



ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

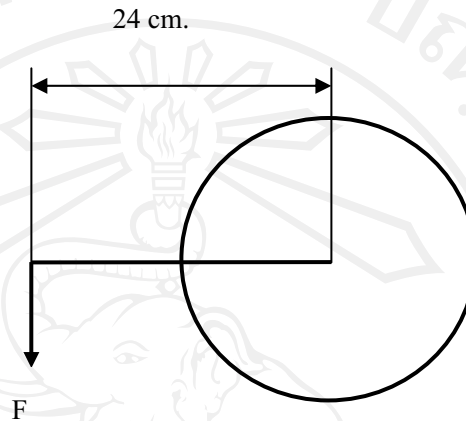


ภาคผนวก ก
ตัวอย่างการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การหาสมรรถนะการทำงานของเครื่องยนต์

การวัดกำลังของเครื่องยนต์ผ่านไดนาโมมิเตอร์แบบกระแสเหนี่ยวนำ (Eddy Current Dynamometer) ใช้หลักการขดลวดตัวนำไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านไปในสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้นในขดลวดตัวนำ กระแสที่เกิดขึ้นในขดลวดจะต้านการเคลื่อนที่



เมื่อ

$$\text{Dynamometer Weight} = \text{Load (kg)} \times 9.81 \text{ (แรงโน้มถ่วงของโลก } 9.81 \text{ m/s}^2 \text{)}$$

ที่ภาระ (Load) 11.2 kg

$$\text{Dynamometer Weight} = 11.2 \times 9.81 = 26.37 \text{ N}$$

การคำนวณหาแรงบิด (Torque Nm)

$$\text{Torque} = \text{Dynamometer Weight} \times 0.24 \text{ (ความยาวแขน โมเมนต์ = 24 cm } \approx 0.24 \text{ m)}$$

$$\text{Torque} = 26.37 \times 0.24 = 2.69 \text{ Nm}$$

การคำนวณหาค่ากำลัง (Power kW)

$$\text{Power} = \frac{2 \times \pi \times N \times \text{Torque}}{60 \times 1000} \text{ (ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ N (rpm))}$$

$$\text{Power} = \frac{2 \times \pi \times 1200 \times 2.69}{60 \times 1000} = 3313.7 \text{ W}$$

การคำนวณหาแรงม้าของเครื่องยนต์

$$\begin{aligned} HP &= Power / 746 \\ &= 3313.7W / 746W \\ HP &= 2.69 \end{aligned}$$

การคำนวณหาอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Fuel Consumption (L/h))

$$Fuel\ Consumption = \frac{Fuel\ (kg)}{time\ (h)}$$

วินาที ที่ภาระ (Load) 11.2 kg ทดสอบที่ความเร็วรอบ 1200 rpm ใช้เชื้อเพลิง 5 ml ในเวลา 15.88

$$Fuel\ Consumption = \frac{5 \times 10^{-3}}{\frac{15.88}{3600}} = 1.13\ L / hr$$

หรือ ทำให้เป็น kg/hr (มวลของน้ำมันดีเซลซึ่งได้ 0.826 g ต่อ 1 ml)

จะได้ $1.13 \times 0.86 = 0.93\ kg/hr$

การคำนวณหาอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (Specific Fuel Consumption (kg/kW.hr))

$$SFC = \frac{m_f}{BP}$$

$$SFC = \frac{0.93(kg / hr)}{3.31(kW)} = 0.28kg / kW.hr$$

การคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Thermal Efficiency %)

$$\text{Thermal Efficiency} = \frac{3600}{\text{SFC} \times \text{HHV}} \times 100$$

SFC คือ Specific Fuel Consumption (kg/kW.hr)

HHV คือ ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (High heating value kJ/kg) สำหรับน้ำมันดีเซลค่า
ความร้อนของเชื้อเพลิง HHV = 45,387 kJ/kg

$$\text{Thermal Efficiency} = \frac{3600}{0.28 \times 45387} \times 100 = 28.07\%$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาคผนวก ข
ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์และค่าไอเสีย
ของเครื่องยนต์รอบต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ ข-1 คุณสมบัติเครื่องยนต์ที่ใช้ทดสอบ (เครื่องยนต์ดีเซลยี่ห้อรุ่น TF 75-LM)

รุ่น	TF 75-LM
แบบเครื่องยนต์	ดีเซล 4 จังหวะ 1 สูบนอน ระบายความร้อนด้วยน้ำ
แบบเผาไหม้	มีห้องเผาไหม้ช่วย
ความกว้างกระบอกสูบxช่วงชัก	80×87 มม.
ปริมาตรกระบอกสูบ	0.437 ลิตร
กำลังแรงม้าสูงสุด	7.5/2,200 hp/rpm(5.52 /2,200 kW/rpm)
กำลังแรงม้าต่อเนื่อง	6.5/2,200 hp./rpm (4.78/2,200 kW/rpm)
อัตราส่วนแรงอัด	23 : 1
แรงบิดสูงสุด	2.7 kg-m. /1,600 rpm.
การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง	196 กรัม-แรงม้า/ชั่วโมง
ทิศทางการหมุนของข้อเหวี่ยง	ทวนเข็มนาฬิกา ด้านล้อช่วยแรง
ระบบหล่อลื่น	ใช้แรงปั๊มเข้าระบบด้วย Trochoid pump
ชนิดน้ำมันหล่อลื่น	SAE 40 หรือ API CD/SF
ความจุน้ำมันหล่อลื่น	2.2 ลิตร
ความจุของน้ำระบายความร้อน	แบบหม้อน้ำรังผึ้ง ขนาด 1.6 ลิตร
ระบบสตาร์ท	มือหมุน / มอเตอร์สตาร์ท
ระบบไฟแสงสว่าง	12 V. 45 W.
ความจุถังน้ำมันเชื้อเพลิง	10.6 ลิตร
ขนาดเครื่องยนต์ (กxยxส)	339.5×676.5×524 มม.

