

บทที่ 4

ผลการทดสอบ

4.1 การศึกษาสมบัติของน้ำมันมะเขือเทศ

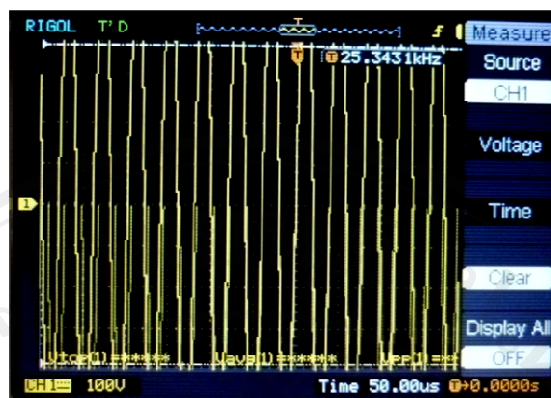
สมบัติทางกายภาพของน้ำมันมะเขือเทศดิบ แสดงในตารางที่ 4.1 โดยสมบัติทางกายภาพในเบื้องต้นของน้ำมันมะเขือเทศพบว่ามีความเหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์ใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลิงได้ แต่เนื่องจากค่าความหนืดของน้ำมันมะเขือเทศดิบที่มีความหนืดสูง หากนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงกับเครื่องยนต์โดยตรง อาจเกิดปัญหาต่อเครื่องยนต์ ดังนั้นการนำน้ำมันมะเขือเทศไปใช้เป็นเชื้อเพลิงจึงต้องมีการลดความหนืดของน้ำมันมะเขือเทศ ด้วยวิธีการผลิตเป็นน้ำมันผสมในรูปอิมัลชัน

ตารางที่ 4.1 สมบัติทางกายภาพของน้ำมันมะเขือเทศดิบ

Test Item	Test Method	Result
Density (kg/ m ³)	ASTM D4052-96	938.7
Kinematic Viscosity @ 40 °C (mm ² /s)	ASTM D445-04	87.06
Pour Point (°C)	ASTM D97--04	< 29
Sulphur Content (ppm by wt)	ASTM D2622-03	8.97
Flash Point (°C)	ASTM D93--02	> 120
Total Acid Number(mg KOH/g)	ASTM D664--01	1.99
Gross Heat of Combustion (kJ/kg)	ASTM D240--92	38,849

4.2 ผลการทดสอบเครื่องผสมน้ำมันอิมัลชันด้วยคลื่นอัลตราโซนิก

หลังจากมีการออกแบบและสร้างเครื่องผสมน้ำมันอิมัลชันด้วยคลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 kHz และ 42 kHz จากนั้นได้มีการทดสอบการทำงานของเครื่อง และได้มีการตรวจวัดระดับความถี่ของคลื่นอัลตราโซนิกในช่วงเวลาการทำงาน ด้วยเครื่องมือวัดความถี่ดิจิตอล ออสซิลโลสโคป ซึ่งผลการทดสอบในการวัดค่าความถี่ได้แสดงในรูป 4.1



ก. คลื่นอัลตราโซนิกที่มีความถี่ 28 kHz วัดจากเครื่องดิจิตอลออสซิลโลสโคป

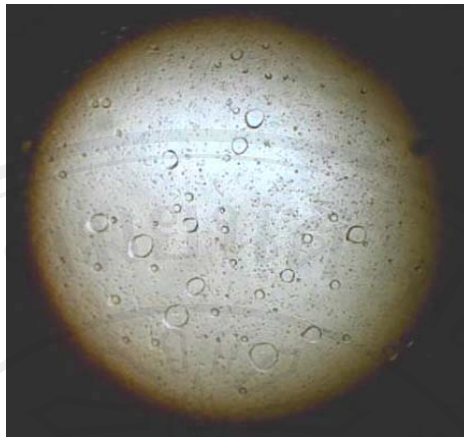


ข. คลื่นอัลตราโซนิกที่มีความถี่ 42 kHz วัดจากเครื่องดิจิตอลออสซิลโลสโคป

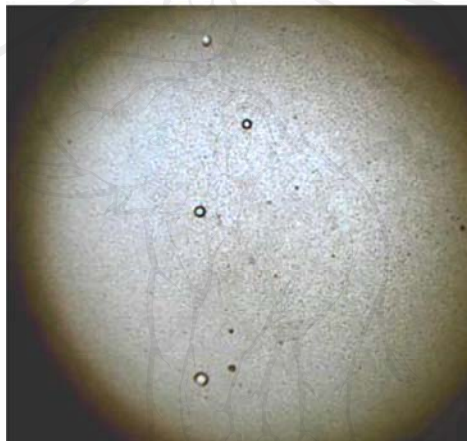
รูปที่ 4.1 คลื่นอัลตราโซนิกที่วัดจากเครื่องดิจิตอลออสซิลโลสโคป

จากรูป 4.1(ก) แสดงความถี่ของคลื่นอัลตราโซนิกที่วัดได้จากเครื่องดิจิตอลออสซิลโลสโคป ในช่วงการทำงานของเครื่องผสมน้ำมันอิมัลชันด้วยคลื่นอัลตราโซนิกที่มีความถี่ 28 kHz ซึ่งสามารถวัดความถี่ในช่วงของการทำงานจริงได้ที่ความถี่ 25.34 kHz คิดเป็นความคลาดเคลื่อนจากความถี่จริง 9.48 เปอร์เซ็นต์ และรูป 4.1(ข) เป็นการวัดความถี่ในช่วงการทำงานของเครื่องผสมน้ำมันอิมัลชันด้วยคลื่นอัลตราโซนิกที่มีความถี่ 42 kHz ซึ่งสามารถวัดความถี่ในช่วงของการทำงานจริงได้ที่ความถี่ 40.59 kHz คิดเป็นความคลาดเคลื่อนจากความถี่จริง 3.35 เปอร์เซ็นต์

หลังจากทำการทดสอบการทำงานของเครื่องผสมน้ำมันอิมัลชันด้วยคลื่นอัลตราโซนิกที่มีความถี่ 28 และ 42 kHz จึงได้มีการนำตัวอย่างน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือเทศในรูปอิมัลชัน นำไปตรวจสอบลักษณะโครงสร้างของน้ำมันผสมในรูปอิมัลชัน เพื่อทำการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายตัวของน้ำที่ใช้เป็นส่วนผสมในน้ำมันผสมในรูปอิมัลชัน ด้วยกล้องจุลทรรศน์ จากผลการทดสอบได้แสดงในรูปที่ 4.2



ก. คลื่นอัลตราโซนิกความถี่ 28 kHz ผสมน้ำ 5 เปอร์เซ็นต์



ข. คลื่นอัลตราโซนิกความถี่ 42 kHz ผสมน้ำ 5 เปอร์เซ็นต์



ค. คลื่นอัลตราโซนิกความถี่ 42 kHz ผสมน้ำ 10 เปอร์เซ็นต์

รูปที่ 4.2 ลักษณะ โครงสร้างของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือเทศในรูปอิมัลชัน กำลังขยาย 10 X

จากรูป 4.2 แสดงลักษณะโครงสร้างของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือเทศในรูปอิมัลชัน ที่ทำการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายตัวของน้ำที่กระจายตัวแทรกอยู่ในน้ำมัน ซึ่งทำการวิเคราะห์ ด้วยกล้องจุลทรรศน์ขนาดกำลังขยาย 10 X แสดงในรูปที่ 4.2(ก) เป็นภาพถ่ายของน้ำมันผสมดีเซล และมะเขือเทศในรูปอิมัลชัน ด้วยคลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 kHz มีการผสมน้ำที่สัดส่วน 5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร พบว่าลักษณะโครงสร้างอนุภาคของน้ำที่ทำการผสมมีการกระจายตัวเป็น อนุภาคนาขนาดเล็กและสามารถกระจายแทรกตัวอยู่ระหว่างน้ำมันดีเซลและน้ำมันมะเขือเทศได้ดีใน ระดับหนึ่ง แต่น้ำบางส่วนยังมีอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ ยังมีไม่สามารถกระจายตัวเป็นอนุภาคนาขนาดเล็กได้ แต่เมื่อมีการเพิ่มคลื่นอัลตราโซนิกในระดับความถี่ที่สูงขึ้นเป็นความถี่ 42 kHz มีการผสมน้ำ ที่สัดส่วน 5 เปอร์เซ็นต์คงเดิม พบว่าคลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่สูงขึ้น สามารถทำให้น้ำเกิดการ กระจายตัวได้เป็นอนุภาคที่เล็กกว่า และสามารถกระจายตัวแทรกอยู่กับน้ำมันดีเซลและน้ำมัน มะเขือเทศได้ดีกว่า การใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 kHz แสดงในรูปที่ 4.2(ข) เมื่อพบว่าคลื่น อัลตราโซนิกที่ความถี่ 42 kHz สามารถทำให้อนุภาคของน้ำมีการกระจายตัวได้ดีขึ้น จึงได้ทำการ ทดสอบเพิ่มสัดส่วนของน้ำที่ใช้ในการผสมจากเดิม 5 เปอร์เซ็นต์เป็นสัดส่วนผสมที่สัดส่วน 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นทำให้อนุภาคของน้ำมีการกระจายตัวได้ไม่ดี อนุภาคของน้ำจะ มีขนาดที่ใหญ่ขึ้น และการฟุ้งกระจายตัวของน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างน้ำมันเป็นไปได้น้อยลง แสดงใน รูปที่ 4.2(ค)

