บทที่1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

1.1.1 ที่มาของการนำน้ำมันพืชมาใช้ทดแทนน้ำมันดีเซล

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาจะพบว่าราคาน้ำมันดีเซลมีราคาสูงขึ้นมาก เนื่องจากกลุ่มโอเปคที่มีแหล่งน้ำมันสำรองอยู่ถึงประมาณ 80% ของแหล่งน้ำมันสำรองทั้งหมดของโลกได้มีบทบาทอย่างมากในการขยับราคาน้ำมันให้สูงขึ้น เพราะอัตราการสูบน้ำมันออกมาใช้สูงมากของบางประเทศนอกกลุ่มโอเปค ทำให้คาดคะเนว่าในอีก 5 ปีข้างหน้า ปริมาณสำรองของโลกจะอยู่ภายใต้การควบคุมของกลุ่มโอเปคเกือบหมด นั่นก็หมายความว่าน้ำมันจะมีราคาแพงขึ้นอย่างแน่นอน สำหรับประเทศไทยมีความต้องการใช้น้ำมันเพื่อการคมนาคม การขนส่ง มากถึง 54% ของการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทั้งหมดเพื่อการคมนาคมและขนส่ง ดังนั้นในหลายประเทศ เช่น อเมริกา บราซิล ออสเตรเลีย มาเลเซีย จึงพยายามหาแหล่งพลังงานใหม่ที่สามารถนำมาใช้งานได้ในระยะยาว ซึ่งสามารถนำมาเป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซล โดยเฉพาะในประเทศไทยที่เป็นประเทศเกษตรกรรมที่เป็นแหล่งวัตถุดิบทางอาหาร ในหลายปีที่ผ่านมาพบว่าพืชผลบางอย่างในทางการเกษตรนั้นมีราคาตกต่ำ และน้ำมันพืชสามารถนำมาเป็นเชื้อเพลิงทดแทนได้ จึงมีการนำพืชน้ำมันที่มีราคาถูกมาผลิตน้ำมันพืชเพื่อนำมาใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กและขนาดกลางเพื่อใช้ในท้องถิ่นที่เป็นแหล่งเกษตรกรรม เช่น ใช้ในการเกษตรกับเครื่องยนต์ดีเซลรอบต่ำและรอบปานกลาง เช่น เรือโดยสารขนาดเล็กและขนาดกลาง เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กเพื่อนำไปปั่นไฟฟ้าและการขนส่ง รวมทั้งในรถยนต์ รถบรรทุก เพื่อการคมนาคมขนส่ง ซึ่งสามารถแบ่งการนำน้ำมันพืชเพื่อมาใช้เดินเครื่องยนต์ได้ 3 แบบ ได้แก่ 1) น้ำมันพืชล้วนไม่ได้ผสม เป็นการนำน้ำมันพืชมาใช้กับเครื่องยนต์เลย โดยไม่ได้เติมแต่งเพียงแต่มีการกรองหรือปรับสภาพน้ำมันให้เหมาะสมกับการนำมาใช้ ถ้าเป็นน้ำมันปาล์มก็จะเรียกว่าน้ำมันดีเซลปาล์ม ส่วนน้ำมันมะพร้าวจะเรียกว่าดีเซลมะพร้าว 2) น้ำมันผสม เป็นการนำน้ำมันพืชมาผสมน้ำมันก๊าดหรือน้ำมันดีเซล เพื่อให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล ที่นิยมกันโดยมากจะนำน้ำมันปาล์มหรือน้ำมันมะพร้าวมาผสม ส่วนการเรียกชื่อก็เรียกตามการใช้เหมือนในน้ำมันพืชล้วนไม่ได้ผสม ซึ่งเป็นแบบที่ชาวบ้านตามท้องถิ่นที่มีการปลูกพืชน้ำมันจะนิยมนำมาผสมเพื่อใช้เองหรือจำหน่าย 3) น้ำมัน พืชที่ผ่านกระบวนการทางเคมี โดยใช้แอลกอฮอล์กับกรดหรือ

ด่างที่เรียกว่า กระบวนการเอสเทอริฟิเคชั่น ซึ่งจะเรียกน้ำมันพืชที่ผ่านกระบวนการนี้แล้วนำมาใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลจะเรียกว่าไบโอดีเซล พบว่าไบโอดีเซลมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมากที่สุด เช่น ค่าความหนืด ค่าความร้อน เมื่อนำมาใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลจะมีปัญหาน้อยมากเมื่อเทียบกับทั้งสองแบบที่กล่าวมาแล้ว ซึ่งในต่างประเทศจะนิยมนำมาใช้งานกันแพร่หลายและมีจำหน่ายกันอย่างกว้างขวางด้วย (พนิดา ศิริบังเกิดผล, 2544)

การนำน้ำมันพืชมาใช้มีข้อดีหลายอย่างเช่น เป็นผลิตผลจากพืชผลทางการเกษตร เป็นเชื้อเพลิงที่สะอาดสามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ ไม่มีกำมะถัน ไม่มีสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง (Carcinogenic) ปลอดภัยในการเคลื่อนย้ายเพื่อการขนส่งเนื่องจากมีจุดวาบไฟสูง มีคุณสมบัติในการหล่อลื่นดีกว่าน้ำมันดีเซล ส่วนข้อเสียในด้านวัตถุดิบจะพบว่า ผลผลิตในแต่ฤดูกาลยังไม่มีความแน่นอน อีกทั้งราคาของพืชผลยังมีการเปลี่ยนแปลงมากบางช่วงราคาจะสูงมากซึ่งสูงกว่าน้ำมันดีเซลด้วย จะมีต้นทุนในการผลิตค่อนข้างสูง ทางด้านเครื่องยนต์จะพบว่า การนำน้ำมันพืชที่ไม่สะอาดหรือไม่ได้ปรับปรุงคุณสมบัติให้เหมาะสมจะทำให้กัดกร่อนชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ และส่งผลให้เกิดการอุดตัน น้ำมันจะมีความหนืดสูงทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ในงานวิจัยที่ใช้น้ำมันถั่วลิสงทั้งชนิดดิบและรีไฟน์เป็นเชื้อเพลิง พบว่าเครื่องยนต์มีเขม่าจับที่ลูกสูบและวาล์วมากกว่าที่ใช้น้ำมันดีเซลและมีตะกรันขาวตกอยู่ในถังน้ำมันบรรจุเชื้อเพลิงเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะมีผลต่อลูกสูบและหัวฉีด หากหลุดติดไปกับน้ำมันหล่อลื่นในห้องเผาไหม้ด้วย จุดไหลเทสูง ทำให้ไขมันอุดตันที่ไส้กรองโดยเฉพาะน้ำมันดิบ (สยาม ภพลือชัย, 2544)

1.1.2 ปัญหาและแนวทางการนำน้ำมันพืชมาใช้งาน

โดยทั่วไปน้ำมันพืชเป็นสารประกอบไตรกลีเซอร์ไรด์ (Triglyceride) ซึ่งประกอบไปด้วยกรดไขมันอยู่ประมาณ 94-96% ของน้ำหนักโมเลกุลของไตรกลีเซอร์ไรด์ ทำให้คุณสมบัติของน้ำมันพืชแต่ละชนิดแตกต่างกันไปตามส่วนประกอบของกรดไขมันที่มีอยู่ น้ำมันพืชเป็นสารที่ไม่อยู่ตัว โดยน้ำมันดิบและไบโอดีเซลจะถูกออกซิไดซ์และเกิดปฏิกิริยาโพลิเมอร์ไรซ์ได้หากทิ้งไว้ในอากาศเป็นเวลานานๆ และที่อุณหภูมิสูง โดยที่น้ำมันจะมีความหนืดและค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ทิ้งไว้และจะมีสารเหนียวเพิ่มมากขึ้น (Monyem et al., 2000) และพบว่าความเป็นกรดของไบโอดีเซลจะส่งผลต่อค่าซีเทนนัมเบอร์อีกด้วย (Stournas et al., 1995) หากนำน้ำมันพืชที่ถูกออกซิไดซ์มาใช้กับเครื่องยนต์ พบว่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และปริมาณไฮโดรคาร์บอนจะลดลง แต่ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์และควันดำจะไม่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับน้ำมันพืชที่ไม่ได้ถูกออกซิ