ตารางที่ ข-1 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง

Present RPM	Load Cell F_{kg}	Fuel Consumption		SFC	T T = F x R	BHP P/746W	O_2 %	CO_2 %	CO ppm	NO_x ppm	Temp $^{\circ}C$	η Thermal %
		Sec/5ml	L/HR									
1,200	11.2	15.88	1.13	0.28	2.69	4.44	13.26	5.71	200	194	265.30	28.07
1,400	9.3	19.69	0.91	0.24	2.23	4.30	13.93	5.22	261	186	261.60	33.72
1,600	10.9	15.87	1.13	0.22	2.62	5.76	13.84	5.29	329	148	307.80	36.40
1,800	9.0	15.78	1.14	0.24	2.16	5.35	15.35	4.17	160	157	229.70	33.62
2,000	5.9	16.29	1.10	0.31	1.42	3.90	15.97	3.71	129	167	202.00	25.28

ตารางที่ ข-2 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก ใช้น้ำมันผสมดีเซลและมะเขือเทศ (สัดส่วน 85:5:10) เป็นเชื้อเพลิง ใช้คลื่นอัลตราโซนิคความถี่ 42 kHz

Present RPM	Load Cell F_{kg}	Fuel Consumption		SFC	T T = F x R	BHP P/746W	O_2 %	CO_2 %	CO ppm	NO_x ppm	Temp $^{\circ}C$	η Thermal %
		Sec/5ml	L/HR									
1,200	8.9	15.11	1.19	0.38	2.14	3.53	13.87	5.89	212	169	214.40	23.09
1,400	9.2	18.71	0.96	0.26	2.21	4.26	14.11	5.73	229	178	241.50	34.23
1,600	9.6	15.63	1.15	0.26	2.30	5.08	14.43	6.52	215	151	239.40	34.10
1,800	8.0	13.78	1.31	0.31	1.92	4.76	14.36	6.97	203	168	297.20	28.19
2,000	6.2	15.84	1.14	0.31	1.49	4.10	15.97	5.73	118	149	167.70	27.90

ตารางที่ ข-3 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์เซลล์ขนาดเล็ก ใช้น้ำมันผสมดีเซลและเมทาโนลในรูปอิมัลชัน (สัดส่วน 85:10:5) เป็นเชื้อเพลิง ใช้คลื่นอัลตราโซนิคความถี่ 28 kHz

Present RPM	Load Cell F _{kg}	Fuel Consumption		SFC	T T = F x R	BHP P/746W	O ₂ %	CO ₂ %	CO ppm	NO _x ppm	Temp %	η Thermal %
		Sec/5ml	L/HR									
1,200	9.0	15.21	1.18	0.37	2.23	3.57	12.87	5.79	236	165	230.40	23.10
1,400	9.3	19.31	0.93	0.24	2.33	4.30	13.08	5.58	225	186	233.50	35.36
1,600	10.1	15.63	1.15	0.24	2.52	5.34	13.29	5.48	230	149	240.40	35.52
1,800	8.4	13.78	1.31	0.29	2.04	5.00	13.43	6.37	207	165	250.20	29.30
2,000	5.7	16.84	1.07	0.32	1.44	3.77	16.77	5.42	128	159	169.70	27.00

ตารางที่ ข-4 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์เซลล์ขนาดเล็ก ใช้น้ำมันผสมดีเซลและเมทาโนลในรูปอิมัลชัน (สัดส่วน 85:10:5) เป็นเชื้อเพลิง ใช้คลื่นอัลตราโซนิคความถี่ 42 kHz

Present RPM	Load Cell F _{kg}	Fuel Consumption		SFC	T T = F x R	BHP P/746W	O ₂ %	CO ₂ %	CO ppm	NO _x ppm	Temp %	η Thermal %
		Sec/5ml	L/HR									
1,200	9.3	15.43	1.17	0.36	2.23	3.69	13.78	5.85	233	163	233.0	24.10
1,400	9.7	19.12	0.94	0.25	2.33	4.49	13.09	5.62	234	179	244.3	34.30
1,600	10.5	15.72	1.15	0.25	2.52	5.55	13.39	6.45	229	144	240.3	34.89
1,800	8.5	13.97	1.29	0.30	2.04	5.06	13.09	6.63	189	162	301.3	28.24
2,000	6.0	16.78	1.07	0.32	1.44	3.97	15.81	5.92	126	137	176.3	26.60

ตารางที่ ข-5 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก ใช้น้ำมันผสมดีเซลและเมทาอินในรูปอิมัลชัน (สัดส่วน 80:15:5) เป็นเชื้อเพลิง ใช้คลื่นอัลตราโซนิคความถี่ 28 kHz