จากการทดสอบพบว่าคลื่นอัลตราโซนิกที่ระดับความถี่สูงขึ้นนั้นสามารถทำให้น้ำสามารถ กระจายตัวเป็นอนุภาคนาเล็กๆ ได้ดีกว่าคลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ต่ำ แต่หากมีส่วนผสมของน้ำใน ปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น ประสิทธิภาพของคลื่นอัลตราโซนิกจะลดลง ทำให้น้ำไม่สามารถกระจายตัว เป็นอนุภาคนาขนาดเล็กได้ โมเลกุลของน้ำจึงมีขนาดใหญ่ และการกระจายตัวของน้ำที่แทรกตัวอยู่ใน น้ำมันเป็นไปได้น้อยลง

4.3 ผลการผลิตน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือเทศในรูปอิมัลชัน ในแต่ละสัดส่วนผสม

แนวทางในการช่วยลดความหนืดของน้ำมันมะเขือเทศ คือ การนำน้ำมันมะเขือเทศมาผสม เป็นน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือเทศในรูปอิมัลชัน ซึ่งในการดำเนินงานได้มีการทดลองเพิ่มสัดส่วน ผสมของน้ำมันมะเขือเทศ และสัดส่วนของน้ำโดยกำหนดสัดส่วนผสมของน้ำมันมะเขือเทศ ตั้งแต่ 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และมีการเพิ่มสัดส่วนของน้ำที่สัดส่วน 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือเทศในรูปอิมัลชันที่ผลิตได้ แสดงในรูปที่ 4.3



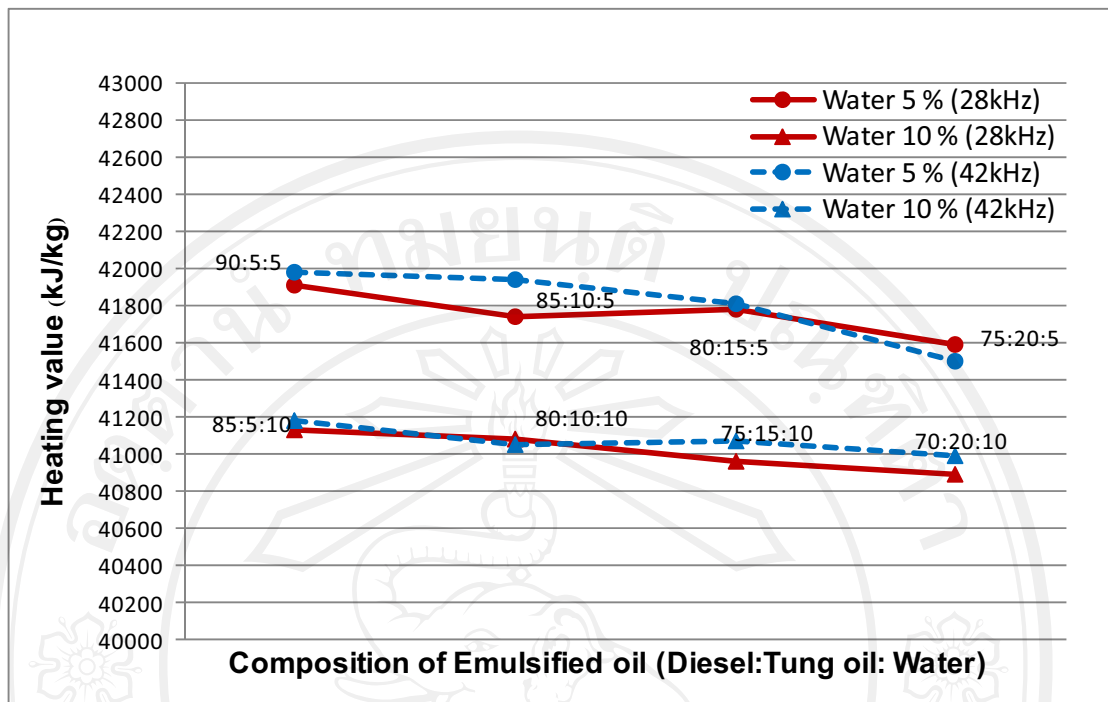
รูป 4.3 น้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชัน ที่สัดส่วนต่างๆ

จากรูป 4.3 พบว่าน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชัน ที่มีเพิ่มสัดส่วนผสมของน้ำมันมะเขือหินดิบ และน้ำในปริมาณที่ต่างกัน พบว่าน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชัน จะมีสีและความหนืดที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำมันมะเขือหินดิบ และปริมาณของน้ำที่เป็นส่วนประกอบ ดังนั้นเมื่อมีสัดส่วนผสมของน้ำมันมะเขือหินดิบในปริมาณที่มากขึ้นทำให้สีของน้ำมันที่ผสมจะมีสีที่เข้มมากขึ้นตามลำดับ และหากมีปริมาณของน้ำเป็นส่วนผสมในปริมาณที่มากขึ้น ลักษณะของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชัน จะมีสีขาวขุ่น

เมื่อได้น้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชัน ที่สัดส่วนผสมต่างๆ ขึ้นตอนต่อไป จะต้องนำตัวอย่างของน้ำมันไปทดสอบสมบัติของเชื้อเพลิง เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือในรูปอิมัลชันในแต่ละสัดส่วนผสม เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชัน ก่อนการเลือกสัดส่วนที่เหมาะสมเพื่อนำไปทดลองใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กต่อไป ซึ่งผลการทดสอบทางกายภาพมีดังนี้

4.3.1 ค่าความร้อนของน้ำมันเชื้อเพลิง (Heating value)

ค่าความร้อนของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชัน ที่มีสัดส่วนผสมของน้ำมันมะเขือหินดิบที่ 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และสัดส่วนผสมของน้ำที่สัดส่วน 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ทำการผสมด้วยเครื่องผสมน้ำมันอิมัลชันโดยใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 kHz และ 42 kHz นำไปทดสอบหาค่าความร้อนของเชื้อเพลิงด้วยเครื่องบอมบ์แคลอรีมิเตอร์ ซึ่งได้ผลของค่าความร้อนเชื้อเพลิงดังแสดงในรูปที่ 4.4



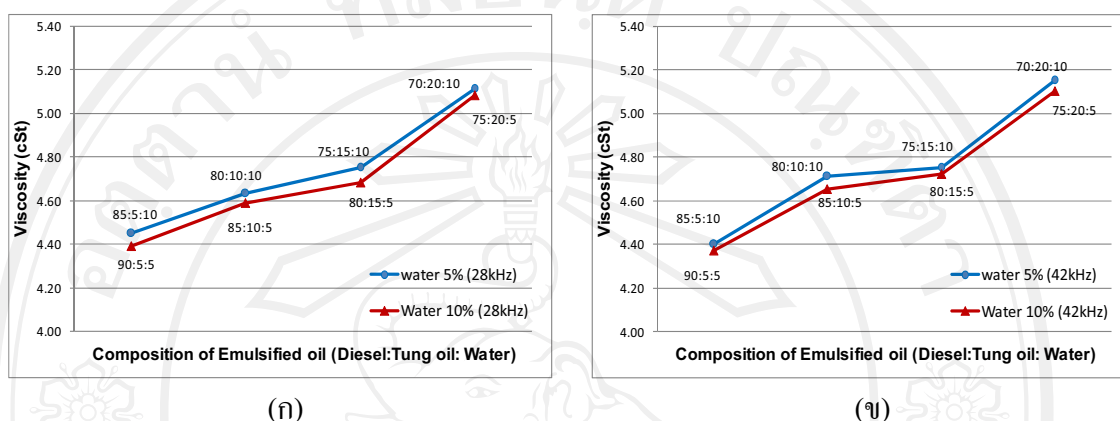
รูปที่ 4.4 ค่าความร้อนของน้ำมันเชื้อเพลิง (Heating value) ของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือเทศ

ในรูปอิมัลชันที่สัดส่วนผสมต่างๆ โดยใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 และ 42 kHz

จากรูป 4.4 พบว่าปริมาณของน้ำมะเขือเทศ และน้ำที่ใช้เป็นส่วนผสมของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือเทศในรูปอิมัลชัน มีผลต่อค่าความร้อนของเชื้อเพลิง ซึ่งสังเกตได้จากปริมาณของน้ำมันมะเขือเทศและปริมาณของน้ำที่มีสัดส่วนผสมมากขึ้น จะส่งผลทำให้ค่าความร้อนของน้ำมันเชื้อเพลิงลดลง ซึ่งจากปริมาณของน้ำที่มีสัดส่วนผสม 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่าค่าความร้อนลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณสัดส่วนผสมของน้ำที่ 5 เปอร์เซ็นต์ และการใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 และ 42 kHz ในการผลิตน้ำมันผสมในรูปอิมัลชัน พบว่าน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือเทศในรูปอิมัลชันที่ได้ในแต่ละสัดส่วนผสม จะมีค่าความร้อนอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน

4.3.2 ค่าความหนืดของน้ำมันเชื้อเพลิง (Viscosity)

ค่าความหนืดของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันที่สัดส่วนต่างๆ โดยใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 kHz และ 42 kHz โดยค่าความหนืดของน้ำมันที่ทำการทดสอบ ได้แสดงในรูปที่ 4.5

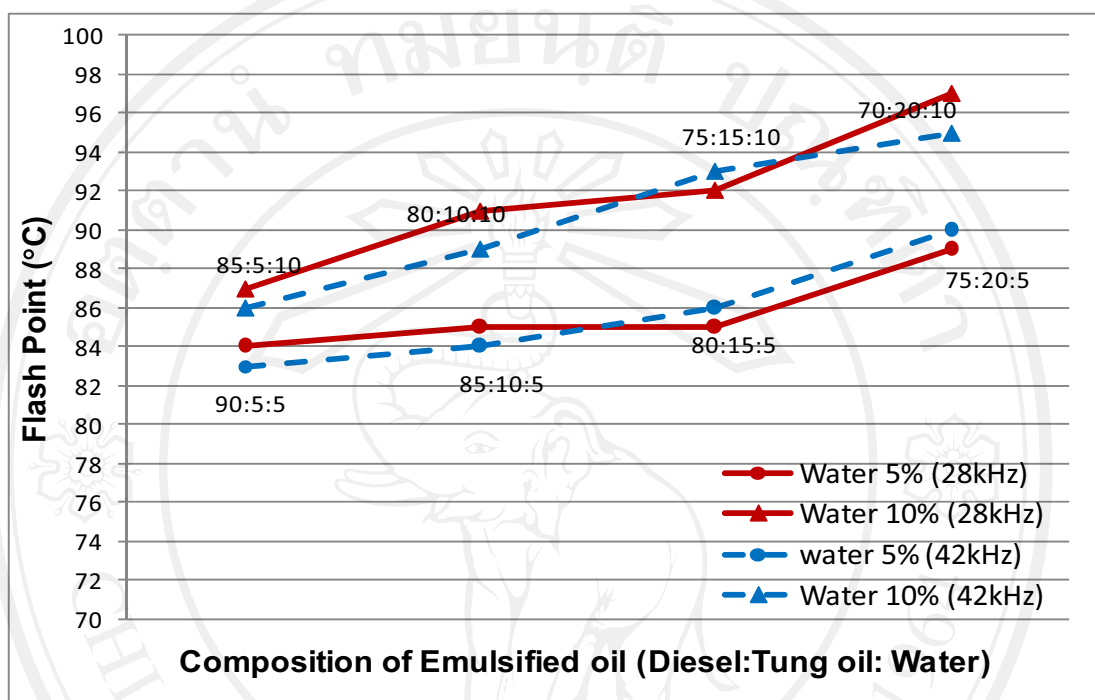


รูปที่ 4.5 ค่าความหนืดของน้ำมันเชื้อเพลิง (Viscosity) ของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันที่สัดส่วนผสมต่างๆ; ก: ความถี่ 28 kHz และ ข: ความถี่ 42 kHz

จากรูป 4.5 พบว่าปริมาณส่วนผสมของน้ำมะเขือหินที่มากขึ้นทำให้ค่าความหนืดของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันมีค่าความหนืดสูงขึ้นตามลำดับ ซึ่งสัดส่วนของน้ำมันผสมที่ 75:20:5 และ 70:20:10 ที่ทำการผสมด้วยคลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 และ 42 kHz จะมีความหนืดที่สูงที่สุด เนื่องจากมีปริมาณส่วนผสมของน้ำมันมะเขือหินดิบ 20 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อพิจารณาสัดส่วนผสมของน้ำที่สัดส่วนผสม 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปริมาณสัดส่วนผสมของน้ำที่ 10 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความหนืดที่ต่ำกว่าสัดส่วนผสมของน้ำที่ 5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งลดลง 0.58-1.34 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 และ 42 kHz จะมีความหนืดของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใกล้เคียงกัน

4.3.3 จุดวาบไฟของน้ำมันเชื้อเพลิง (Flash point)

จุดวาบไฟของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันที่สัดส่วนต่างๆ โดยการใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 และ 42 kHz จากข้อมูลการทดสอบทั้งหมดได้แสดงในรูปที่ 4.6

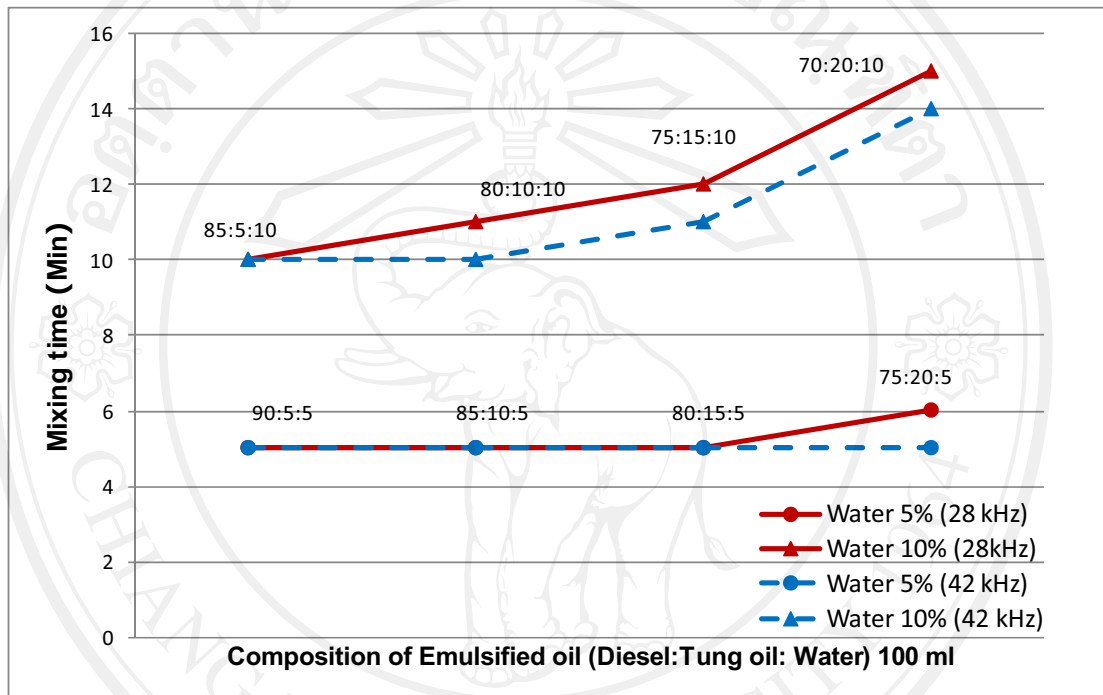


รูปที่ 4.6 จุดวาบไฟของน้ำมันเชื้อเพลิง (Flash point) ของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันที่สัดส่วนผสมต่างๆ