ไดซ์ (Monyem and Gerpen, 2001) ค่าไอโอดีนจะเป็นตัวบอกว่าจะเกิดปฏิกิริยาโพลิเมอร์ไรซ์ได้มากหรือน้อย ดังนั้นควรเลือกน้ำมันพืชที่มีค่าไอโอดีนต่ำเป็นเชื้อเพลิง

เครื่องยนต์ดีเซลที่ประดิษฐ์โดยนายรูดอฟ ดีเซลเครื่องแรกของโลกนั้นได้ใช้น้ำมันถั่วลิสงเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งเครื่องยนต์ดีเซลนั้นเป็นเครื่องรอบต่ำเหมือนเครื่องยนต์ที่ใช้ในเรือที่ใช้กันอยู่(ประณต กุลประ)ในปัจจุบัน หากนำน้ำมันพืชมาใช้จะส่งผลกระทบน้อยลง สำหรับเครื่องยนต์รอบต่ำ ที่มีระยะเวลาการเผาไหม้ที่นานกว่า น้ำมันพืชจะมีความหนืดสูงทำให้เกิดปัญหาในส่วนการฉีดน้ำมันจากหัวฉีดซึ่งจะกระจายเป็นละอองฝอยได้น้อยและจะใช้ความดันในการฉีดสูงกว่าเมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซล (Varde, 1984) และจากคุณสมบัติที่ระเหยตัวเป็นไอได้ช้าและน้อยกว่าน้ำมันดีเซลทำให้จุดระเบิดยากขึ้น เครื่องยนต์สตาร์ทติดยาก (วีรศักดิ์ กรัยวิเชียร, 2542) มีกากคาร์บอนหลงเหลือหลังการเผาไหม้เป็นคราบเขม่าเกาะที่หัวฉีด (Van der Walt and Hugo, 1982) ผนังลูกสูบแหวนและวาล์ว ทำให้เกิดปัญหามากหากใช้น้ำมันพืชล้วนๆ โดยไม่ผสมหรือใช้น้ำมันพืชดิบโดยตรงกับเครื่องยนต์ (Graboski et al., 1998)

ในการนำน้ำมันพืชที่ผสมและไม่ได้ผสมซึ่งเป็นแบบที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการเอสเทอร์ริฟิเคชั่นมาใช้โดยส่วนมากจะพบปัญหา โดยเฉพาะการนำน้ำมันมะพร้าวที่ผสมกับน้ำมันก๊าดหรือน้ำมันดีเซลที่เรียกว่าดีเซลมะพร้าวจะมีปัญหาเมื่ออากาศเย็นที่มีอุณหภูมิประมาณ 24-26 $^{\circ}C$ ไส้กรองน้ำมันจะตันจากน้ำมันที่เริ่มเป็นไข เครื่องยนต์จะสตาร์ทติดยากเพราะน้ำมันมะพร้าวมีความหนืดสูงและจะทำให้อุดตันในท่อส่งน้ำมัน และน้ำมันมะพร้าวในถังน้ำมันจะกลายเป็นไข หากต้องการนำน้ำมันมะพร้าวมาใช้จะต้องมีตัวอุ่นน้ำมันเพื่อทำให้ไขละลายและความหนืดลดลง น้ำมันจึงไหล แต่ก็จำเป็นที่จะต้องใช้น้ำมันดีเซลในช่วงสตาร์ทก่อนเพื่อช่วยให้สตาร์ทเครื่องยนต์ให้ติดก่อนแล้วจึงใช้น้ำมันมะพร้าว ส่วนดีเซลปาล์มนั้นที่อากาศเย็นหากนำน้ำมันปาล์มที่ยังไม่ได้แยกไขสเตียรีนออกก่อนมาใช้ก็จะพบว่าน้ำมันปาล์มเริ่มกลายเป็นไขที่อุณหภูมิต่ำเช่นกัน โดยเฉพาะในเขตภาคเหนือ ในช่วงฤดูหนาวจะพบว่าน้ำมันปาล์มดิบที่ได้ผ่านกระบวนการลดปริมาณยางเหนียวลดปริมาณกรดไขมันอิสระและลดความชื้นแล้วนั้นที่อุณหภูมิห้องในช่วงกลางวันน้ำมันปาลม์จะแข็งตัวเป็นไขและจับตัวเป็นก้อน หากนำมาใช้จะต้องอุ่นก่อนเพื่อให้ไขละลาย หากนำน้ำมันดีเซลผสม เมื่อปาล์มเริ่มเป็นไขแล้วจะแยกชั้นระหว่างน้ำมันดีเซลกับไข ซึ่งทำให้ทราบว่าหากนำน้ำมันปาล์มผสมดีเซลมาใช้ในช่วงฤดูหนาว ถึงเป็นน้ำมันผสมก็จำเป็นต้องอุ่นในถังน้ำมันก่อนนำมาใช้เดินเครื่องยนต์ หรือจะนำน้ำมันพืชที่ใช้บริโภคที่ผ่านขบวนการรีไฟน์ซึ่งจะมีคุณสมบัติทางกายภาพไม่แตกต่างจากน้ำมันพืชดิบมากนักแต่จะมีปริมาณกรดไขมันอิสระลดลง (Ho and Chow, 2000) หรือน้ำมันปาล์มที่แยกไขสเตียรีนออกแล้วมาผสมหรือไม่ก็ตามก็จะใช้เดินเครื่องยนต์ได้และ

จะดีกว่าการนำน้ำมันดิบมาใช้เพราะจะสะดวกกว่าไม่ต้องกังวลปัญหาเรื่องไข ความสะอาดของน้ำมัน แต่ราคาจะสูงกว่ามาก

น้ำมันพืชที่เป็นเชื้อเพลิงทดแทนสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล มีหลายชนิด เช่น น้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันมะพร้าว น้ำมันถั่วลิสง และน้ำมันรำข้าว หากนำน้ำมันพืชที่กำจัดยางเหนียวมาทดสอบจะพบว่าสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลที่ได้ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล (Thomas, 1982)

น้ำมันพืชจะมีความหนืดสูงกว่าน้ำมันดีเซล 10-15 เท่าและมีความตึงผิวมากกว่าด้วย (Allen et al.,1999) หากนำน้ำมันพืชผสมกับน้ำมันดีเซลหรือผสมกับน้ำมันก๊าด หากผสมน้ำมันพืชในสัดส่วนที่มากขึ้นพบว่าความถ่วงจำเพาะจะมีแนวโน้มลดลง (Tat and Gerpen, 2000) สมรรถนะเครื่องยนต์มีแนวโน้มลดลง (บุญฤทธิ์ วิญญูชมภูนาท,2541) หรือผ่านกระบวนการเอสเทอริฟิเคชั่นโดยเชื้อเพลิงที่ได้มีค่าซีเทนนัมเบอร์สูงขึ้นและค่าความร้อนมากกว่าเดิม (วีระเทพ นามวงศ์, 2537) การลดความหนืดทำให้น้ำมันที่ถูกฉีดออกจากหัวฉีดมีขนาดหยดน้ำมันเล็กลง และทำให้ลดระยะเวลาในการเผาไหม้ทำให้เครื่องยนต์เผาไหม้สมบูรณ์และเดินเรียบลดการน็อคที่เกิดภายในเครื่องยนต์ดีเซล (หลาบ รับสิริ, 2528) แนวทางการลดความหนืดของน้ำมันพืช ซึ่งทำได้หลายวิธีดังข้างต้นรวมทั้งการเติมสารช่วยลดความหนืด (Van der Walt and Hugo, 1982) และการให้ความร้อนกับน้ำมัน