Present RPM	Load Cell F _{kg}	Fuel Consumption		SFC	T T = F x R	BHP P/746W	O ₂ %	CO ₂ %	CO ppm	NO _x ppm	Temp %	η Thermal %
		Sec/5ml	L/HR									
1,200	9.3	15.85	1.14	0.35	2.23	3.69	13.15	5.80	195	158	229.2	24.78
1,400	8.3	20.62	0.87	0.26	1.99	3.84	13.53	5.51	218	148	222.3	33.56
1,600	10.0	15.54	1.16	0.25	2.40	5.29	13.61	5.45	220	130	209.8	34.83
1,800	9.8	13.90	1.29	0.25	2.35	5.83	12.42	6.33	214	171	300.1	34.35
2,000	5.7	17.63	1.02	0.31	1.37	3.77	14.10	5.09	125	160	161.4	28.15

ตารางที่ ข-6 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก ใช้น้ำมันผสมดีเซลและเมทาอินในรูปอิมัลชัน (สัดส่วน 80:15:5) เป็นเชื้อเพลิง ใช้คลื่นอัลตราโซนิคความถี่ 42 kHz

Present RPM	Load Cell F _{kg}	Fuel Consumption		SFC	T T = F x R	BHP P/746W	O ₂ %	CO ₂ %	CO ppm	NO _x ppm	Temp %	η Thermal %
		Sec/5ml	L/HR									
1,200	10.2	15.63	1.15	0.32	2.45	4.05	11.97	7.40	176	165	221.90	26.73
1,400	8.7	18.15	0.99	0.28	2.09	4.03	12.31	7.89	200	175	251.10	30.89
1,600	10.3	15.34	1.17	0.24	2.47	5.45	12.49	6.28	210	147	234.10	35.32
1,800	10.0	13.43	1.34	0.25	2.40	5.95	13.03	6.52	194	168	300.20	33.78
2,000	5.8	16.22	1.11	0.33	1.39	3.83	16.52	6.66	148	125	172.90	26.29



ภาคผนวก ก
ผลการวิเคราะห์สมบัติน้ำมัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ ค-1 ผลการทดสอบค่าความร้อนของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันที่สัดส่วนผสมต่างๆ

water 5%	Ultrasonic 28 kHz	Ultrasonic 42 kHz
	Heating Value (kJ/kg)	Heating Value (kJ/kg)
90:05:05	41,912	41,983
85:10:05	41,744	41,936
80:15:05	41,785	41,807
75:20:05	41,592	41,500

water 10%	Ultrasonic 28 kHz	Ultrasonic 42 kHz
	Heating Value (kJ/kg)	Heating Value (kJ/kg)
85:05:10	41,130	41,181
80:10:10	41,081	41,054
75:15:10	40,963	41,069
70:20:10	40,891	40,989

ตารางที่ ค-2 ผลการทดสอบค่าความหนาแน่นของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันที่สัดส่วนผสมต่างๆ ที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกความถี่ 28 และ 42 kHz ในการผสม

water 5%	Ultrasonic 28 kHz	Ultrasonic 42 kHz
	Specific Gravity (kg/ m ³)	Specific Gravity (kg/ m ³)
90:05:05	837	837
85:10:05	840	840
80:15:05	842	842
75:20:05	846	846

water 10%	Ultrasonic 28 kHz	Ultrasonic 42 kHz
	Specific Gravity (kg/ m ³)	Specific Gravity (kg/ m ³)
85:05:10	837	837
80:10:10	841	841
75:15:10	850	850
70:20:10	852	852

ตารางที่ ค-3 ผลการทดสอบค่าความหนืดของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันที่สัดส่วนผสมต่างๆ ที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกความถี่ 28 และ 42 kHz ในการผสม

water 5%	Ultrasonic 28 kHz	Ultrasonic 42 kHz
	Viscosity @ 40°C (cSt)	Viscosity @ 40°C (cSt)
90:05:05	4.45	4.40
85:10:05	4.63	4.71
80:15:05	4.75	4.74
75:20:05	5.11	5.15

water 10%	Ultrasonic 28 kHz	Ultrasonic 42 kHz
	Viscosity @ 40°C (cSt)	Viscosity @ 40°C (cSt)
85:05:10	4.39	4.37
80:10:10	4.59	4.65
75:15:10	4.68	4.72
70:20:10	5.08	5.10

ตารางที่ ก-4 ผลการทดสอบจุดวาบไฟของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันที่สัดส่วนผสมต่างๆ ที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกความถี่ 28 และ 42 kHz ในการผสม

water 5%	Ultrasonic 28 kHz	Ultrasonic 42 kHz
	Flash point (°C)	Flash point (°C)
90:05:05	84	83
85:10:05	85	84
80:15:05	85	86
75:20:05	89	90

water 10%	Ultrasonic 28 kHz	Ultrasonic 42 kHz
	Flash point (°C)	Flash point (°C)
85:05:10	87	86
80:10:10	91	89
75:15:10	92	93
70:20:10	97	95

ตารางที่ ค-5 ระยะเวลาในการผสมของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือหินในรูปอิมัลชันที่สัดส่วนผสม
ต่างๆ ที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกความถี่ 28 และ 42 kHz ในการผสม

water 5%	Ultrasonic 28 kHz	Ultrasonic 42 kHz
	Mixing time (Min)	Mixing time (Min)
90:05:05	5	5
85:10:05	5	5
80:15:05	5	5
75:20:05	6	5

water 10%	Ultrasonic 28 kHz	Ultrasonic 42 kHz
	Mixing time (Min)	Mixing time (Min)
85:05:10	10	10
80:10:10	11	10
75:15:10	12	11
70:20:10	15	14