จากรูป 4.6 พบว่าน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 และ 42 kHz โดยสัดส่วนผสมของน้ำที่ 5 เปอร์เซ็นต์ จะมีจุดวาบไฟที่ต่ำกว่าน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันที่มีสัดส่วนผสมของน้ำที่ 10 เปอร์เซ็นต์ และหากมีปริมาณส่วนผสมของน้ำมันมะเขือหินในปริมาณที่มากขึ้น จะทำให้จุดวาบไฟของน้ำมันเชื้อเพลิงมีค่าสูงขึ้นตามลำดับ โดยน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันที่สัดส่วนผสมต่างๆ ที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 และ 42 kHz พบว่ามีค่าจุดวาบไฟในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน

4.3.4 ระยะเวลาในการผสมของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือเทศในรูปอิมัลชัน

ในการผลิตน้ำมันผสมในรูปอิมัลชัน ได้มีการเก็บข้อมูลในส่วนหนึ่งของระยะเวลาในการผลิตน้ำมันผสมในรูปอิมัลชันที่สัดส่วนต่างๆ เป็นการเปรียบเทียบระยะเวลาในการผสมของน้ำมันดีเซลและมะเขือเทศในรูปอิมัลชันที่มีส่วนผสมของน้ำและน้ำมันมะเขือเทศในปริมาณที่ต่างกัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในตัดสินใจในการเลือกสัดส่วนที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งานต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 4.7

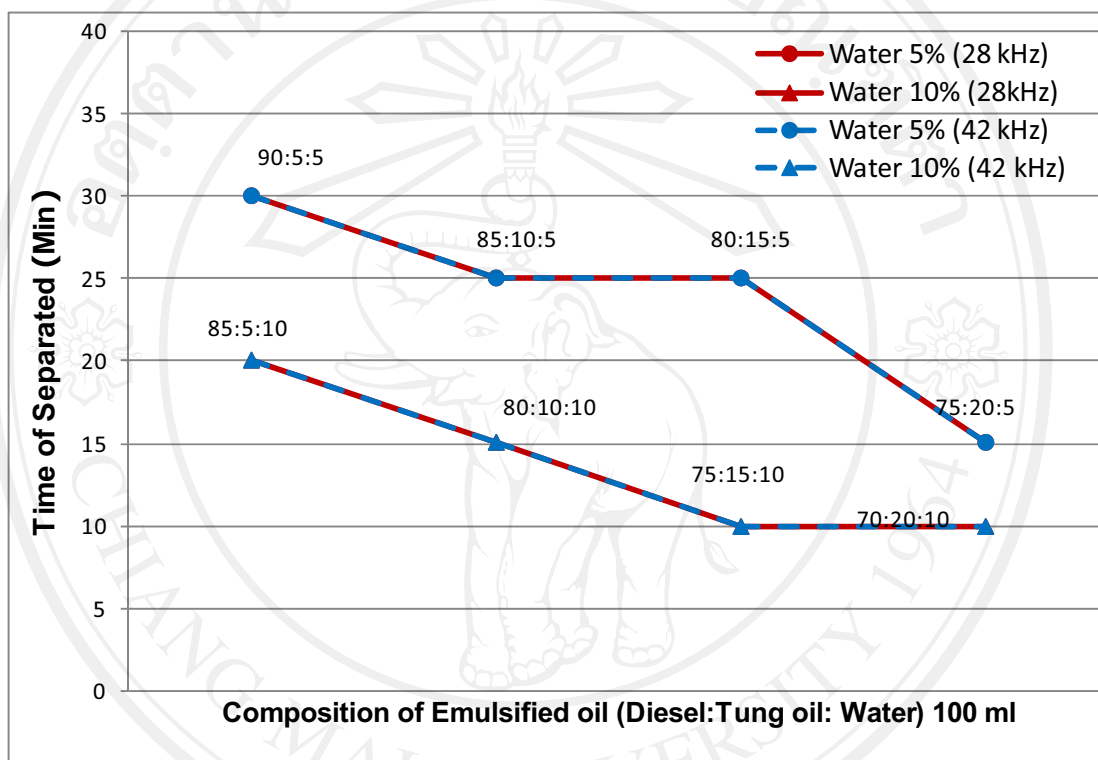


รูปที่ 4.7 เวลาในการผสมของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือเทศในรูปอิมัลชันที่สัดส่วนผสมต่างๆ ที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 และ 42 kHz ในการผสม

จากรูป 4.7 พบว่าปริมาณของน้ำมะเขือเทศ และปริมาณของน้ำที่ใช้ผสมในแต่ละสัดส่วนมีผลต่อระยะเวลาในการผลิตน้ำมันผสมในรูปอิมัลชัน เมื่อพิจารณาจากรูปพบว่าน้ำที่สัดส่วนผสม 10 เปอร์เซ็นต์ จะใช้ระยะเวลาในการผลิตน้ำมันผสมในรูปอิมัลชันอยู่ในช่วง 10-15 นาที ซึ่งใช้เวลามากกว่าเวลาในการผลิตน้ำมันผสมในรูปอิมัลชันที่มีสัดส่วนผสมของน้ำที่ 5 เปอร์เซ็นต์ โดยคลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 42 kHz จะใช้ระยะเวลาในการผสมให้อยู่ในรูปของน้ำมันอิมัลชันอย่างสมบูรณ์ จะใช้เวลาในการผสมน้อยกว่าคลื่นโซนิกที่ความถี่ 28 kHz เล็กน้อย

4.3.5 ระยะเวลาในการแยกชั้นของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือเทศในรูปอิมัลชัน

หลังจากทราบข้อมูลในการใช้ระยะเวลาในการผสมของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือเทศในรูปอิมัลชันที่สัดส่วนผสมต่างๆ ที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 และ 42 kHz จากนั้นได้ทำการเก็บข้อมูลของระยะเวลาในการแยกชั้นระหว่างส่วนผสมของน้ำและน้ำมันของน้ำมันผสมในรูปอิมัลชันที่สัดส่วนต่างๆ ข้อมูลดังกล่าวได้แสดงในรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 เวลาที่เริ่มเกิดการแยกชั้นของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือเทศในรูปอิมัลชันที่สัดส่วนผสมต่างๆ ที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 และ 42 kHz ในการผสม

จากรูป 4.8 พบว่าน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือเทศในรูปอิมัลชันที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 และ 42 kHz โดยสัดส่วนผสมของน้ำที่ 5 เปอร์เซ็นต์ มีระยะเวลาในการแยกชั้นที่ยาวนานกว่าน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือเทศในรูปอิมัลชันที่มีสัดส่วนผสมของน้ำที่ 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปริมาณของน้ำมันมะเขือเทศและน้ำที่เพิ่มมากขึ้นทำให้ระยะเวลาของการเริ่มเกิดการแยกชั้นเกิดได้เร็วยิ่งขึ้นตามลำดับ ซึ่งข้อมูลจากรูปจะเห็นได้ว่าคลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 kHz และ 42 kHz จะมีระยะเวลาในการแยกชั้นระหว่างน้ำและน้ำมันในเวลาเท่ากัน ดังนั้นระดับความถี่ของคลื่นอัลตราโซนิกจึงไม่มีผลต่อระยะเวลาการแยกชั้น

4.4 การเลือกสัดส่วนที่เหมาะสมของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือในรูปอิมัลชัน

การเลือกสัดส่วนที่เหมาะสมของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือในรูปอิมัลชันเพื่อนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซล จะเลือกพิจารณาจากสมบัติทางกายภาพของน้ำมันผสมในรูปอิมัลชันในแต่ละสัดส่วน ซึ่งจากข้อมูลของค่าความร้อนของเชื้อเพลิงในรูปที่ 4.4 พบว่าน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือในรูปอิมัลชันที่มีสัดส่วนผสมของน้ำที่ 5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอยู่ในช่วงที่เหมาะสม กว่าน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือในรูปอิมัลชันที่มีสัดส่วนผสมของน้ำที่ 10 เปอร์เซ็นต์ซึ่งจากข้อมูลจะเห็นว่าปริมาณน้ำที่เพิ่มมากขึ้นทำให้ค่าความร้อนของน้ำมันเชื้อเพลิงลดลงอย่างเห็นได้ชัด