1.1.3 จุดมุ่งหมายของงานวิจัย

งานวิจัยนี้จะใช้น้ำมันพืชที่ผ่านกระบวนการกำจัดยางเหนียว ลดปริมาณกรดไขมันอิสระ ลดปริมาณความชื้นและลดความหนืดของน้ำมันพืชโดยการให้ความร้อน จะนำน้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันดีเซลมาใช้ทดสอบ แล้วเปรียบเทียบผลของอุณหภูมิของน้ำมันพืชต่ออัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะและไอเสียที่เกิดขึ้น ถ้าหากต้องการนำน้ำมันพืชที่ผ่านกระบวนการดังกล่าวข้างต้นมาใช้งานสามารถหาซื้อน้ำมันพืชจากโรงงานกลั่นน้ำมันพืช ซึ่งจะมีราคาถูกกว่าน้ำมันพืชที่ใช้บริโภคและสามารถนำมาใช้งานได้เลย ส่วนการอุ่นน้ำมันสามารถทำได้หลายวิธีหากต้องการนำมาใช้งานและค่าใช้จ่ายสำหรับอุปกรณ์การอุ่นน้ำมันก็ไม่สูงมากนัก

จากงานวิจัยที่ผ่านได้มีการนำสมการถ่ายเทมวลมาคำนวณเพื่อทำนายอัตราการเผาไหม้ของน้ำมันพืชและน้ำมันพืชเทียบกับน้ำมันดีเซลที่สภาวะการพาแบบอิสระโดย Wibulswas et al. (1989) และได้มีการพัฒนามาจนถึง Wibulswas et al. (2000) ได้คำนวณหาอัตราการเผาไหม้ของน้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันดีเซลโดยการพาแบบบังคับโดยเทียบกับค่าที่ได้จากการทดลองเมื่อใช้พัดลมเป่าลมให้กับทรงกลมที่ติดไฟ และ ธิบดินทร์ แสงสว่าง (2543) ได้คำนวณประเมินหาสมรรถนะ

ของเครื่องยนต์ดีเซลโดยพัฒนาเลขเรย์โนลด์ที่คำนวณมาจากหยดน้ำมันที่มาจากการฉีดน้ำมันจากหัวฉีด โดย บุญฤทธิ์ วิญญูชมพูนาท (2541) พบว่าสัดส่วนของกำลังเครื่องยนต์ที่ประเมินได้ที่ส่วนผสมต่ำมีค่าใกล้กับการทดลองมากกว่า แต่ที่ส่วนผสมมากขึ้นจะมีค่าแตกต่างมากขึ้น

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาสมการถ่ายเทมวลเพื่อคำนวณหาอัตราการเผาไหม้ของน้ำมันที่เคลือบเป็นชั้นของเหลวบางบนทรงกลมหยดเดี่ยว โดยนำค่าตัวแปรเลขนัสเสลที่ใช้สำหรับการคำนวณที่มีการถ่ายเทความร้อนสูงมาเทียบกับเลขนัสเสลที่ใช้สำหรับการคำนวณที่มีการถ่ายเทความร้อนต่ำ ที่สภาวะการพาแบบบังคับ โดยแล้วเทียบกับค่าที่ได้จากการทดลองเผาน้ำมันที่เคลือบเป็นชั้นของเหลวบางบนทรงกลมที่ทดสอบในอุโมงค์ลมความเร็วต่ำ (Barlow et al., 1999) โดยควบคุมความเร็วลมที่ผ่านหน้าตัดทรงกลมในส่วนทำการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ รวมทั้งประเมินหาสัดส่วนอัตราการใช้เชื้อเพลิงแล้วเทียบกับค่าจากการทดสอบ และทดสอบหาสมรรถนะและไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลเมื่อใช้น้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันดีเซล

1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

1.2.1 การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันพืช

Nieuwenhuyzen, W.V. (1976) ได้ทำการแยกฟอสฟาทายด์ (Phosphatide) และผลิตเลซิทิน (Lecithin) จากน้ำมันถั่วเหลืองดิบ โดยในกระบวนการจะเติมน้ำ 2 – 3% ในน้ำมันที่อุณหภูมิ 50 – 70^{0}C โดยน้ำจะไปจับกับฟอสฟาทายด์ออกมาอยู่ในรูปฟอสฟาทายด์ไฮเดรต (Phosphatide hydrate) และตกลงมาเป็นตะกอน จากนั้นนำไปเหวี่ยงจะได้ปริมาณฟอสฟาทายด์ 0.25 – 0.5% และเลซิทินซึ่งมีปริมาณน้ำ 40 – 50% จากนั้นนำไปทำให้แห้งโดยใช้วิธี film evaporators เพื่อให้มีความชื้นน้อยกว่า 1%

Carr, R.A. (1978) กำจัดพวกยางเหนียวจากน้ำมันถั่วเหลืองดิบได้โดยการใช้น้ำ 2% โดยปริมาตรของน้ำมัน แล้วกวนเป็นเวลา 30 นาที ถึง 1 ชั่วโมง อุณหภูมิที่ใช้คือ 60 - 70^{0}C ผลที่ได้พบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดยางเหนียวอยู่ในช่วง 80 – 95% ของปริมาณยางเหนียวที่มีอยู่ในน้ำมันดิบ จากนั้นยางเหนียวที่ได้จะถูกนำไปอบที่อุณหภูมิประมาณ 90^{0}C เพื่อให้มีปริมาณน้ำเหลือเพียง 0.5% จากนั้นทำให้เย็นลงและเก็บไว้ในถังเก็บต่อไป

List et al. (1981) ทำการกำจัดยางเหนียวจากน้ำมันถั่วเหลืองโดยใช้ใบพัดที่ทำด้วยเทฟลอน (Teflon) ที่มีขนาด 7.5 เซนติเมตร โดยจะทำการศึกษา ความเร็วที่ใช้ในการกวน ปริมาณน้ำที่เติม เวลาที่ใช้ในการกวน และอุณหภูมิที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา จากการศึกษาผลของเวลาในช่วง 5

ถึง 60 นาทีพบว่า ปริมาณของฟอสฟอรัสเริ่มต้นจาก 570 ppm เหลือเพียง 51 ppm โดยที่หลังจากเวลา 5 นาที พบว่ากำจัดฟอสฟาทายด์ได้ 91% หลังจากเวลาผ่านไป 15 นาทีพบว่ากำจัดฟอสฟาทายด์ได้ เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเป็น 92% และเมื่อเพิ่มเวลาขึ้นเป็น 60 นาทีพบว่าสามารถกำจัดได้มากขึ้น 94.8% จากการทดลองสรุปได้ว่า เวลามีผลต่อการกำจัดฟอสฟาทายด์น้อย ในการศึกษาผลของอุณหภูมิจะทำในช่วง 40 – 90^{0}C พบว่าสามารถกำจัดได้ 92 – 95% ของฟอสฟาทายด์ที่มีอยู่ในน้ำมัน และพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 75^{0}C อย่างไรก็ตามในการใช้อุณหภูมิสูงมากกว่า 60^{0}C จะทำให้เลซิทินที่ได้มีสีดำ ในการศึกษาผลของปริมาณน้ำที่เติม จะใช้ปริมาณน้ำ 0.5 และ 1.0% พบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดฟอสฟาทายด์ที่ได้ค่อนข้างน้อย คือ กำจัดได้ 84.5 และ 89.5% แต่เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำเป็น 5% พบว่าสามารถกำจัดได้ 90% แต่ปริมาณน้ำที่เหมาะสมในการกำจัดฟอสฟาทายด์ คือ 2% จะกำจัดได้ 92% ในการศึกษาผลของความเร็วในการกวนจะศึกษาความเร็วในช่วง 200 – 500 รอบ / นาที โดยพบว่าความเร็วในการกวนมีผลต่อขบวนการน้อยเนื่องจากปริมาณฟอสฟาทายด์ที่กำจัดได้จะมีค่าใกล้เคียงกันคือ อยู่ในช่วง 91.9 – 93.2%