ตารางที่ ก-6 ผลการทดสอบการเริ่มแยกชั้น ระหว่างน้ำมันและน้ำของน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือ
หินในรูปอิมัลชันที่สัดส่วนผสมต่างๆ ที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกความถี่ 28 และ 42 kHz ในการผสม

water 5%	Ultrasonic 28 kHz	Ultrasonic 42 kHz
	Time of separate (Min)	Time of separate (Min)
90:05:05	30	20
85:10:05	25	15
80:15:05	25	10
75:20:05	15	10

water 10%	Ultrasonic 28 kHz	Ultrasonic 42 kHz
	Time of separate (Min)	Time of separate (Min)
85:05:10	30	20
80:10:10	25	15
75:15:10	25	10
70:20:10	15	10



ภาคผนวก ง
การเผยแพร่ผลงานวิชาการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลของความถี่อัลตราโซนิกที่มีผลต่อการผลิตน้ำมันผสมดีเซลและมะเยาหินใน รูปอิมัลชันเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก

Effect of Ultrasonic frequency on Emulsified oil Blending of Diesel and Tung Oil as a Fuel for Small Diesel Engine

วรพจน์ โพธาเจริญ

เศรษฐ์ สัมภิตตะกุล

ทงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

จังหวัดเชียงใหม่ 50200

กิตติพงษ์ นาคภักดิ์

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

จังหวัดเชียงใหม่

บทคัดย่อ

มะเยาหิน เป็นพืชน้ำมันประเภทหนึ่ง ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ด้านเชื้อเพลิง พลังงานได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงได้ทำการวิเคราะห์สมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก ที่ใช้น้ำมันผสมดีเซลและมะเยาหินในรูปอิมัลชันเป็นเชื้อเพลิง โดยใช้เทคนิคการนำคลื่น ความถี่อัลตราโซนิกที่ระดับความถี่ 28, 42 kHz ในผสมเป็นน้ำมันผสมในรูปอิมัลชัน เปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล การศึกษาอายุเครื่องยนต์ดีเซลขนาดกำลังสูงสุดที่ 7.5 กิโลวัตต์ ที่ความเร็วรอบ 2,200 รอบต่อนาที ผลการศึกษาพบว่า น้ำมันผสมดีเซลและมะเยา หินในรูปอิมัลชัน ที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 42kHz นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับ เครื่องยนต์ พบว่าได้สมรรถนะที่ใกล้เคียงกับดีเซล และมีสมรรถนะที่สูงกว่าน้ำมันผสมดีเซล และมะเยาหินในรูปอิมัลชัน ที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 kHz ส่วนปริมาณของก๊าซไอ เสียจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสมดีเซลและมะเยาหินในรูปอิมัลชัน ที่คลื่น ความถี่ 28,42kHz เป็นเชื้อเพลิง มีปริมาณการปล่อยก๊าซไอเสียที่ต่ำกว่าการใช้น้ำมันดีเซล และการเผาไหม้สมบูรณ์กว่าน้ำมันดีเซล

คำสำคัญ: มะเยาหิน, น้ำมันอิมัลชัน, เครื่องยนต์ดีเซล

Abstract

Tung oil is one type of oil plant and its extracted oil could be used as fuel. In this study, performance test of a diesel engine with the Tung oil in term of emulsion generated by 28 and 42 kHz ultrasonic generate compared with that of diesel were carried out. The engine had a capacity of 7.5 kW at 2200 rpm. It could be found that the engine power, the torque and the fuel consumption of the engine for the emulsified oil at 42 kHz were slightly better than that of the diesel oil. And better than the emulsified oil at 28 kHz. For emission analysis, the emulsified oil with Ultrasonic wave (28, 42 kHz) gave better result than that of diesel oil

Keywords; Tung oil, Emulsified oil, Diesel engine

1. บทนำ

มะเยาหิน (Tung Oil) เป็นพืชน้ำมันที่มีคุณลักษณะ เฉพาะตัว คือ เป็นไม้ป่าสามารถเจริญเติบโตได้ทุกพื้นที่แม้ไม่ได้รับการดูแล ทนแล้งได้ดี ใบสวย ดอกงาม ให้ร่มเงา ใช้เวลาเพียง 2-3 ปีก็ ให้ผลผลิต โดยทั่วไปให้ผลผลิตต้นละประมาณ 3,026 ลูก คิดเป็น น้ำหนักเมล็ดประมาณ 22 กิโลกรัม ถ้าประเมินที่ระยะปลูก 4x4 เมตร จะให้ผลผลิตประมาณ 1,200-1,500 กิโลกรัม ซึ่งสูงกว่า ผลผลิตของสับปะรดที่ปลูกภายในประเทศไทย 3-4 เท่า ปัจจุบันบริเวณ เพาะปลูกที่พบวออยู่ในประเทศลาว ซึ่งมีผลผลิต 200 – 300 ตัน

และเริ่มมีการส่งเสริมการปลูกแล้วทางภาคเหนือของไทย เมื่อสกัดน้ำมัน จากเมล็ดแล้ว พบว่า มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง ไม่ระเหยง่าย ค่าความร้อน มากกว่าปาล์ม น้ำมันและสบู่ดำ [1] ทำให้มีการเผาไหม้ดีกว่า แต่น้ำมันที่ ได้มีค่าความหนืดมากกว่าซึ่งอาจส่งผลเสียต่อเครื่องยนต์ได้ จึงต้องมีการ แปรรูปเชื้อเพลิงก่อนนำมาใช้งาน เช่น ผ่านกระบวนการผลิตเป็นไบโอ ดีเซล หรือในรูปแบบของน้ำมันอิมัลชัน เป็นต้น ในงานวิจัยนี้ จึงได้ ศึกษาถึงความเหมาะสมของการใช้น้ำมันผสมดีเซลและมะเยาหินในรูป อิมัลชันเป็นเชื้อเพลิง โดยใช้เทคนิคการนำคลื่นความถี่อัลตราโซนิกที่

