรวมให้แตกต่างไปจากดีเซลมากนัก สามารถใช้กับรถยนต์ได้โดยไม่ต้องมีการปรับแต่งเครื่องยนต์ แต่ในอนาคตเมื่อปริมาณน้ำมันดิบสำรองของโลกลดลง โดยคาดว่าจะสามารถใช้ได้อีกประมาณ 30-40 ปีข้างหน้า ซึ่งจะทำให้ราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลกระทบต่อประเทศไทยเป็นอย่างมาก เนื่องจากประเทศไทยต้องนำเข้าน้ำมันดิบจากต่างประเทศเป็นหลัก การเพิ่มสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงที่ผลิตได้เองภายในประเทศให้สูงขึ้นจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว ดังนั้นการเพิ่มอัตราส่วนผสมของไบโอดีเซลจากปัจจุบันอยู่ที่ร้อยละ 5 เป็นร้อยละ 10(B10), 20(B20) หรือ 50(B50) จึงมีความเป็นไปได้ แต่เมื่อสัดส่วนของไบโอดีเซลสูงขึ้น คุณสมบัติด้านการเป็นเชื้อเพลิงต่างๆ จะมีค่าแตกต่างไปจากดีเซล เช่น ความถ่วงจำเพาะ ความหนาแน่น ซีเทนนัมเบอร์ จุดวาบไฟ และความหนืด เป็นต้น ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้มีผลต่อโครงสร้างการสเปรย์เชื้อเพลิงและคุณลักษณะการเผาไหม้ภายในกระบอกสูบของเครื่องยนต์ ส่งผลไปถึงสมรรถนะของเครื่องยนต์ [3-4] เช่น แรงบิด กำลัง อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และมลพิษที่ออกมากับไอเสียของเครื่องยนต์ เป็นต้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษา ผลกระทบต่อโครงสร้างการสเปรย์เชื้อเพลิงและคุณลักษณะการเผาไหม้ภายในกระบอกสูบของเครื่องยนต์เมื่อสัดส่วนของไบโอดีเซลเพิ่มสูงขึ้น รวมทั้งหาสัดส่วนของไบโอดีเซลที่เหมาะสมที่สามารถใช้ได้โดยไม่ต้องมีการปรับแต่งเครื่องยนต์

จากการศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของไบโอดีเซลพบว่า แม้จะมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับดีเซล แต่ค่าความหนืดของไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้จากกรดไขมันยังสูงกว่าดีเซลอยู่ประมาณ 1.5-2 เท่า ดังแสดงในตารางที่ 1.1

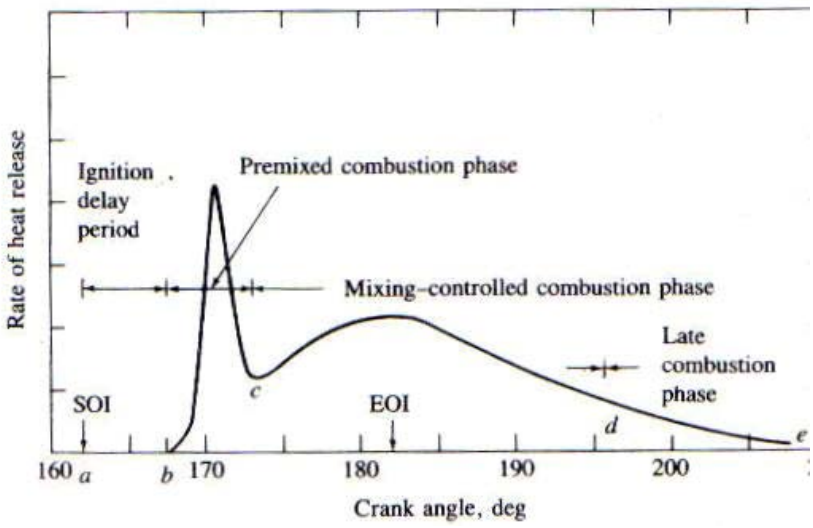
ในการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลนั้นน้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกฉีดเป็นละอองฝอยเข้าไปในห้องเผาไหม้ ซึ่งจะต้องใช้ระยะเวลาเพียงเล็กน้อยในการระเหยและผสมกับอากาศก่อนเกิดการลุกไหม้ด้วยตัวเอง ช่วงเวลานี้เรียกว่าช่วง เผาไหม้ล่าช้า (Ignition delay) ถ้าช่วงเวลานี้ยาวนานเกินไป จะทำให้เกิดการสะสมของน้ำมันเชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้ในปริมาณที่มากเกินไปและเมื่อเกิดการลุกไหม้

จะทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงที่สะสมอยู่ในปริมาณมาก เกิดการเผาไหม้พร้อมๆกันอย่างรุนแรง ส่งผลให้การเผาไหม้ไม่มีประสิทธิภาพ สำหรับช่วงเวลาต่างๆในการเผาไหม้ได้แสดงไว้ในรูปที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 คุณสมบัติทางกายภาพของไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชแต่ละชนิด [5]

Properties of biodiesel from different oils

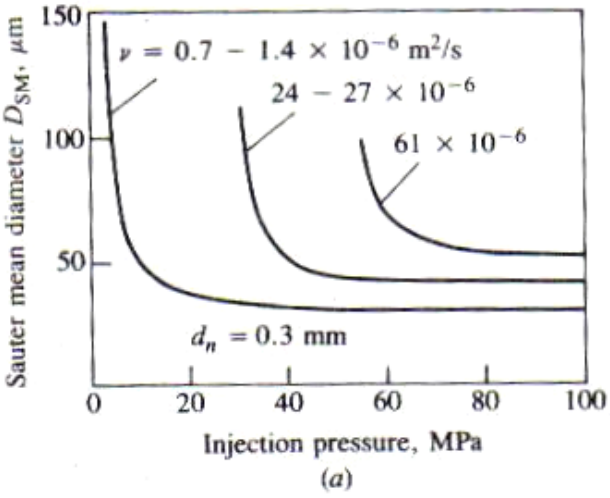
Vegetable oil methyl esters (biodiesel)	Kinematic viscosity (mm^2/s)	Cetane no.	Lower heating value (MJ/kg)	Cloud point (°C)	Pour point (°C)	Flash point (°C)	Density (kg/l)
Peanut	4.9	54	33.6	5	–	176	0.883
Soya bean	4.5	45	33.5	1	−7	178	0.885
Babassu	3.6	63	31.8	4	–	127	0.875
Palm	5.7	62	33.5	13	–	164	0.880
Sunflower	4.6	49	33.5	1	–	183	0.860
Tallow	–	–	–	12	9	96	–
Diesel	3.06	50	43.8	–	−16	76	0.855
20% biodiesel blend	3.2	51	43.2	–	−16	128	0.859



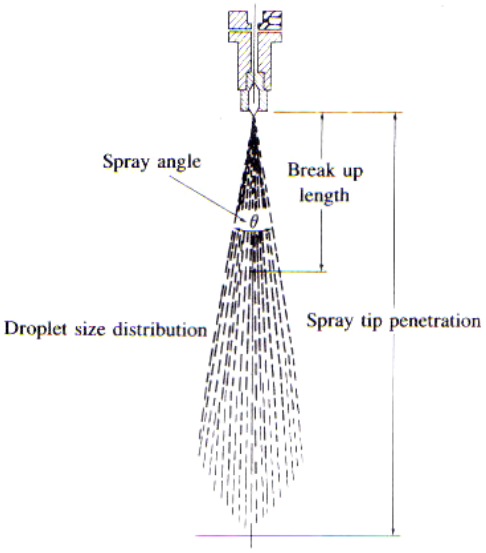
รูปที่ 1.1 แสดงช่วงเวลาการเผาไหม้ภายในกระบอกสูบของเครื่องยนต์ดีเซล [6]

ดังนั้นจึงต้องลดช่วงเวลาดังกล่าวนี้ให้เหลือน้อยที่สุด ซึ่งทำได้โดยการเลือกความดันของหัวฉีดและการออกแบบห้องเผาไหม้ให้เหมาะสม และสิ่งสำคัญอีกสิ่งหนึ่งคือคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงด้านการแตกเป็นละอองฝอย (Atomization) ซึ่งการแตกตัวเป็นหยดเล็กๆจำนวนมากของเชื้อเพลิงนี้ก็เพื่อให้เกิดพื้นที่ผิวมาก ทำให้เชื้อเพลิงสามารถระเหยได้อย่างรวดเร็ว