นอกจากนี้ยังพบว่าในการทำที่อุณหภูมิสูงคือ 90^{0}C และถึงแม้จะเพิ่มเวลาในการกวนจาก 5 – 60 นาที พบว่าปริมาณของฟอสฟาทายด์ที่เหลืออยู่ในน้ำมันค่อนข้างคงที่ที่ 53 – 55 ppm ซึ่งสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดฟอสฟาทายด์คือ การใช้อุณหภูมิ ในช่วง 60 – 75^{0}C เวลาที่ใช้คือ 15 นาที ความเร็วในการกวนคือ 400 รอบ / นาที และปริมาณน้ำที่เติมที่เหมาะสมคือ 2%

Smiles et al. (1988) ได้ทำการศึกษาชนิดของสารที่ใช้ในการกำจัดยางเหนียว ซึ่งได้แก่ น้ำ กรดซิตริก กรดฟอสฟอริก กรดออกซาลิก อะซิติกแอนไฮไดร์ด และมาเลอิกแอนไฮไดร์ด โดยจะใช้กำจัดในน้ำมันพืช น้ำมันถั่วเหลือง โดยสภาวะในการทดลองจะทำที่อุณหภูมิ 60^{0}C หลังจากเสร็จขบวนการแล้วจะรอให้น้ำมันเย็นลงที่ 40^{0}C แล้วจึงนำไปเหวี่ยง ผลการทดลองพบว่า การใช้พวกเคมีจะมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้น้ำ การกำจัดยางเหนียวในน้ำมันถั่วเหลืองนั้นพบว่าสารเคมีทุกตัวยกเว้นน้ำมีประสิทธิภาพในการกำจัดยางเหนียวได้เท่าๆกันคือ กำจัดได้ถึง 98%

Indira et al. (2000) ได้ทำการกำจัดยางเหนียวในน้ำมันรำข้าวน้ำ ซึ่งตัวแปรที่ทำการศึกษาได้แก่ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำที่เติม เวลา และความเร็วในการกวน ในการทดลองจะใช้อุณหภูมิในช่วง 26 – 90^{0}C ปริมาณน้ำที่ใช้อยู่ในช่วง 0.5 – 4.0% เวลาที่ใช้ในการกวนคือ 10 – 180 นาที และความเร็วในการกวนจะอยู่ในช่วง 30 – 400 รอบ / นาที หลังจากที่กวนเสร็จแล้วจะนำสารมาทำให้อยู่ที่อุณหภูมิ 55^{0}C และเหวี่ยงที่ความเร็ว 3,000 รอบ / นาที เป็นเวลา 15 นาที ผลที่ได้พบว่าปริมาณที่ได้อยู่ในช่วง 4.6 – 15.1 ซึ่งอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นมีผลทางลบต่อปริมาณตะกอนนั่นคือ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นทำให้การปริมาณยางเหนียวลดลง เนื่องจากพวกไขสามารถละลายได้ในน้ำมันเมื่อน้ำมันมีอุณหภูมิที่สูง ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 68 – 73^{0}C เมื่อดูปริมาณน้ำที่เติมพบว่าปริมาณน้ำที่

เติมลงไปมากขึ้นก็จะได้ปริมาณตะกอนมากขึ้น เพราะน้ำจะไปจับกับฟอสฟาทายด์ตกลงมาเป็นตะกอน โดยในการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 3.9 – 4.0% จากการศึกษาความเร็วและเวลาในการกวนพบว่าทั้งเวลา และความเร็วในการกวนที่เพิ่มขึ้นช่วยทำให้ปฏิกิริยาดำเนินไปได้ดี ซึ่งความเร็วในการกวนที่เหมาะสมอยู่ที่ 215 รอบ / นาที นอกจากนี้ยังพบว่าการกำจัดยางเหนียวที่อุณหภูมิต่ำจะทำให้สามารถกำจัดไขออกมาพร้อมกับยางเหนียวด้วย แต่การทำที่อุณหภูมิสูงจะทำให้เลซิทินที่ได้มีสีที่ดำและมีเกรดที่ไม่อยู่ในการค้า

1.2.2 การใช้น้ำมันพืชในเครื่องยนต์ดีเซล

Van der Walt and Hugo (1982) ได้ศึกษาการลดการอุดตันที่หัวฉีดน้ำมัน โดยสวมปลอกกันความร้อนที่หัวฉีดน้ำมัน ให้น้ำหล่อเย็นที่หัวฉีดผู้วิจัยพบว่าช่วยลดการอุดตันได้ หากเพิ่มอุณหภูมิที่หัวฉีดน้ำมันการอุดตันจะเพิ่มขึ้น ได้มีการทดสอบการใช้แรงดันกลับในหัวฉีดแต่ก็ไม่ได้ช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าว และเติมสารผสมลงไปในน้ำมันแล้วนำมาทดสอบ พบว่าการอุดตันที่หัวฉีดมีแนวโน้มลดลง

Thomas (1982) นำน้ำมันถั่วเหลืองผ่านกระบวนการ 4 แบบคือ 1) น้ำมันดิบ (Crude) 2) กำจัดยางเหนียว (Degummed) 3) ปรับสภาพ (Once Refined) 4) เติมไฮโดรเจน (Hydrotreated) น้ำมันดอกทานตะวันที่กำจัดกลิ่น (Deodorized) และน้ำมันดีเซล ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี แล้วทำการพ่นให้เป็นฝอยเปรียบเทียบคุณลักษณะการกระจายที่อุณหภูมิ 45°C กับ 145°C โดยทำในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิและความดันสูงและได้ถ่ายรูปไว้ด้วยกล้องถ่ายภาพที่มีความไวสูง พบว่าน้ำมันพืชที่อุณหภูมิ 45°C จะมีอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ต่ำกว่าน้ำมันดีเซล ส่วนน้ำมันพืชที่อุณหภูมิ 145°C ซึ่งมีความหนืดเท่ากับน้ำมันดีเซลจะมีอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ใกล้เคียงกันและมีการระเหยที่ดีกว่าด้วย แล้วนำน้ำมันมาทดสอบสมรรถนะในเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้สำหรับการเกษตร พบว่าน้ำมันถั่วเหลืองที่กำจัดยางเหนียวให้สมรรถนะใกล้เคียงน้ำมันดีเซลและสรุปว่าการสึกกร่อนและอายุการใช้งานนั้นจะขึ้นกับความหนืดและโครงสร้างของน้ำมัน

Tahir and Buchanan (1982) นำน้ำมันดอกทานตะวันดิบที่กำจัดยางเหนียว เมทธิลเอสเตอร์ และน้ำมันดีเซลมา หาค่าความหนืดโดยเปลี่ยนอุณหภูมิจาก 1-70°C พบว่าเมทธิลเอสเตอร์มีความหนืดใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยน ส่วนน้ำมันที่กำจัดยางเหนียวจะมีความหนืดเปลี่ยนแปลงเหมือนน้ำมันพืชทั่วไป น้ำมันที่กำจัดยางเหนียวมาทดสอบเทียบกับน้ำมันดีเซล ทางด้านกำลังจะมีแนวโน้มใกล้เคียงกันแต่ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะน้ำมันที่กำจัดยางเหนียวจะมากกว่าน้ำมันดีเซลที่ 60 % ของกำลังสูงสุดจะมีค่ามากกว่าน้ำมันดีเซล ไป 6% ส่วนค่าประสิทธิ

ภาพเชิงความร้อนสูงกว่า 2% และสรุปไว้ว่าน้ำมันพืชที่มีความหนืดสูงต้องใช้แรงดันเปิดเข็มนมหนูสูงขึ้น ทำให้กระจายเป็นละอองลดลงและทำให้อุดตันที่หัวฉีด ส่งผลให้น้ำมันหล่อลื่นลูกสูบมีประสิทธิภาพลดลง ส่วนเมทธิลเอสเตอร์จะมีความหนืดใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล โดยมีค่าซีเทนนัมเบอร์สูง จะทำให้อุดตันที่หัวฉีดเมื่อเทียบเวลาการใช้งานที่เท่ากัน ยังจะพบว่าการทำปฏิกริยากับอากาศ (Oxidation) ของน้ำมันดอกทานตะวันจะทำให้เกิดยางเหนียวและการสึกหรอจากคราบไขมันที่เกาะอยู่ภายในเครื่องยนต์