จากรูปที่ 4.7 และ 4.8 พบว่าปริมาณของน้ำที่เพิ่มมากขึ้นจะส่งผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตเป็นน้ำมันผสมในรูปอิมัลชัน ทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการผสมที่มากขึ้น อีกทั้งเมื่อมีปริมาณของน้ำในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นทำให้ระยะเวลาในการแยกชั้นระหว่างน้ำและน้ำมันเกิดการแยกชั้นเร็วขึ้น จากข้อมูลของค่าความหนืดของเชื้อเพลิงในรูปที่ 4.5 พบว่าน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือในรูปอิมัลชันที่สัดส่วน 75:20:5 และ 70:20:10 มีค่าความหนืดที่สูง อาจไม่เหมาะสมต่อการนำไปทดสอบ และเล็งเห็นว่าการเลือกสัดส่วนของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือในรูปอิมัลชันที่มีสัดส่วนผสมของน้ำที่ 5 เปอร์เซ็นต์ จะมีความเหมาะสมและความเป็นไปได้ที่สุดต่อการนำมาไปใช้ทดสอบกับเครื่องยนต์

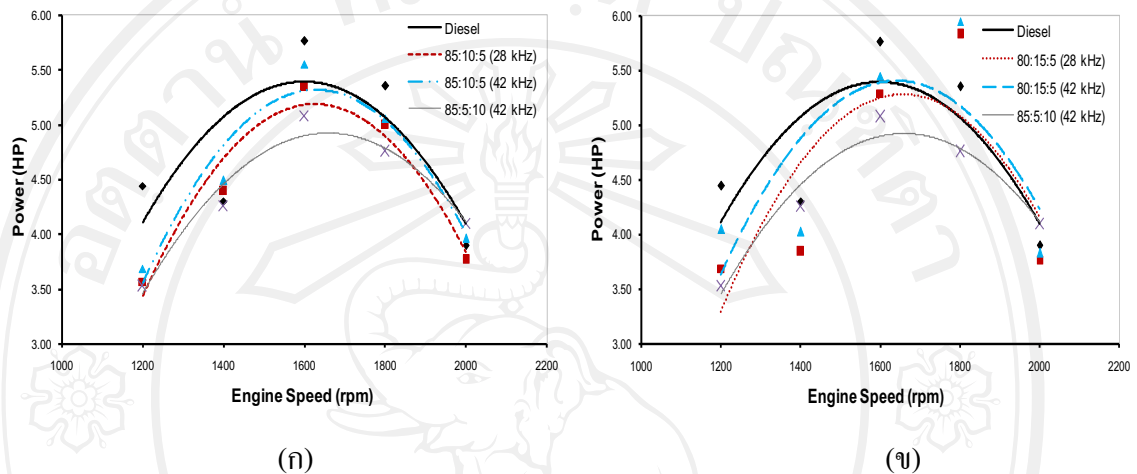
ดังนั้นน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือในรูปอิมัลชัน ที่ใช้สัดส่วนผสมของน้ำมันดีเซล: มะเขือ: น้ำ ที่สัดส่วน 85:10:5 และ 80:15:5 มีความเหมาะสมต่อการนำไปทดสอบกับเครื่องยนต์ และเพื่อเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือในรูปอิมัลชันที่มีส่วนผสมของน้ำที่ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ จึงได้เลือกสัดส่วนที่ดีที่สุดของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือในรูปอิมัลชันที่มีสัดส่วนผสมของน้ำที่ 10 เปอร์เซ็นต์ (สัดส่วน 85:5:10 ใช้อัลตราโซนิกที่ความถี่ 42 kHz) เพื่อเปรียบเทียบแนวโน้มของสมรรถนะของเครื่องยนต์

4.5 ผลการวิเคราะห์สมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลรอบต่ำ

เมื่อทำการทดสอบเครื่องยนต์รอบต่ำ โดยใช้ใช้น้ำมันผสมดีเซลและมะเขือในรูปอิมัลชัน (สัดส่วน 85:10:5, 80:15:5 และ 85:5:10) ที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 และ 42 kHz เป็นเชื้อเพลิง นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อทดสอบกับเครื่องยนต์ ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ในช่วง 1,200-2,000 รอบต่อนาที เพื่อศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ และค่าไอเสียจากการเผาไหม้ที่เกิดขึ้น เปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล โดยผลการทดสอบแสดงผลในรูปแบบของกราฟกำลังของเครื่องยนต์ แรงบิด อัตราการสิ้นเปลืองเครื่องยนต์ และค่าไอเสียจากเครื่องยนต์ ดังนี้

4.5.1 กำลังของเครื่องยนต์

กำลังของเครื่องยนต์ จากการใช้น้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชัน(สัดส่วน 85:10:5, 80:15:5 และ 85:5:10) ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่มีความถี่ 28 และ 42 kHz นำไปทดสอบใช้เป็นเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล ซึ่งผลการทดสอบกำลังของเครื่องยนต์ได้แสดงในรูปที่ 4.9

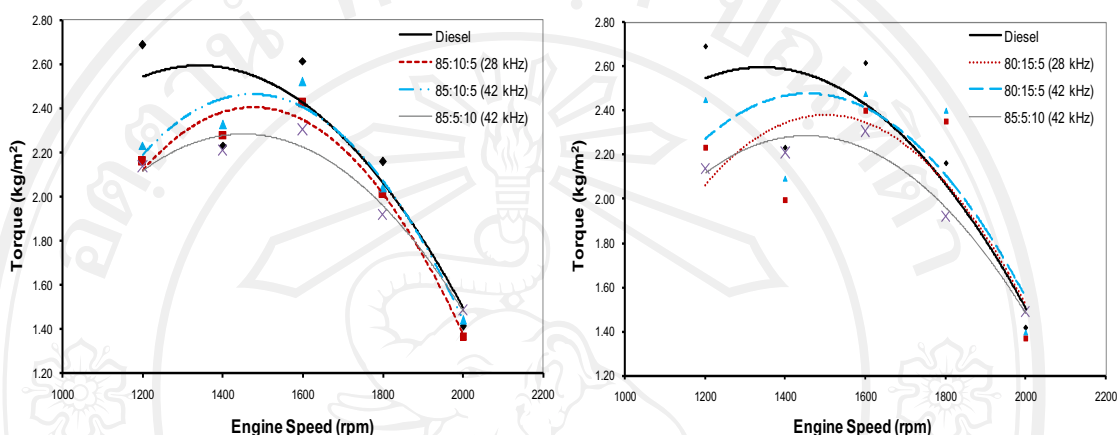


รูปที่ 4.9 กำลังของเครื่องยนต์ จากการใช้น้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่มีความถี่ 28 และ 42 kHz; ก: สัดส่วน 85:10:5 และ ข: สัดส่วน 80:15:5

จากรูปที่ 4.9 น้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชัน ที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่มีความถี่ 42 kHz ได้กำลังของเครื่องยนต์ที่ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล ซึ่งได้กำลังที่สูงกว่าการใช้น้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชัน ที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่มีความถี่ 28 kHz จากการวิเคราะห์สัดส่วนของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชัน ที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่มีความถี่ 42 kHz ที่สัดส่วน 80:15:5 ในช่วงความเร็วรอบ 1,600-2,000 รอบต่อนาที พบว่ากำลังของเครื่องยนต์มีค่าที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับการใช้น้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชัน สัดส่วน 85:10:5 และ 85:5:10 ตามลำดับ โดยน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันที่สัดส่วน 85:5:10 ที่มีส่วนผสมของน้ำ 10 เปอร์เซ็นต์พบว่าในทุกช่วงรอบการทำงานของเครื่องยนต์กำลังของเครื่องยนต์มีค่าที่ต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับสัดส่วนทั้งหมด

4.5.2 แรงบิดของเครื่องยนต์

แรงบิดของเครื่องยนต์ จากการใช้น้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชัน (สัดส่วน 85:10:5, 80:15:5 และ 85:5:10) ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 และ 42 kHz นำไปทดสอบใช้เป็นเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล ซึ่งผลการทดสอบแรงบิดของเครื่องยนต์ได้แสดงในรูปที่ 4.10