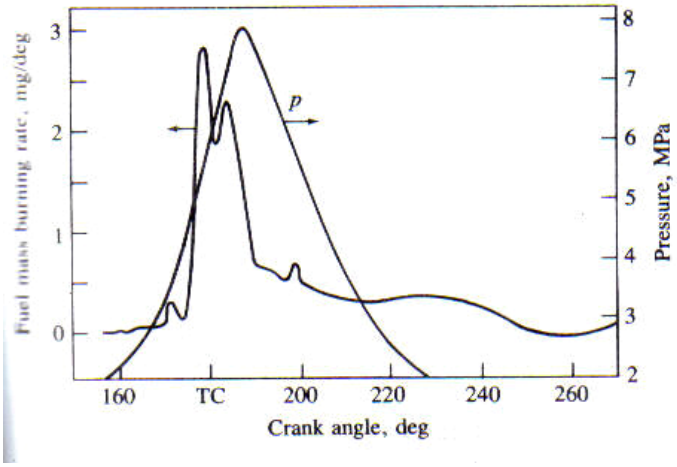
ฮิโรยาสุ และ คาโดตะ ได้ทำการศึกษาผลของความหนืดของของเหลวที่มีต่อเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยซอเตอร์ (Sauter mean diameter) ซึ่งใช้กำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของหยดเชื้อเพลิง จากผลการศึกษาพบว่าเมื่อความหนืดลดลง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหยดเชื้อเพลิงจะเล็กลงด้วย นั่นคือเชื้อเพลิงจะแตกตัวเป็นฝอยละเอียดขึ้น ดังรูปที่ 1.2 ส่วนรูปที่ 1.3 แสดงลักษณะโครงสร้างของสเปรย์เชื้อเพลิง



รูปที่ 1.2 แสดงผลของความหนืดต่อเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของหยดเชื้อเพลิง [6]

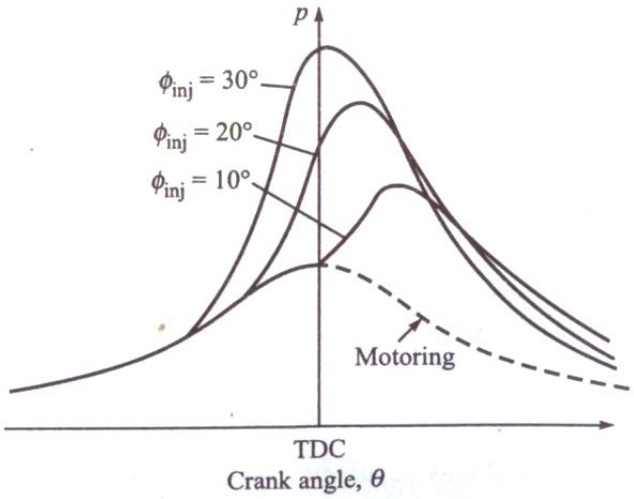


รูปที่ 1.3 แสดงลักษณะโครงสร้างสเปรย์เชื้อเพลิง [6]

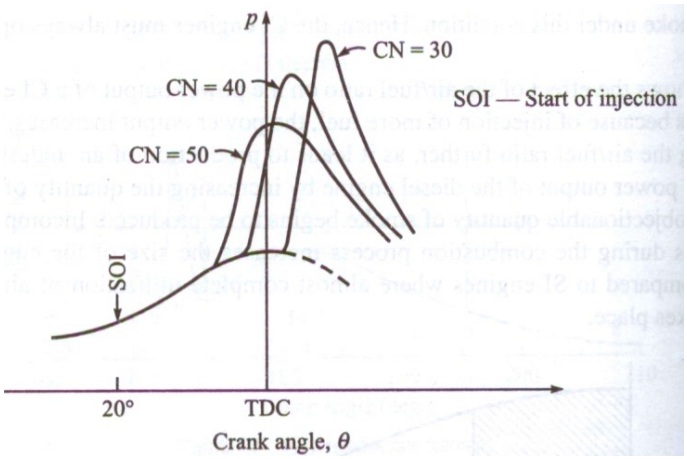


รูปที่ 1.4 แสดงคุณลักษณะการเผาไหม้ภายในกระบอกสูบของเครื่องยนต์ดีเซล [6]