Masjuki et al. (1998) ได้นำน้ำมันดีเซลและนำน้ำมันปาล์มผสมกับดีเซลมาทดสอบหาสมรรถนะและไอเสียกับเครื่องยนต์ดีเซล พบว่าอัตราส่วนผสมที่มากขึ้น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และปริมาณควันดำมีค่าเพิ่มขึ้น และพบว่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ได้จากน้ำมันปาล์มจะมีค่าสูงกว่าน้ำมันดีเซล

Altin et al. (2001) ทำการทดสอบโดยใช้เครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ มีลูกสูบ 1 สูบ นำน้ำมันดีเซล น้ำมันถั่วเหลืองดิบ น้ำมันถั่วเหลืองที่ผ่านกระบวนการเอสเทอร์ริฟิเคชั่น ผลการทดสอบหาสมรรถนะและไอเสียที่เกิดขึ้นแสดงดังตาราง 1.1

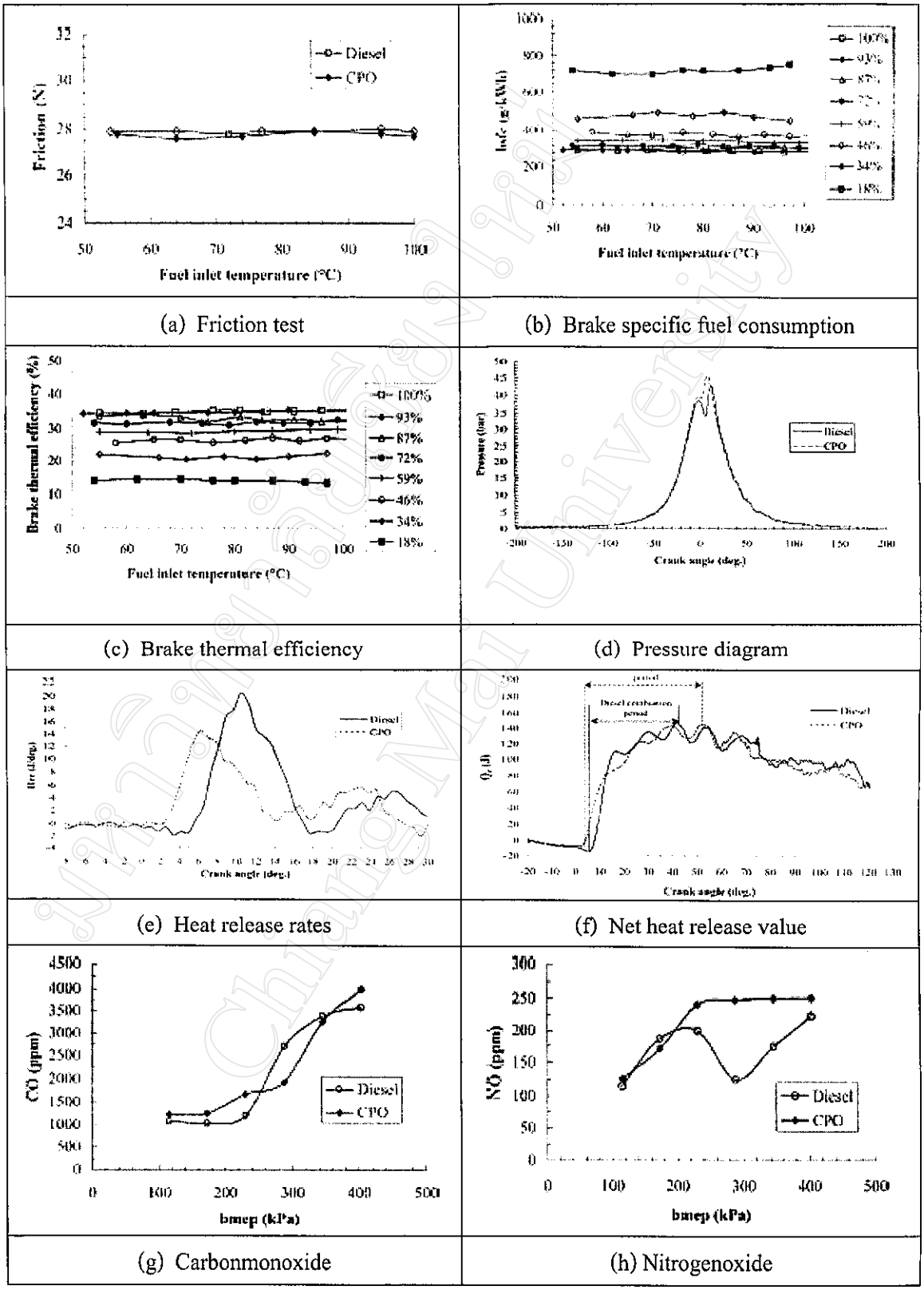
ตาราง 1.1 ผลการทดสอบเครื่องยนต์ (Altin et al., 2001)

ความเร็วทดสอบ	ตัวแปร	ลำดับของน้ำมันจากต่ำสุดไปสูงสุด
1,300 รอบต่อนาที	แรงบิดสูงสุด	น้ำมันดิบ เอสเทอร์ น้ำมันดีเซล
1,700 รอบต่อนาที	กำลังสูงสุด	น้ำมันดิบ เอสเทอร์ น้ำมันดีเซล
	อัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะ	น้ำมันดีเซล เอสเทอร์ น้ำมันดิบ
	ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์	น้ำมันดีเซล เอสเทอร์ น้ำมันดิบ
	ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	เอสเทอร์ น้ำมันดิบ น้ำมันดีเซล
	ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์	น้ำมันดิบ เอสเทอร์ น้ำมันดีเซล
	ปริมาณควันดำ	น้ำมันดีเซล เอสเทอร์ น้ำมันดิบ

Bari et al. (2002) ได้ทดสอบอุ่นน้ำมันปาล์มดิบเพื่อดูผลกระทบต่อระบบฉีดน้ำมันและได้ทดสอบหาแรงเสียดทานของน้ำมันที่ฉีดออกจากหัวฉีดของเครื่องยนต์ ผลที่ได้ตามรูป 1.1 (a) พบว่าการอุ่นน้ำมันทำให้น้ำมันปาล์มดิบมีความหนืดลดลงและทำให้น้ำมันไหลราบเรียบ แต่ไม่มีผลกระทบต่อระบบฉีดน้ำมันถ้าอุ่นน้ำมันให้มีอุณหภูมิไม่เกิน 100 ^{o}C การอุ่นน้ำมันไม่ทำให้สมรรถนะของเครื่องยนต์เปลี่ยนแปลงตามรูป 1.1 (b) และ (c) แต่ทำให้น้ำมันไม่เป็นไขและอุดตัน