ระดับความถี่ 28, 42 kHz ในผสมเป็นน้ำมันผสมในรูปอิมัลชัน เพื่อทำการทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซล เปรียบเทียบกับ น้ำมันดีเซล ทั้งนี้เพื่อให้เห็นถึงประสิทธิภาพ และความเหมาะสมที่จะนำน้ำมันจากมะเขือเทศมาใช้ในเชิงพลังงาน

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

2.1 มะเขือเทศ

มะเขือเทศเป็นพืชน้ำมันที่ปลูกที่ประเทศลาว และในปัจจุบันมีการมีการนำเข้ามาปลูกในประเทศไทย ดังรูปที่ 1 ซึ่งมะเขือเทศเป็นไม้ยืนต้นอายุ 50-60 ปี นอกจากนั้นแล้วยังมีการผลิตได้สูงกว่าสบู่ดำ (1200-1500 กิโลกรัมต่อไร่) ซึ่งถ้าปลูกแบบพืชเศรษฐกิจแล้วคาดว่าจะให้ผลผลิตที่สูงกว่านี้ ดังนั้นจึงมีความเหมาะสม ที่จะศึกษาและนำมาส่งเสริมการผลิตในประเทศไทย ข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณน้ำมัน จากมะเขือเทศเทียบกับพืชพลังงานชนิดอื่นแสดงในตารางที่ 1



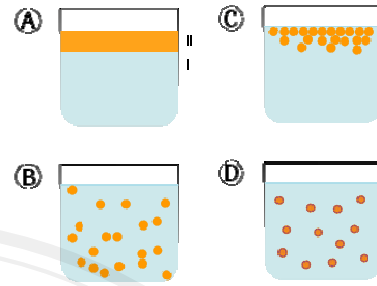
รูปที่ 1 มะเขือเทศ

ตารางที่ 1 ผลผลิต และคุณสมบัติของพืชน้ำมันชนิดใหม่ (มะเขือเทศ) เทียบกับ ปาล์มน้ำมัน และสบู่ดำ [2]

ข้อมูลเปรียบเทียบ	มะเขือเทศ	สบู่ดำ	ปาล์ม
จำนวนเมล็ดต่อกิโลกรัม	400	1,200	-
ผลผลิตต่อต้น (อายุ 5 ปี) กิโลกรัม	22	1	-
ผลผลิตต่อไร่ (ปลูก 4 x 4 เมตร)	1,200-1,500	300-500	2,500-3,000 (ภาคใต้)
เปอร์เซ็นต์น้ำมัน (%)	> 30	> 30	18-20
ปริมาณน้ำมัน (ลิตร/ไร่/ปี)	300-400	100-120	400-500
ราคาน้ำมันที่ผลิตได้ (30 บาท/ลิตร)	9,000-12,000	3,000-3,600	12,000-15,000
ค่าความร้อน (MJ/kg)	38.9	38.2	36.5
ความถ่วงจำเพาะ	0.939	0.915	0.898

2.2 อิมัลชัน (Emulsion)

อิมัลชัน [3] เกิดจากการผสมของเหลวสองชนิดที่ไม่ละลายซึ่งกันและกัน ให้สามารถรวมเป็นเนื้อเดียวกันได้ หรือให้ของเหลวที่มีสถานะเป็นตัวกลางฟุ้งกระจายในของเหลวที่เป็นอนุภาค เช่น เมื่อเติมสารสแปน 80 (Span 80) ที่ทำหน้าที่ประสานลงไปจะเกิดการอยู่ตัว และของเหลวทั้งสองชนิดจะไม่แยกออกจากกัน โดยเรียกสารที่ทำหน้าที่ประสานนี้ว่า อิมัลซิฟายเออร์ (Emulsifier)



รูปที่ 2 กระบวนการทำอิมัลชัน

รูปที่ 2A. เป็นการผสมระหว่างของเหลวชนิดที่ 1 และของเหลวชนิดที่ 2 โดยที่ของเหลวทั้งสองชนิดนี้ไม่สามารถรวมตัวกันได้ตามธรรมชาติ เมื่อทำการกวนหรือให้ความสั่นสะเทือนแก่ของเหลวทั้งสองของเหลวชนิดที่ 2 จะเริ่มแพร่กระจายลงไปของเหลวชนิดที่ 1 ดังแสดงในรูปที่ 2B. และเมื่อหยุดกวนหรือสั่น ของเหลวทั้งสองจะเริ่มแยกตัวและของเหลวชนิดที่ 2 จะลอยขึ้นไปด้านบนของของเหลวชนิดที่ 1 เช่นเดิม ดังรูปที่ 2C. หากทำการเติมสารที่ทำหน้าที่เป็นตัวประสานลงไปปริมาณที่ทำให้การฟุ้งกระจายของของเหลวชนิดที่ 1 คงที่ ดังรูปที่ 2D. ของเหลวชนิดที่ 2 จะกระจายอยู่ภายในของเหลวที่ 1 โดยที่ไม่แยกออกและลอยขึ้นด้านบนของเหลวชนิดที่ 1 อีก ตัวอย่างของอิมัลชันในชีวิตประจำวันที่สามารถพบเห็นได้ เช่น น้ำสลัด เป็นการผสมน้ำมันพืชและน้ำส้มสายชู เข้าด้วยกันโดยมีไข่ขาวทำหน้าที่เป็นตัวประสาน หรือ การผสมน้ำมันหอมระเหยที่สกัด