จากรูปที่ 1.4 แสดงคุณลักษณะการเผาไหม้ภายในกระบอกสูบของเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งประกอบด้วยอัตราการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงโดยมวล และความดันภายในกระบอกสูบ ในการออกแบบเครื่องยนต์ทางผู้ผลิตจะออกแบบให้ความดันสูงสุดอยู่ หลังตำแหน่งจุดศูนย์ตายบน (TC) ประมาณ 10 องศาเพลาข้อเหวี่ยง ซึ่งเป็นตำแหน่งที่เครื่องยนต์ให้แรงบิดหรือกำลังออกมาสูงสุดเรียกตำแหน่งนี้ว่า Maximum brake torque, MBT เนื่องจากเป็นช่วงที่ลูกสูบเคลื่อนที่ลงและเป็นจังหวะที่แรงดันจากการเผาไหม้ถูกปลดปล่อยออกมาเพื่อช่วยผลักส่งให้ลูกสูบเลื่อนลงไปและผลิตเป็นงานออกมาในจังกวะกำลังของเครื่องยนต์ทำให้ได้งานออกมาสูงสุด แต่ถ้าตำแหน่งความดันสูงสุดเกิดเร็วเกินไปหรือเลื่อนมาข้างหน้าจุดศูนย์ตายบนแรงดันจากการเผาไหม้จะต้านการเคลื่อนที่ของลูกสูบทำให้สูญเสียกำลังในช่วงนี้ไป งานที่ได้จากเครื่องยนต์ก็จะน้อยลง ในขณะเดียวกันถ้าความดันสูงสุดอยู่หลังตำแหน่งศูนย์ตายบนมากเกินไปหรือการเผาไหม้เกิดความล่าช้า งานที่ได้ก็จะต่ำเช่นกัน เนื่องจากเป็นตำแหน่งที่ลูกสูบเคลื่อนที่ลงมากเกินทำให้มีปริมาตรห้องเผาไหม้มากความดันสูงสุดก็จะต่ำลง และมีช่วงเวลาในการเผาไหม้น้อยก่อนที่วาล์วไอเสียจะเปิด เชื้อเพลิงบางส่วนที่เผาไหม้ยังไม่หมดจะถูกผลักออกไปกับไอเสียทำให้ได้งานออกมาน้อย จะเห็นได้ว่าปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อตำแหน่ง MBT จึงประกอบไปด้วย จังหวะการฉีดเชื้อเพลิง (ดังรูปที่ 1.5) คุณสมบัติของเชื้อเพลิง เช่น ค่าซีเทน (ดังรูปที่ 1.6)



รูปที่ 1.5 แสดงผลขององศาการฉีดเชื้อเพลิงต่อความดันและช่วงการเผาไหม้ล่า [7]



รูปที่ 1.6 แสดงผลของค่าซีเทนต่อความดันและช่วงการเผาไหม้ล่า [7]

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการศึกษาถึงผลกระทบต่อคุณลักษณะการเผาไหม้ภายในกระบอกสูบของเครื่องยนต์เมื่อมีการเพิ่มอัตราส่วนผสมของไบโอดีเซล ในเชื้อเพลิงผสมระหว่าง ดีเซล-ไบโอดีเซลให้สูงขึ้นมีความสำคัญอย่างมาก เพราะเมื่ออัตราส่วนของไบโอดีเซลสูงขึ้นจะทำให้คุณสมบัติโดยรวมของเชื้อเพลิงผสมแตกต่างไปจากดีเซลมากยิ่งขึ้นตามอัตราส่วนผสม [8]

จากการสืบค้นงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่ามีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบต่อโครงสร้างการสเปรย์เชื้อเพลิงและคุณลักษณะการเผาไหม้ของไบโอดีเซลน้อยมาก โดยเฉพาะในประเทศไทยยังไม่งานวิจัยที่ศึกษาเรื่องนี้อย่างจริงจัง โดยงานวิจัยที่ผ่านมาส่วนมากจะเป็นการวัดสมรรถนะของ

เครื่องยนต์ ซึ่งเป็นการวัดผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานของเครื่องยนต์ ดังนั้นการศึกษาเรื่องคุณลักษณะการสเปรย์และการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงผสมดีเซล-ไบโอดีเซลนี้จะเป็นข้อมูลส่วนหนึ่งที่จะสามารถใช้ในการปรับแต่งเครื่องยนต์ให้เหมาะสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงมากยิ่งขึ้นในอนาคต