ในไส้กรองน้ำมันและระบบส่งน้ำมันจากปั๊มหัวฉีดไปยังหัวฉีดซึ่งน้ำมันปาล์มดิบจะต้องอุ่นให้มีอุณหภูมิอย่างน้อยประมาณ 60°C จากรูป 1.1 (d) ผลการทดสอบการเผาไหม้พบว่าน้ำมันปาล์มดิบจะมีค่าความดันสูงกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 6% มีการเผาไหม้ล่าช้ากว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 2.6 องศาหมุนของข้อเหวี่ยง จากรูป 1.1 (e) และ (f) น้ำมันปาล์มมีความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ต่ำกว่าและใช้ระยะเวลาในการเผาไหม้นานกว่าน้ำมันดีเซล ส่วนก๊าซไอเสียจากรูป 1.1 (g) และ (h) พบว่าน้ำมันปาล์มจะมีก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และไนโตรเจนออกไซด์สูงกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 9.2 % และ 29.3% ตามลำดับ ได้สรุปว่าเมื่อนำน้ำมันปาล์มมาใช้ควรอุ่นให้มีอุณหภูมิต่ำสุด ประมาณ 60°C และมีอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 97°C เพราะว่าเมื่ออุณหภูมิสูงกว่านี้น้ำมันที่มีอัตราการไหลช้าๆ(ช่วงที่ความเร็วรอบต่ำๆ ไม่มีภาระ) จะการเกิดฟองในสายส่งน้ำมัน ทำให้น้ำมันที่มีฟองอากาศปนอยู่ถูกฉีดเข้าในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ทำให้เครื่องยนต์เดินไม่เรียบและสั่นอย่างรุนแรงในเครื่องยนต์

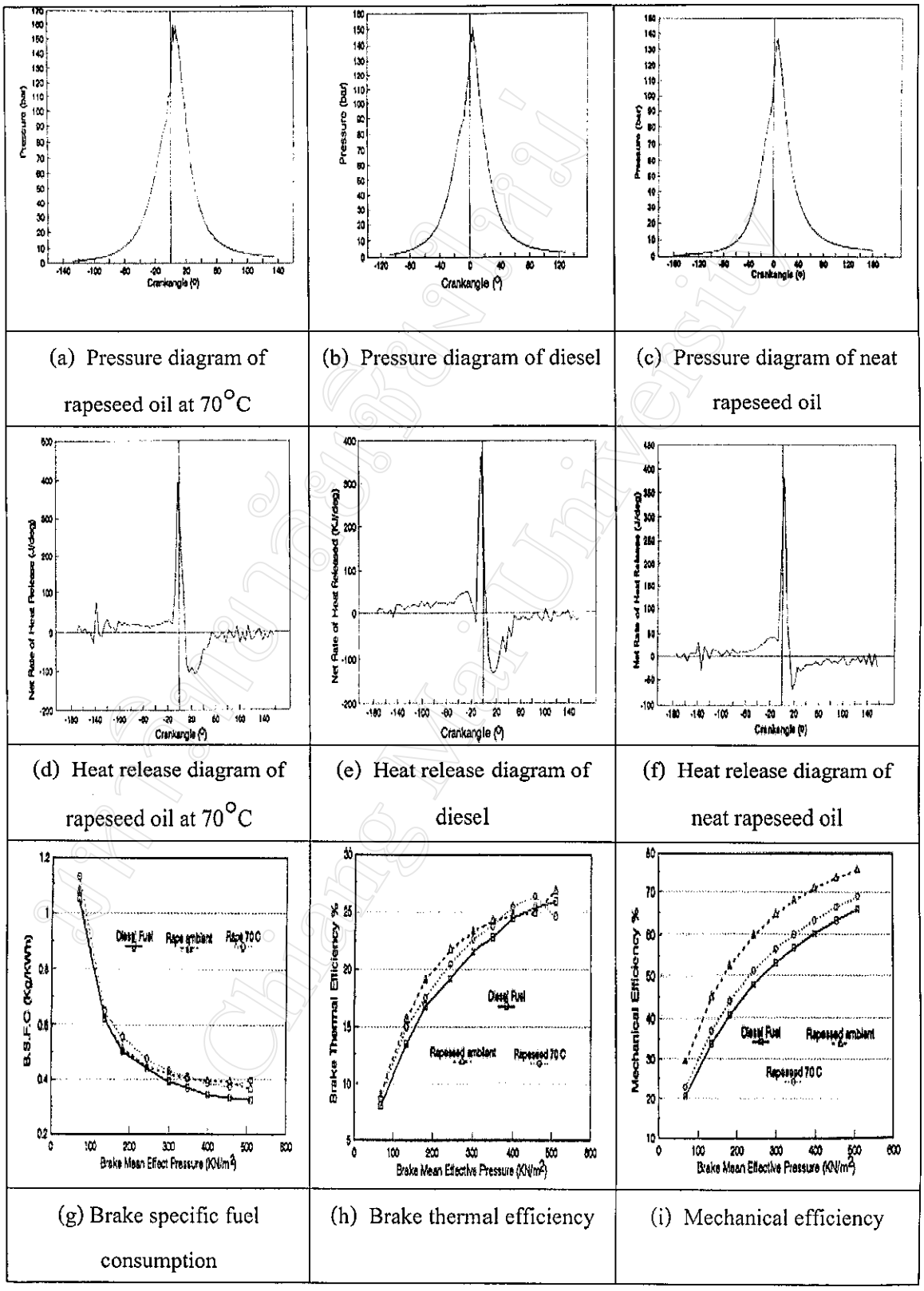
Nwafor (1999) ได้ทดสอบหาสมรรถนะและไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซล ที่ภาระคงที่ โดยนำน้ำมันเมล็ดเรพมาอุ่นที่อุณหภูมิประมาณ 70°C แล้วนำมาทดสอบเทียบกับน้ำมันเมล็ดเรพที่ไม่ได้อุ่นและน้ำมันดีเซล และพบว่าที่ภาระครึ่งหนึ่งและภาระสามในสี่ส่วน น้ำมันเมล็ดเรพที่อุ่นที่ 70°C จะมีค่าอัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะต่ำกว่าและมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงกว่าน้ำมันเมล็ดเรพที่ไม่ได้อุ่นและน้ำมันดีเซล โดยที่ภาระครึ่งหนึ่งจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าที่ภาระสามในสี่ส่วน อีกทั้งน้ำมันเมล็ดเรพที่อุ่นจะมีปริมาณไฮโดรคาร์บอนในก๊าซไอเสียต่ำกว่าน้ำมันเมล็ดเรพที่ไม่ได้อุ่นและน้ำมันดีเซล แต่น้ำมันเมล็ดเรพที่ไม่ได้อุ่นจะมีความล่าช้าในการจุดระเบิดต่ำกว่าน้ำมันเมล็ดเรพที่อุ่นและน้ำมันดีเซล โดยสรุปไว้ว่าน้ำมันเมล็ดเรพที่อุ่นและไม่ได้อุ่นจะเหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในเครื่องยนต์ดีเซล ที่ความเร็วต่ำและที่มีภาระบางส่วน ซึ่งจะให้ประสิทธิภาพสูงกว่าน้ำมันดีเซล



รูป 1.1 ผลการทดสอบการใช้น้ำมันปาล์มและน้ำมันดีเซล (Bari et al., 2002)