2.3 อัลตราโซนิก (Ultrasonic)

คลื่นเสียงอัลตราโซนิก [4] เป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงมากกว่า 20 กิโลเฮิรตซ์ จนถึง 106 กิโลเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นช่วงความถี่ที่หูของคนปกติไม่สามารถได้ยิน เพราะหูของคนปกติได้ยินเสียงในช่วงความถี่ 16-16000 เฮิรตซ์ คลื่นเสียงอัลตราโซนิกที่มีความแรงมากจะทำให้เกิดฟองอากาศ เกิดความดันสูง และเกิดความร้อนเฉพาะที่ พลังงานอัลตราโซนิกเกิดขึ้นภายในของเหลว โดยการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานพลังเสียง ระบบการทำงานของอัลตราโซนิกประกอบด้วย พื้นฐาน 4 ข้อ คือ ตัวกำเนิดพลังงาน (Generator) ขนาดของถังและวัตถุ, หัวสั่น (Transducers)

2.4 การประเมินสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซล

การทดสอบเครื่องยนต์นิยมใช้ไดนาโมมิเตอร์ โดยกำลังของเครื่องยนต์จะได้จาก

$$BP = \frac{2\pi nT}{(60)(1000)} \quad (1)$$

เมื่อ BP = กำลังเพลอาเบรคของเครื่องยนต์ (kW)

n = ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (rpm)

T = แรงบิด (Nm)

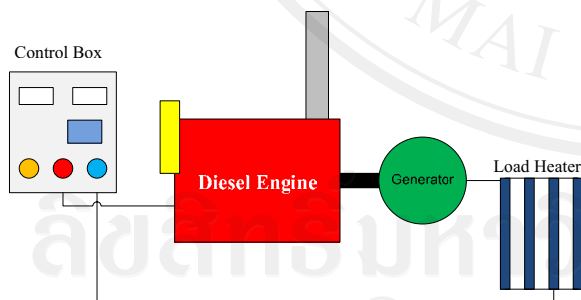
2.5 อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ (Specific fuel Consumption, SFC) อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ คือ การปริมาณการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ต่องานที่ได้จากเครื่องยนต์

$$SFC = \frac{m_f}{BP} \text{ (Kg/kWh)} \quad (2)$$

เมื่อ m_f = การปริมาณการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (kg/h)
 BP = กำลังเพลลาเบรคของเครื่องยนต์ (kW)

3. วิธีดำเนินงาน

ในการศึกษาใช้ เครื่องยนต์ดีเซลยี่ห้อรุ่น TF 75-LM ขนาดกำลังสูงสุดที่ 7.5 กิโลวัตต์ ที่ความเร็วรอบ 2,200 รอบต่อนาที การทดสอบจะใช้น้ำมันผสมดีเซลและมะเยาหินในรูปอิมัลชันเป็นเชื้อเพลิง โดยใช้เทคนิคการนำคลื่นความถี่อัลตราโซนิกที่ระดับความถี่ 28, 42 kHz ในผสมเป็นน้ำมันผสมในรูปอิมัลชัน โดยใช้อัตราส่วนผสมของดีเซล:น้ำมันมะเยาหิน:น้ำ(80:15:5)ซึ่งสัดส่วนดังกล่าวได้ผ่านการศึกษาค้นคว้าตามความเหมาะสมจากผลการศึกษาของ กิตติพงษ์, 255 [5] และสัดส่วนที่เหมาะสมของน้ำมันผสมดีเซลและมะเยาหินในรูปอิมัลชันของวรพจน์ และคณะ [6] เปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล กำหนดความเร็วรอบการทำงานของเครื่องยนต์ตั้งแต่ 1200 รอบต่อนาที ถึง 2000 รอบต่อนาที และเพิ่มจำนวนรอบเครื่องยนต์ครั้งละ 200 รอบต่อนาที แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์สมรรถนะของเครื่องยนต์ในเรื่องของ กำลังของเครื่องยนต์ แรงบิด อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และค่าไอเสีย ของเครื่องยนต์



รูปที่ 3 โดอะแกรมชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์เชื้อเพลิงดีเซล

4. ผลการศึกษา

4.1 ผลการศึกษาสมบัติของเชื้อเพลิง

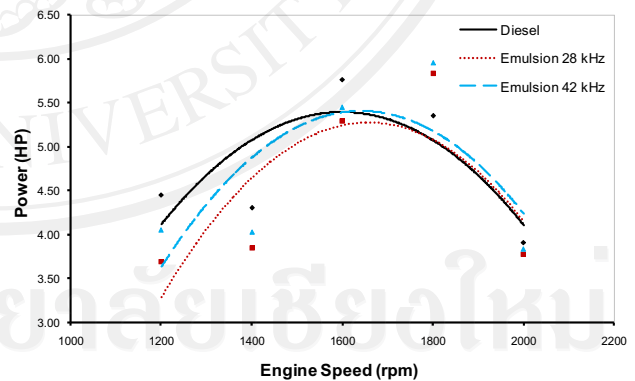
เมื่อนำน้ำมันมะเยาหินมาผลิตเป็นน้ำมันผสมในรูปอิมัลชัน โดยใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ขนาดความถี่ 28, 42 kHz พบว่าสมบัติของน้ำมันดังกล่าว มีค่าใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล โดยข้อมูลการเปรียบเทียบแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิง

Type of Oils	properties		
	h_f (kJ/kg)	Density(kg/ m ³)	Viscosity(Cst.)
Diesel	45,387	826	3.433
Tung oil	38,849	938.7	87.06
Emulsion 28 kHz	41,807	842	4.75
Emulsion 42 kHz	42,449	843	4.74

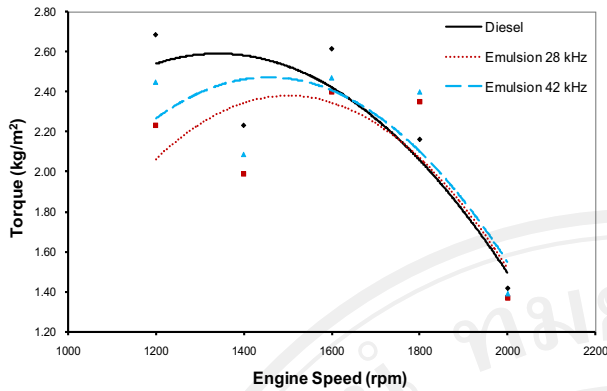
4.2 ผลการวิเคราะห์สมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลรอบต่ำ

เมื่อทำการทดสอบเครื่องยนต์รอบต่ำ โดยใช้น้ำมันผสมดีเซลและมะเยาหินในรูปอิมัลชันที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28, 42 kHz เป็นเชื้อเพลิง นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อทดสอบกับเครื่องยนต์ ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ในช่วง 1200-2000 รอบต่อนาที เพื่อศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ และค่าไอเสียจากการเผาไหม้ที่เกิดขึ้น เปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล โดยผลการทดสอบแสดงผลในรูปแบบของกราฟกำลังของเครื่องยนต์ แรงบิด อัตราการสิ้นเปลืองเครื่องยนต์ และค่าไอเสียจากเครื่องยนต์ ดังนี้



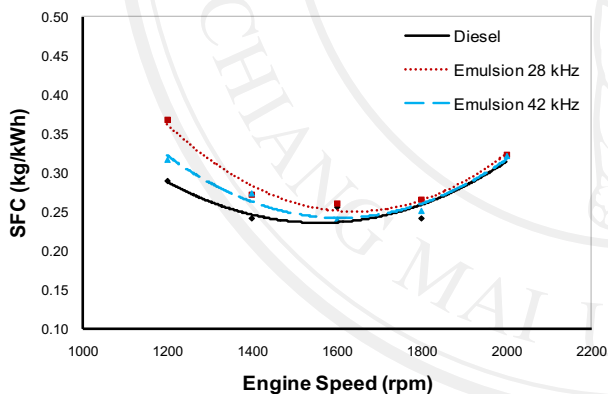
รูปที่ 4 กำลัง (แรงม้า) ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่างๆ ใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันอิมัลชันเป็นเชื้อเพลิง

จากรูปที่ 4 น้ำมันอิมัลชัน ที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 42 kHz ได้ค่าของกำลัง (แรงม้า) ที่ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล และได้กำลังที่สูงกว่าน้ำมันอิมัลชัน ที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 kHz ในช่วงความเร็วรอบ 1200-1600 รอบต่อนาที และเมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่สูงขึ้นพบว่า น้ำมันอิมัลชันที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28, 42 kHz ได้ค่าของกำลังที่ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมากขึ้นตามลำดับ



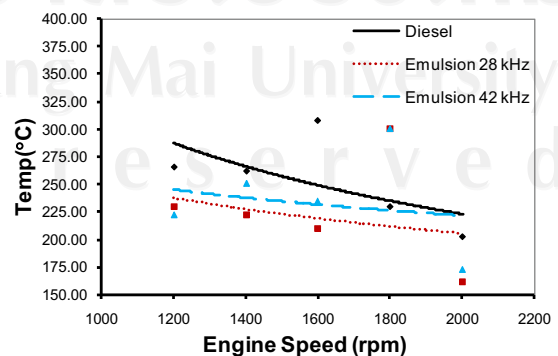
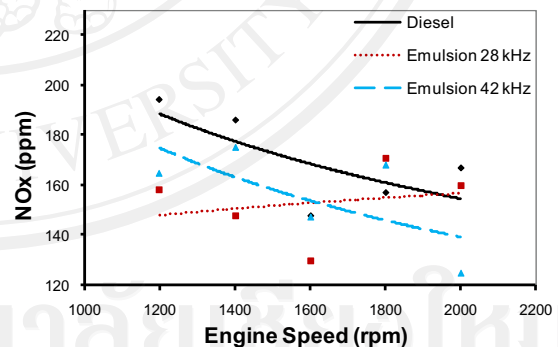
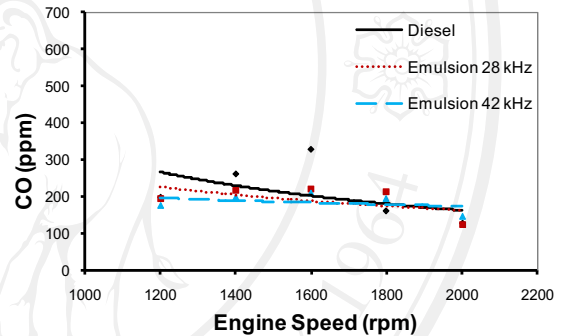
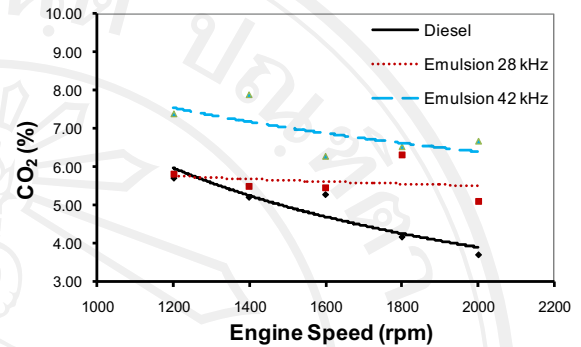
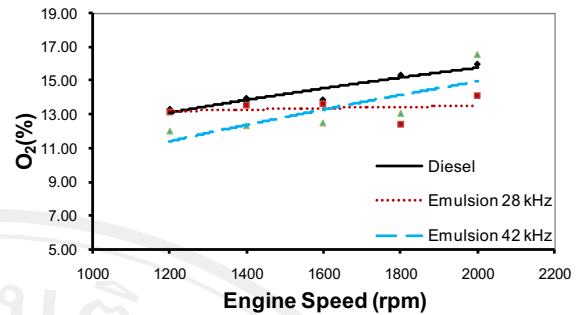
รูปที่ 5 แรงบิดที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่างๆ ใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันอิมัลชันเป็นเชื้อเพลิง