(ก)

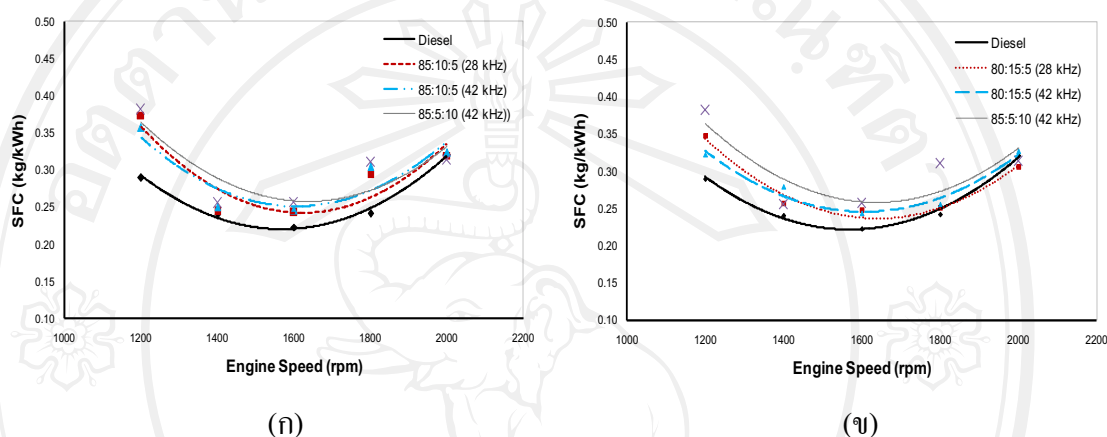
(ข)

รูปที่ 4.10 แรงบิด จากการใช้น้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 และ 42 kHz; ก: สัดส่วน 85:10:5 และ ข: สัดส่วน 80:15:5

จากรูปที่ 4.10 ในช่วงความเร็วรอบ 1,200-1,600 รอบต่อนาที พบว่าน้ำมันอิมัลชันที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 และ 42 kHz ได้ค่าของแรงบิดที่ได้ต่ำกว่ากว่าการใช้น้ำมันดีเซล โดยแรงบิดของน้ำมันอิมัลชันที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 และ 42 kHz จะมีความใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมากขึ้น เมื่อความเร็วรอบเครื่องยนต์สูงขึ้นตั้งแต่ 1,600-2,000 รอบต่อนาที จากสัดส่วนผสมของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชัน ที่สัดส่วน 80:15:5 จะได้แรงบิดของเครื่องยนต์ที่สูงกว่าน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชัน สัดส่วน 85:10:5 ในช่วง 1,200-1,600 รอบต่อนาที และเมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่สูงขึ้นตั้งแต่ 1,600-2,000 รอบต่อนาที พบว่าสัดส่วน 85:10:5 และ 80:15:5 ที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 42 kHz ได้แรงบิดที่ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล โดยน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันที่สัดส่วน 85:5:10 ที่มีส่วนผสมของน้ำ 10 เปอร์เซ็นต์พบว่ามีค่าแรงบิดที่ต่ำที่สุด

4.5.3 อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ

อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ จากการใช้น้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชัน (สัดส่วน 85:10:5, 80:15:5 และ 85:5:10) ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 และ 42 kHz นำไปทดสอบใช้เป็นเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล ซึ่งผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ ของเครื่องยนต์ได้แสดงในรูปที่ 4.11

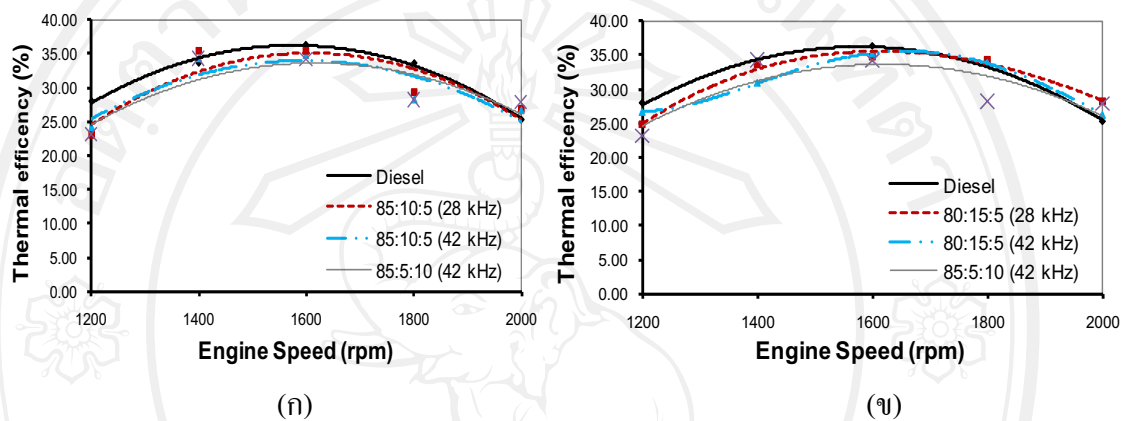


รูปที่ 4.11 อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ จากการใช้น้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 และ 42 kHz; ก: สัดส่วน 85:10:5 และ ข: สัดส่วน 80:15:5

จากรูปที่ 4.11 อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ พบว่าน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 และ 42 kHz มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะที่สูงกว่าน้ำมันผสมดีเซล เมื่อความเร็วรอบการทำงานของเครื่องยนต์ที่สูงขึ้นตั้งแต่ 1,600-2,000 รอบต่อนาที พบว่าน้ำมันอิมัลชันที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 และ 42 kHz อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ จะมีแนวโน้มใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมากขึ้น โดย น้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันสัดส่วน 85:10:5 และ 85:5:10 จะมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะสูงที่สุด เมื่อเทียบกับสัดส่วน 80:15:5

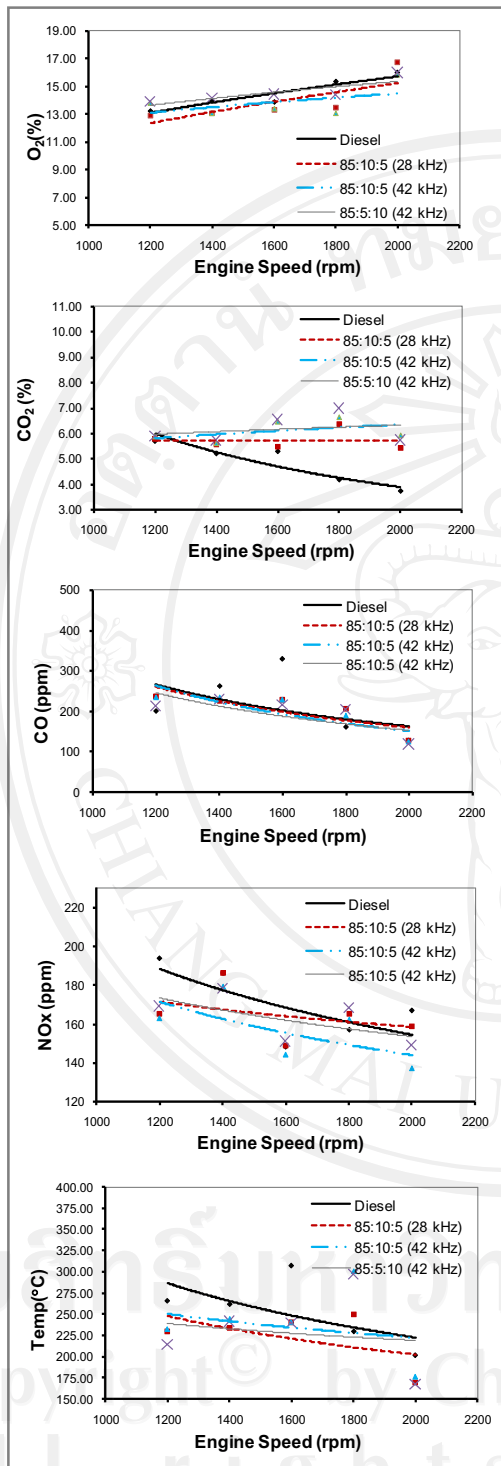
4.5.4 ประสิทธิภาพเชิงความร้อน

ประสิทธิภาพเชิงความร้อน จากการใช้น้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชัน (สัดส่วน 85:10:5, 80:15:5 และ 85:5:10) ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 และ 42 kHz นำไปทดสอบใช้เป็นเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล ซึ่งผลการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ได้แสดงในรูปที่ 4.12