Nwafor (2002) ได้ทดสอบหาสมรรถนะและไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลที่ความเร็วคงที่ โดยนำน้ำมันเมล็ดเรพมาอุ่นที่อุณหภูมิประมาณ 70°C แล้วนำมาทดสอบเทียบกับน้ำมันเมล็ดเรพที่ไม่ได้อุ่นและน้ำมันดีเซล พบว่าถ้าน้ำมันเมล็ดเรพที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 55°C ค่าความหนืดของน้ำมันมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก โดยที่น้ำมันเมล็ดเรพที่อุ่นที่อุณหภูมิ 70°C จะมีความหนืดมากกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 2 เท่า แต่น้ำมันเมล็ดเรพที่ไม่ได้อุ่นจะมีความหนืดมากกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 15 เท่า จากรูป 1.2 (g) พบว่าน้ำมันที่อุ่นและไม่ได้อุ่นไม่มีผลต่ออัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะที่ภาระสูงๆ แต่ที่ภาระต่ำ พบว่าอัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อใช้น้ำมันที่อุ่นที่ประมาณ 70°C ตามรูป (h) น้ำมันเรพสีดที่ไม่ได้อุ่นจะมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนใกล้เคียงกับน้ำมันที่อุ่น แต่จะมีค่าประสิทธิภาพทางกลสูงกว่าและสูงกว่าน้ำมันดีเซลด้วยตามรูป (I) เนื่องจากน้ำมันที่ไม่ได้อุ่นจะมีความหนืดมากกว่าน้ำมันที่อุ่น ทำให้ช่วยในการหล่อลื่นภายในห้องเผาไหม้และน้ำมันที่อุ่นและไม่ได้อุ่นค่าความร้อนของเชื้อเพลิงไม่ได้เปลี่ยนแปลงไปจึงส่งผลให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนมีค่าใกล้เคียงกัน หากพิจารณาความดันในห้องเผาไหม้จะพบว่าน้ำมันที่อุ่นตามรูป (a) จะมีไดอะแกรมของความดันคล้ายกับน้ำมันดีเซลตามรูป (b) โดยที่มีความล่าช้าในการจุดระเบิดใกล้เคียงกัน แต่จะมีความดันสูงกว่า ส่วนน้ำมันที่ไม่ได้อุ่นตามรูป (c) จะมีความล่าช้าในการจุดระเบิดนานกว่าและมีความดันต่ำกว่าน้ำมันดีเซลและน้ำมันที่อุ่นอีกด้วย ส่วนความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ของน้ำมันเมล็ดเรพที่อุ่นจากรูป (d) จะพบว่าคล้ายกับของน้ำมันดีเซลตามรูป (e) แต่ในน้ำมันเรพสีดจะมีค่าความร้อนต่ำกว่าในช่วงที่ลูกสูบอยู่ที่ตำแหน่ง 20° และจะมีความล่าช้าในการจุดระเบิดใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล ส่วนน้ำมันเมล็ดเรพที่ไม่ได้อุ่นตามรูป (f) จะมีความล่าช้าในการจุดระเบิดยาวนานกว่าและมีค่าความร้อนต่ำกว่าเมื่อลูกสูบอยู่ที่ตำแหน่ง 20° เทียบกันน้ำมันดีเซลและน้ำมันเมล็ดเรพที่อุ่น

วีระเทพ นามวงศ์ (2537) ได้นำน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันรำข้าวที่ใช้บริโภคมาผ่านกระบวนการเอสเทอริฟิเคชั่น (Esterification) เรียกว่าน้ำมันพืชดัดแปลง นำมาทดสอบหาคุณสมบัติ ค่าความร้อน ความหนืด และความหนาแน่น โดยจะนำมาเทียบกับน้ำมันพืชที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการดังกล่าวและน้ำมันดีเซล จากการทดสอบได้ว่าน้ำมันพืชดัดแปลงมีค่าความร้อนใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลอย่างมาก จากนั้นนำมาทดสอบหาค่าสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลแบบห้องเผาไหม้ตรง (Direct injection หรือ DI) และแบบห้องเผาไหม้ล่วงหน้า (Indirect injection หรือ IDI) โดยเปรียบเทียบภาระที่มีค่าเท่ากัน ค่าอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง (Specific fuel consumption หรือ SFC) เรียงจากค่าน้อยไปมาก ดังนี้ น้ำมันรำข้าวดัดแปลง น้ำมันถั่วเหลืองดัดแปลง น้ำมันรำข้าว น้ำมันถั่วเหลือง และในเครื่องยนต์แบบที่มีห้องเผาไหม้ตรงมีค่าอัตราการใช้เชื้อเพลิงต่ำกว่าในแบบที่มีห้องเผาไหม้ล่วงหน้า ที่ภาระเท่ากัน เมื่อเดินเครื่องยนต์ที่รอบต่างๆ จะได้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของน้ำมันรำข้าวสูงกว่าน้ำมันดีเซล และน้ำมันถั่วเหลืองมีค่าต่ำสุด



(a) Pressure diagram of rapeseed oil at 70°C

(b) Pressure diagram of diesel

(c) Pressure diagram of neat rapeseed oil

(d) Heat release diagram of rapeseed oil at 70°C

(e) Heat release diagram of diesel

(f) Heat release diagram of neat rapeseed oil

(g) Brake specific fuel consumption

(h) Brake thermal efficiency

(i) Mechanical efficiency

รูป 1.2 ผลการทดสอบน้ำมันเมล็ดเรพและน้ำมันดีเซล (Nwafor, 2002)

1.2.3 การประเมินหาสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลโดยสมการถ่ายเทมวลเมื่อใช้น้ำมันพืชเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง

ก่อเกียรติ ศุภพิมล (2532) ได้ทำการคำนวณโดยใช้สภาวะการพาแบบธรรมชาติที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ พบว่าอัตราส่วนของกำลังงานของน้ำมันพืชต่อน้ำมันดีเซลมีแนวโน้มไปทางเดียวกัน

สุรชัย จิรชาคริต (2539) ได้ทำการคำนวณแบบที่ใช้สภาวะการพาแบบบังคับโดยทำที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ ใช้น้ำมันผสมระหว่างน้ำมันดีเซลและน้ำมันพืช ที่สัดส่วน 5%, 10% 15% 20% 25% 30% โดยปริมาตร โดยใช้น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม น้ำมันรำข้าว น้ำมันถั่วเหลือง ผลที่ได้จากการคำนวณสอดคล้องกับการทดสอบ อัตราส่วนของกำลังคลาดเคลื่อนกันไป -9.9 % ถึง 10.2 % โดยมีแนวโน้มลดลงเรียงน้ำมันพืชที่ให้กำลังงานสูงไปต่ำดังนี้ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม รำข้าว ถั่วเหลืองตามลำดับ ส่วนผสมที่เหมาะสมคืออัตราส่วนร้อยละ 5 ถึง 10

บุญฤทธิ์ วิญญูชมพูนาท (2541) ได้ประเมินสมรรถนะเครื่องยนต์ ที่สภาวะการพาแบบบังคับที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ ใช้น้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันดีเซลที่สัดส่วน 5% 10% 15% 20% โดยปริมาตร สมรรถนะคลาดเคลื่อนร้อยละ –0.31 ถึง –6.23 และพบว่าที่อัตราส่วนผสมมากขึ้น กำลังงานที่ได้จะมีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบที่ความเร็วรอบเดียวกัน ส่วนก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์และปริมาณควันดำ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นที่ความเร็วรอบสูงขึ้น

ธิบดินทร์ แสงสว่าง (2543) ทำนายสมรรถนะเครื่องยนต์โดยใช้การพาแบบบังคับ ที่สภาวะอุณหภูมิและความดันแบบก๊าซในอุดมคติภายในห้องเผาไหม้ คำนวณหาขนาดและความเร็วของหยดน้ำมันเพื่อปรับปรุงเลขเรย์โนลด์ให้เป็นของหยดน้ำมันที่ฉีดจากหัวฉีด ผลที่ได้มีแนวโน้มใกล้เคียงกับกำลังงานของเครื่องยนต์ที่ได้มาจากการทดสอบ

1.2.4 การทดสอบและการคำนวณหาอัตราการระเหยและอัตราการเผาไหม้ของหยดทรงกลม

Wibulswas and Jung (1989) ได้ริเริ่มใช้ทฤษฎีการถ่ายเทมวลโดยการพาแบบอิสระทำนายอัตราการเผาไหม้ และประเมินสมบัติทางกายภาพของน้ำมันพืชที่จำเป็นในการทำนาย โดยเปรียบเทียบผลการคำนวณกับการทดสอบในแบบจำลองการเผาไหม้หยดเชื้อเพลิง ใช้น้ำมันปาล์มจากเมล็ดใน น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง จากการทดสอบพบว่า ศักย์การถ่ายเทมวลและอัตราการเผาไหม้ค่าจากสูงไปต่ำดังนี้ น้ำมันดีเซล น้ำมันปาล์ม และน้ำมันมะพร้าว ตามลำดับ

ค่าของศักย์การถ่ายเทมวลและอัตราการเผาไหม้จากการทดสอบมีค่ามากกว่าการคำนวณ โดยสรุปว่าน้ำมันปาล์มมีความเหมาะสมสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลมากกว่าน้ำมันมะพร้าว