การศึกษาคุณลักษณะการเผาไหม้ในกระบอกสูบของเครื่องยนต์ เป็นการหาจังหวะการทำงานของเครื่องยนต์ เพื่อให้ได้งานหรือกำลังสูงสุด จุดที่กำลังสูงสุดเรียกว่า จังหวะทอร์คเบรคสูงสุด(MBT Timing, Maximum brake torque timing) ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่องานของจังหวะอัดที่เพิ่มขึ้นและงานของจังหวะขยายตัว ที่ลดลงหักล้างกันพอดี จังหวะการจุดระเบิดที่เกิดขึ้นเร็วหรือช้ากว่าจังหวะที่เหมาะสมที่สุดนี้จะทำให้แรงบิด (Torque) ต่ำลง ซึ่งจังหวะการจุดระเบิดที่เหมาะสมที่สุดจะขึ้นอยู่กับจังหวะการขยายตัวและการกระจายของเปลวไฟ แต่เนื่องจากทางบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ได้ปรับจังหวะการทำงานของเครื่องยนต์ให้อยู่ในจังหวะทอร์คเบรคสูงสุดเมื่อใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง แต่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงชนิดของเชื้อเพลิงเป็นเชื้อเพลิงชนิดอื่น เช่น ไบโอดีเซล ซึ่งมีคุณสมบัติทางกายภาพบางอย่างแตกต่างไปจากน้ำมันดีเซล เช่น ความหนืด และซีเทนนัมเบอร์ ซึ่งจะมีผลกระทบต่อการเผาไหม้ ทำให้จังหวะและช่วงเวลาการเผาไหม้ภายในเครื่องยนต์เปลี่ยนไป

ดังนั้นโครงงานนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโครงสร้างการสเปรย์เชื้อเพลิงและคุณลักษณะการเผาไหม้ ในเครื่องจุดระเบิดด้วยการอัดเมื่อใช้น้ำมันดีเซลเปรียบเทียบกับไบโอดีเซล

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. ศึกษาคุณลักษณะการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงผสมดีเซล-ไบโอดีเซล
2. ศึกษาโครงสร้างสเปรย์ของเชื้อเพลิงผสมดีเซล-ไบโอดีเซล
3. ศึกษาอัตราส่วนผสมดีเซล-ไบโอดีเซลที่เหมาะสมกรณีรอบเดินเบาโดยไม่ปรับแต่งเครื่องยนต์
4. เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับแต่งเครื่องยนต์ในการเพิ่มสัดส่วนของไบโอดีเซลในเชื้อเพลิงผสมดีเซล-ไบโอดีเซลให้สูงขึ้นสำหรับรอบเดินเบา
5. เพื่อเป็นข้อมูลในการเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมดีเซล-ไบโอดีเซล

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. ไบโอดีเซลที่ใช้ทดลองผลิตจากน้ำมันพืช 4 ชนิด คือ ไบโอดีเซลจาก ปาล์ม เมล็ดยางพารา สบู่ดำ และ น้ำมันมะพร้าว

2. เชื้อเพลิงผสมดีเซล-ไบโอดีเซลที่ใช้ทดลองมีอัตราส่วนไบโอดีเซล 10% - 100% โดยปริมาตร โดยทดลองเปรียบเทียบกับดีเซลมาตรฐาน

3. หัวฉีดที่ใช้ทดสอบคุณลักษณะโครงสร้างสเปรย์ เป็นหัวฉีดที่ใช้ในรถยนต์ที่มีจำหน่ายในประเทศไทย

4. ศึกษาคุณลักษณะโครงสร้างสเปรย์เชื้อเพลิงผสมดีเซล-ไบโอดีเซลด้วยวิธีการถ่ายภาพด้วยกล้องความเร็วสูง

5. ศึกษาคุณลักษณะการเผาไหม้ภายในกระบอกสูบของเครื่องยนต์โดยการเจาะฝาสูบใส่ชุดวัดความดันและอุณหภูมิเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ ประกอบด้วย ความดัน-องศาเพลาข้อเหวี่ยง ความดัน-ปริมาตร และอัตราการปลดปล่อยพลังงานความร้อน-องศาเพลาข้อเหวี่ยง

1.4 ประโยชน์ที่ได้จากโครงการ

1. เป็นข้อมูลและแนวทางสำหรับใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเครื่องยนต์เมื่อเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงผสมดีเซล-ไบโอดีเซลเป็นพลังงานทดแทนได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

2. ทำให้การเผาไหม้ของเครื่องยนต์สะอาดขึ้นและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

3. ทำให้เครื่องยนต์ที่ใช้ดีเซล-ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงทดแทนมีสมรรถนะสูงขึ้น และประหยัดน้ำมันมากขึ้น

4. ทำให้ประชาชนเกิดความมั่นใจและสนใจเชื้อเพลิงผสมดีเซล-ไบโอดีเซลมากขึ้น เนื่องจากเครื่องยนต์เผาไหม้ได้สมบูรณ์ขึ้น ทำให้ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้น และเป็นการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น