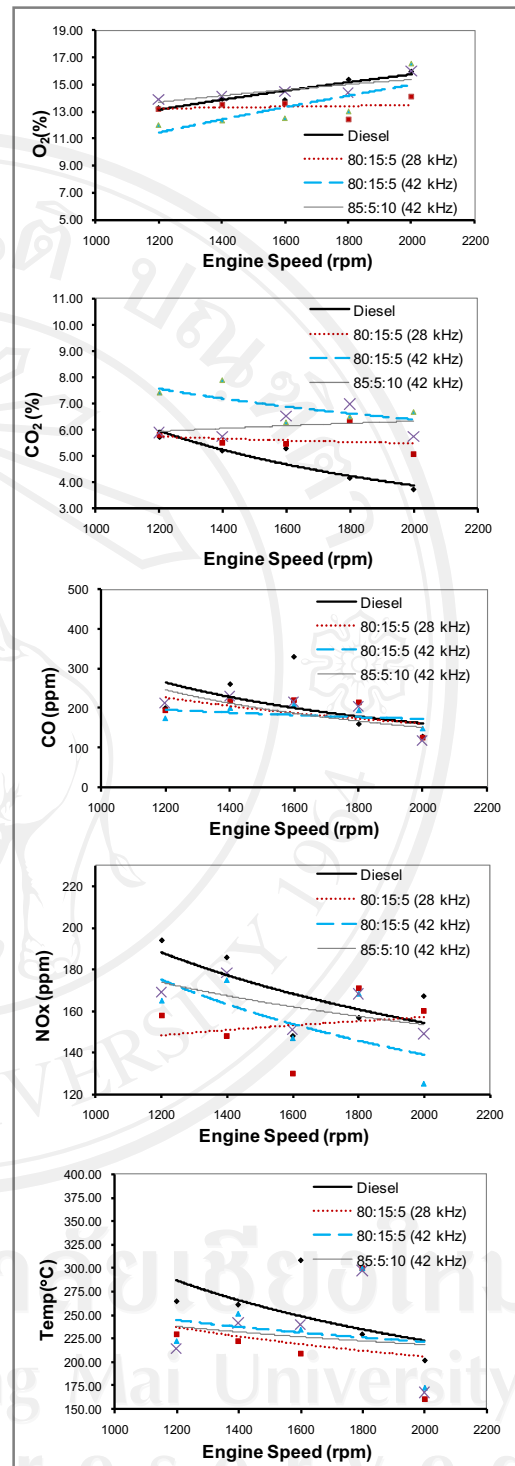


รูปที่ 4.12 ประสิทธิภาพเชิงความร้อน จากการใช้น้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 และ 42 kHz; ก: สัดส่วน 85:10:5 และ ข: สัดส่วน 80:15:5

จากรูป 4.12 น้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชัน สัดส่วน 85:10:5 ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 kHz มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงสุดในช่วงความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ 1,500 รอบต่อนาที มีประสิทธิภาพเชิงความร้อน 35.36 เปอร์เซ็นต์ และสัดส่วนของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันที่สัดส่วน 80:15:5 ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 42 kHz มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่ดีที่สุดอยู่ที่ 35.32 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพเชิงความร้อนกับน้ำมันดีเซลจะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน และมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่สูงกว่าน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันที่สัดส่วน 85:10:5 และ สัดส่วน 85:5:10



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.13 ค่าไอเสียจากจากการใช้น้ำมันผสมดีเซลและมะเขือเทศในรูปอิมัลชันที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 และ 42 kHz; ก: สัดส่วน 85:10:5 และ ข: สัดส่วน 80:15:5

จากรูปที่ 4.13 ค่าไอเสียจากการใช้น้ำมันผสมดีเซลและมะเยาหินในรูปอิมัลชัน (สัดส่วน 85:10:5, 80:15:5 และ 85:5:10) ที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 และ 42 kHz มีการปล่อยค่าไอเสียโดยทำการเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล โดยสามารถอธิบายได้ดังนี้

ปริมาณก๊าซของ O_2 พบว่าน้ำมันผสมดีเซลและมะเยาหินในรูปอิมัลชันทั้งสองสัดส่วน มีปริมาณการปล่อยก๊าซ O_2 ในปริมาณต่ำกว่าน้ำมันดีเซล

ปริมาณก๊าซของ CO_2 พบว่าน้ำมันผสมดีเซลและมะเยาหินในรูปอิมัลชันทั้งสามสัดส่วน มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์กว่าน้ำมันดีเซลในทุกช่วงความเร็วรอบการทำงานของเครื่องยนต์โดยค่า CO_2 ของสัดส่วน 80:15:5 มีค่าที่สูงที่สุด จะเห็นได้ว่าการเผาไหม้สมบูรณ์กว่า ส่งผลให้ปริมาณของ CO ที่ปล่อยออกมามีปริมาณที่ต่ำกว่าสัดส่วน 85:10:5 และ 85:5:10 และน้ำมันดีเซลอย่างเห็นได้ชัด และเมื่อวิเคราะห์การปล่อยก๊าซ CO พบว่าน้ำมันผสมดีเซลและมะเยาหินในรูปอิมัลชันสัดส่วน 85:10:5 มีปริมาณการปล่อยก๊าซ CO ที่ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล โดยที่น้ำมันผสมดีเซลและมะเยาหินในรูปอิมัลชันสัดส่วน 80:15:5 มีการปล่อยก๊าซ CO ในปริมาณที่ต่ำกว่าดีเซล

ปริมาณ NO_x ที่เกิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์พบว่า น้ำมันผสมดีเซลและมะเยาหินในรูปอิมัลชันทั้งสามสัดส่วนมีปริมาณการปล่อย NO_x ในปริมาณที่ใกล้เคียงกันโดยน้ำมันผสมดีเซลและมะเยาหินในรูปอิมัลชันมีปริมาณการปล่อย NO_x อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าน้ำมันดีเซล

ซึ่งจากผลการวิเคราะห์สมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลรอบต่ำ และค่าไอเสียจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ ที่ใช้น้ำมันผสมดีเซลและมะเยาหินในรูปอิมัลชัน (สัดส่วน 85:10:5, 80:15:5 และ 85:5:10) ที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 และ 42 kHz เป็นเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล สามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังนี้

- น้ำมันผสมดีเซลและมะเยาหินในรูปอิมัลชัน (สัดส่วน 85:10:5 และ 80:15:5) ให้ผลของสมรรถนะที่ใกล้เคียงกันและค่าไอเสียจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ ซึ่งมีปริมาณการปล่อยก๊าซไอเสียที่ต่ำกว่าน้ำมันดีเซล สัดส่วนน้ำมันผสมดีเซลและมะเยาหินในรูปอิมัลชันที่สัดส่วน 85:5:10 มีสมรรถนะของเครื่องยนต์ต่ำที่สุด

- คลื่นความถี่อัลตราโซนิกมีผลต่อสมบัติของน้ำมันผสมดีเซลและมะเยาหินในรูปอิมัลชัน ซึ่งความถี่ที่สูงขึ้นทำให้น้ำสามารถกระจายตัวเป็นอนุภาคนาขนาดเล็กได้ดียิ่งขึ้น โดยสังเกตได้จากรูป 4.2(ข) เมื่อพิจารณาการผลิตผสมน้ำมันในรูปอิมัลชันโดยใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 42 kHz เมื่อนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงทดสอบกับเครื่องยนต์พบว่า จะได้สมรรถนะเครื่องยนต์ที่ดีกว่าการใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 kHz

เมื่อวิเคราะห์สมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลรอบต่ำ ที่ใช้น้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชัน ที่สัดส่วน 85:10:5 พบว่าสมรรถนะที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นการเลือกสัดส่วนที่เหมาะสมที่สุดต่อการนำไปใช้งานและมีสมรรถนะที่ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล อีกทั้งช่วยลดปริมาณการใช้น้ำมันดีเซล ควรเลือกใช้น้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันที่สัดส่วน 80:15:5 และใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 42 kHz ในการผสม ซึ่งสัดส่วนดังกล่าวเป็นการประหยัดปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลได้ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันที่สัดส่วน 85:10:5