ก่อเกียรติ ศุภพิมล (2532) ได้ศึกษาประเมินอัตราการสันดาปของน้ำมันพืช พบว่าอัตราการสันดาปของหยดน้ำมันระหว่างการคำนวณและผลการสอบได้ผลสอดคล้องกันของทรงกลมขนาด 5 ซม. โดยอัตราการสันดาปสูงกว่าการคำนวณร้อยละ 6.4 ถึง 9.0 การคำนวณใช้สภาวะการพาแบบธรรมชาติ

สุรชัย จิรชาคริต (2539) ได้นำทฤษฎีการถ่ายเทมวลมาทำนายอัตราการเผาไหม้ โดยการพาความร้อนแบบอิสระ และแบบบังคับโดยใช้สภาวะที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ ใช้น้ำมันผสมระหว่างน้ำมันดีเซลและน้ำมันพืช ที่สัดส่วน 5% 10% 15% 20% 25% และ 30% โดยปริมาตร โดยใช้น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม น้ำมันรำข้าว น้ำมันถั่วเหลือง ผลที่ได้การทดสอบคลาดเคลื่อนจากคำนวณร้อยละ –6.2 ถึง 5.7

บุญฤทธิ์ วิญญูชมพูนาท (2541) นำทฤษฎีการถ่ายเทมวลมาทำนายอัตราการเผาไหม้แบบจำลองทรงกลมขนาด 5 และ 10 ซม ความเร็วลมสูงสุดที่ทำให้เปลวไฟลุกอยู่คือ 2.5 5 และ 6.7 เมตร/วินาที ที่สภาวะการพาแบบบังคับ ใช้น้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันดีเซลที่สัดส่วน 5% 10% 15% และ 20% โดยปริมาตร พบว่าอัตราการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่ได้จากการทดสอบจะมีค่าใกล้เคียงผลจากการคำนวณโดยมีความคลาดเคลื่อนเพียงร้อยละ –0.28 ถึง –4.08 เท่านั้น

Yu et al. (1998) นำค่าจากการทดลองของ Ranz and Marshall (1952) มาเทียบกับค่าจากการคำนวณทางคณิตศาสตร์ และสรุปไว้ว่าสมการที่นำเสนอจากการทดสอบของ Ranz and Marshall (1952) มีค่าใกล้เคียงกับการคำนวณของการถ่ายเทความร้อนและมวล

Antar et al. (2000) ได้คำนวณโดยใช้ไฟไนท์ดิฟเฟอเรนท์ผลที่ได้พบว่าสัดส่วนของความหนืดระหว่างหยดของเหลวและอากาศมีผลต่ออัตราการถ่ายเทความร้อนจากอากาศร้อนไปยังหยดของเหลวโดยการพา ที่มีการไหลแบบราบเรียบ โดยการพาแบบบังคับรอบๆ ทรงกลม โดยสัดส่วนความหนืดที่ทดสอบอยู่ในช่วงกลางและสูง และเลขเรย์โนลด์มีค่าระหว่าง 200-1,000 การพาความร้อนจะขึ้นกับเลขเรย์โนลด์ที่ไหลผ่านทรงกลม สัดส่วนความหนืดมีผลต่อเลขเรย์โนลด์และอัตราการถ่ายเทความร้อนของทรงกลม เลขนัสเสลที่รอบๆ ทรงกลมมีค่าใกล้เคียงกัน

Wu et al. (2001) ได้ทดสอบหาอัตราการระเหยของหยดน้ำมันขนาดเล็กที่มีขนาด 1.5 และ 2.5 มม. ภายในอุโมงค์ลมขนาดเล็กความเร็ว 0.5-3 เมตร/วินาที ที่อุณหภูมิห้อง โดยมีค่าเลขเรย์โนลด์ประมาณ 100 โดยทดสอบเปรียบเทียบระหว่างการไหลแบบราบเรียบและปั่นป่วนที่มีค่าความปั่นป่วนอยู่ในช่วง 1-60% สรุปว่าผลของความปั่นป่วนที่อุณหภูมิห้องไม่ได้เร่งกระบวนการระเหยเมื่อเลขแดมโคเลอร์มีค่ามากกว่า 0.1

Feng et al. (2001) ได้ทำการคำนวณหาสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนและมวลของหยดทรงกลมที่หนืดภายในของไหลที่มีคุณสมบัติต่างๆ กัน จะพบว่าเมื่อเปลี่ยนค่าของเลขเรย์โนลด์ เลขเพคเลตและสัดส่วนของความหนืดระหว่างทรงกลมกับอากาศที่ไหลผ่านพบว่าความหนาแน่นภายในของทรงกลมไม่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวล

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.3.1 เพื่อหาช่วงอุณหภูมิของการอุ่นน้ำมันที่เหมาะสมสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล

1.3.2 เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิของน้ำมันพืชต่อสมรรถนะและปริมาณไอเสียจากเครื่องยนต์ รวมทั้งอัตราการเผาไหม้จากทรงกลมหยดเดี่ยว

1.3.3 เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิของน้ำมันพืชต่อสมรรถนะเครื่องยนต์และอัตราการเผาไหม้ที่ประเมินโดยทฤษฎีการถ่ายเทมวล

1.4 ประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาวิจัย

1.4.1 เป็นการนำน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลืองที่เป็นพืชน้ำมันในท้องถิ่นมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซล เพียงนำน้ำมันพืชมาผ่านกระบวนการที่จำเป็น ซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายเพียงบางส่วน เพื่อให้เกิดประสิทธิผลในการใช้งาน

1.4.2 เป็นข้อมูลเบื้องต้นเพื่อพัฒนาการอุ่นน้ำมันพืชเพื่อใช้งานในเครื่องยนต์จักรกลเกษตรและในยานยนต์ที่ใช้กันทั่วไป

1.4.3 ทำให้ทราบถึงผลอุณหภูมิของน้ำมันพืชต่อสมรรถนะและไอเสียในเครื่องยนต์ดีเซลที่สภาวะการใช้งานแบบต่างๆ

1.4.4 เพื่อพัฒนาสมการหาอัตราการเผาไหม้และการทำนายสมรรถนะของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันพืชในเครื่องยนต์ดีเซล

1.5 ขอบเขตการวิจัย

1.5.1 น้ำมันพืชที่ใช้จะเป็นน้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันพืชดิบในท้องถิ่นเชียงใหม่หรือน้ำมันพืชที่ผ่านกระบวนการที่จำเป็น การนำมาทดสอบจะไม่ผสมกับน้ำมันอื่นใดหรือสารผสมใดๆ แต่จะให้ความร้อนกับน้ำมันพืช

1.5.2 ในการทดสอบใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันพืช (ในงานวิจัยนี้ได้นำน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลืองมาทดสอบ) เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อทำการเปรียบเทียบหาอัตราการเผาไหม้ สมรรถนะเครื่องยนต์และวัดปริมาณไฮเสีย

1.5.3 จะอุ่นให้ความร้อนกับน้ำมันพืชในช่วงอุณหภูมิ 40 -100 °C

1.5.4 การคำนวณหาอัตราการเผาไหม้และการประเมินหาสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลจะใช้สมการเชิงประมาณการที่มีการพัฒนาการมาจาก Spalding (1979)

1.5.5 แบบจำลองทรงกลมที่ใช้ทดสอบหาอัตราการเผาไหม้หยดเชื้อเพลิงเดี่ยวมีขนาด 10 ซม ภายใต้สภาวะการพาแบบบังคับ ที่สภาวะอุณหภูมิและความดันบรรยากาศ

1.5.6 การทดสอบหาสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลในสภาวะคงที่ ในช่วงความเร็วประมาณ 900 –2,400 รอบต่อนาที

1.5.7 การประเมินหาสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลจะพิจารณาว่าเป็นการเผาไหม้ที่สภาวะคงที่

1.5.8 ไอเสียวัดเฉพาะปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์และปริมาณควันดำ