4.6 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์

เมื่อได้สัดส่วนน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันที่เหมาะสมที่สุด จากนั้นจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งเป็นการรวบรวมต้นทุนในกระบวนการผลิตน้ำมัน โดยจะพิจารณาในหน่วยของต้นทุนน้ำมันที่ผลิตได้ต่อลิตร ได้แก่ การวิเคราะห์ต้นทุนของราคาวัสดุ อุปกรณ์ น้ำมันที่จะนำมาผสม สารเคมี และอื่นๆ ที่ใช้ในกระบวนการผลิต เพื่อต้องพิจารณาความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ซึ่งรายละเอียดทั้งหมดสามารถจำแนกได้ดังนี้

4.6.1 เงินลงทุนเบื้องต้นของการผลิตน้ำมันอิมัลชัน

ในการคิดราคาต้นทุนของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันที่ใช้สำหรับเครื่องยนต์ดีเซล จากข้อมูลปริมาณการผลิตน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันมีกำลังการผลิต 25 ลิตรต่อวัน

ตารางที่ 4.2 ราคาต้นทุนของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชัน สัดส่วน 80:15:5 (ใช้คลื่นอัลตราโซนิก 28 kHz)

การผลิตน้ำมันอิมัลชัน			สัดส่วน 80:15:5 สำหรับเครื่องยนต์ดีเซล	
			ปริมาณที่ใช้ต่อลิตร	สัดส่วนราคา (บาท)
น้ำมันมะเขือหิน*	30	บาทต่อลิตร	0.15 ลิตร	4.5
น้ำมันดีเซล**	30	บาทต่อลิตร	0.8 ลิตร	23.99
น้ำ	0	บาทต่อลิตร	0.05 ลิตร	0
ค่าไฟฟ้า	3	บาทต่อหน่วย	0.29 หน่วย	0.87
			ราคาต้นทุนต่อลิตร	29.36

ตารางที่ 4.3 ราคาต้นทุนของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชัน สัดส่วน 80:15:5 (ใช้คลื่นอัลตราโซนิก 42 kHz)

การผลิตน้ำมันอิมัลชัน			สัดส่วน 80:15:5 สำหรับเครื่องยนต์ดีเซล	
			ปริมาณที่ใช้ต่อลิตร	สัดส่วนราคา (บาท)
น้ำมันมะเขือหิน*	30	บาทต่อลิตร	0.15 ลิตร	4.5
น้ำมันดีเซล**	30	บาทต่อลิตร	0.8 ลิตร	23.99
น้ำ	0	บาทต่อลิตร	0.05 ลิตร	0
ค่าไฟฟ้า	3	บาทต่อหน่วย	0.122 หน่วย	0.366
			ราคาต้นทุนต่อลิตร	28.86

หมายเหตุ * ราคาน้ำมันมะเขือหินดิบจากข้อมูลการประเมินผลผลิตจากการศึกษาฐานที่ประเทศลาว (ณัฐวุฒิ ดุษฎี)

** ราคาน้ำมันดีเซล (ป.ต.ท) วันที่ 6 พฤษภาคม 2554

ตารางที่ 4.4 ราคาเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้จากการใช้น้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชัน เมื่อเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล

ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซล	ราคาน้ำมันเชื้อเพลิง (บาทต่อลิตร)	รวมเป็นเงิน (บาท)	ราคาเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้	
			ต่อวัน (บาท)	ต่อปี (บาท)
น้ำมันดีเซล 25 ลิตร	29.99	750		
น้ำมันอิมัลชัน 25 ลิตร (คลื่นอัลตราโซนิก 28 kHz)	29.36	734	16	5,840
น้ำมันอิมัลชัน 25 ลิตร (คลื่นอัลตราโซนิก 42 kHz)	28.86	722	28	10,220

จากข้อมูลราคาต้นทุนของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชัน หากเมื่อนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนการใช้น้ำมันดีเซล พบว่าน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชัน ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงลดลงเมื่อเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซลสุทธิรายปีได้ดังนี้

— ค่าเงินลงทุนเบื้องต้นของระบบ (เครื่องผสมอัลตราโซนิก)	25,000 บาท
— ค่าใช้จ่ายรายปี	
ค่าไฟฟ้า (คลื่นอัลตราโซนิก 28 kHz)	2,540 บาทต่อปี
ค่าไฟฟ้า (คลื่นอัลตราโซนิก 42 kHz)	1,069 บาทต่อปี
— ค่ารายรับต่อปีของระบบ	
เชื้อเพลิงที่ประหยัดได้	
น้ำมันอิมัลชัน 20 ลิตร (28 kHz)	5,840 บาทต่อปี
น้ำมันอิมัลชัน 20 ลิตร (42 kHz)	10,220 บาทต่อปี

4.6.2 การวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุน (Simple Payback Period, SPP)

วิธีการคำนวณเพื่อหาจำนวนปีที่คุ้มทุนของโครงการ จะไม่มีการคิดภาษีและนำดอกเบี้ยมาร่วมวิเคราะห์เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{ระยะคืนทุน} = \text{เงินลงทุน} / \text{ผลกำไรสุทธิรายปี}$$

$$\text{ระยะคืนทุน} = 25,000 / 3,300 = 7.57 \text{ ปี (อัลตราโซนิก 28 kHz)}$$

$$\text{ระยะคืนทุน} = 25,000 / 10,220 = 2.73 \text{ ปี (อัลตราโซนิก 42 kHz)}$$

จากการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือเทศในรูปอิมัลชันสัดส่วน 80:15:5 (ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 42 kHz) ในการผสม พบว่าใช้ระยะเวลาคืนทุนในระยะเวลา 2.73 ปี ซึ่งถือว่าเป็นระยะเวลาการคืนทุนที่เร็วกว่าการใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 kHz จึงถือได้ว่าการใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 42 kHz มีความเหมาะสมต่อการลงทุน

4.6.3 การประเมินต้นทุนราคาของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือเทศในรูปอิมัลชันในอนาคต

จากข้อมูลราคาค้นทุนของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือเทศในรูปอิมัลชันในข้างต้นพบว่าราคาของน้ำมันมะเขือเทศยังคงมีราคาขายปลีกเฉลี่ยต่อลิตรในราคาที่สูง อีกทั้งราคาน้ำมันดีเซลที่ใช้เป็นส่วนผสมมีราคาที่ไม่คงที่ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการประเมินราคาค้นทุนของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือเทศในรูปอิมัลชันในอนาคต โดยทำการประเมินตามราคาขายปลีกที่มีการปรับตัวขึ้นลงของน้ำมันดีเซล และราคาของน้ำมันมะเขือเทศ เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจในการลงทุนในอนาคต ซึ่งผลการประเมินต้นทุนราคาของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือเทศในรูปอิมัลชันในอนาคต มีดังนี้

ตารางที่ 4.5 การประเมินต้นทุนราคาของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันในอนาคต (สัดส่วน 80:15:5)

น้ำมันดีเซล (บาทต่อลิตร)	น้ำมันมะเขือหิน (บาทต่อลิตร)	ค่าไฟฟ้า (บาทต่อหน่วย)	ราคาต่อลิตร (บาท)	ราคาเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้ (บาทต่อลิตร)
30	30	3	28.87	1.13
	25		28.12	1.88
	20		27.37	2.63
35	30	3	32.87	2.13
	25		32.12	2.88
	20		31.37	3.63
40	30	3	36.87	3.13
	25		36.12	3.88
	20		35.37	4.63

จากตาราง 4.5 การประเมินต้นทุนราคาของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันในอนาคต (สัดส่วน 80:15:5) พบว่าหากในอนาคตมีการเพิ่มปริมาณผลผลิตของมะเขือหินได้สูงขึ้น ทำให้ราคาต้นทุนของน้ำมันมะเขือหินลดต่ำลง จะสามารถลดราคาการผลิตน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันต่อลิตรลงได้ ถึงแม้ว่าราคาน้ำมันดีเซลจะมีการปรับตัวสูงขึ้น แต่เมื่อมีการนำน้ำมันมะเขือหินราคาต้นทุนต่อลิตรในราคาที่ต่ำกว่าน้ำมันดีเซลมาใช้ประโยชน์ พบว่าราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่สามารถประหยัดได้ต่อลิตรอยู่ที่ 1.13-4.63 บาทต่อลิตร