จากรูปที่ 5 ในช่วงความเร็วรอบ 1200-1600 รอบต่อนาที พบว่าน้ำมันอิมัลชันที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28, 42 kHz ได้ค่าของแรงบิดที่ได้ต่ำกว่ากว่าการใช้้ำมันดีเซล โดยแรงบิดของน้ำมันอิมัลชันที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28, 42 kHz จะมีความใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมากขึ้น เมื่อความเร็วรอบเครื่องยนต์สูงขึ้น ตั้งแต่ 1600-2000 รอบต่อนาที



รูปที่ 6 อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่างๆ ใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันอิมัลชันเป็นเชื้อเพลิง

จากรูปที่ 6 อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ พบว่าในช่วงความเร็วรอบ 1200-1600 รอบต่อนาที น้ำมันอิมัลชันที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28, 42 kHz เป็น มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะที่สูงกว่าน้ำมันผสมดีเซล เมื่อความเร็วรอบการทำงานของเครื่องยนต์ที่สูงขึ้นตั้งแต่ 1600-2000 รอบต่อนาที พบว่าน้ำมันอิมัลชันที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28, 42 kHz อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ จะมีแนวโน้มใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล



รูปที่ 8 ค่าไอเสียจากเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่างๆ ใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันอิมัลชันเป็นเชื้อเพลิง

จากรูปที่ 8 ค่าไอเสียของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันอิมัลชัน ด้วยคลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28, 42 kHz มีการปล่อยค่าไอเสียในปริมาณที่ต่ำกว่าน้ำมันดีเซล โดยสามารถอธิบายได้ดังนี้

ปริมาณก๊าซของ O_2 พบว่าน้ำมันอิมัลชันที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28, 42 kHz มีปริมาณการปล่อยก๊าซ O_2 ในปริมาณต่ำกว่าน้ำมันดีเซล

ปริมาณก๊าซของ CO_2 พบว่าน้ำมันอิมัลชันมีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์กว่าน้ำมันดีเซลในทุกช่วงความเร็วรอบการทำงานของเครื่องยนต์ โดยน้ำมันอิมัลชันที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 42 kHz จะปริมาณ CO_2 ที่สูงที่สุด

ปริมาณก๊าซของ CO พบว่าน้ำมันอิมัลชันที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28, 42 kHz มีปริมาณการปล่อยก๊าซ CO ที่ต่ำกว่าน้ำมันดีเซล

ปริมาณก๊าซของ NO_x พบว่าน้ำมันอิมัลชันที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 kHz มีปริมาณการปล่อย NO_x ในปริมาณที่ต่ำกว่าน้ำมันดีเซลและน้ำมันอิมัลชันที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 42 kHz

5. สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาการใช้คลื่นอัลตราโซนิกในการผลิตน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือเทศในรูปอิมัลชันเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก สามารถสรุปได้ดังนี้คือ

1. น้ำมันผสมดีเซลและมะเขือเทศในรูปอิมัลชันที่ความถี่ 42 kHz มีสมรรถนะมีค่าที่ใกล้เคียงกับดีเซล และมีสมรรถนะของเครื่องยนต์จะที่สูงกว่าน้ำมันผสมดีเซลและมะเขือเทศในรูปอิมัลชันที่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28 kHz
2. ปริมาณของก๊าซไอเสียจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันผสมดีเซลและมะเขือเทศในรูปอิมัลชันโดยใช้คลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 28,42kHz เป็นเชื้อเพลิง มีปริมาณของก๊าซไอเสียมีปริมาณการปล่อยที่ต่ำกว่าการใช้น้ำมันดีเซล และการเผาไหม้สมบูรณ์กว่าน้ำมันดีเซล

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัยให้กับโครงการวิจัยนี้, สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ, โครงการพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เรื่อง"ความเป็นเลิศด้านพลังงานสะอาดและการพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติที่ยั่งยืน", หน่วยวิจัยระบบอุณหภาพ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ศูนย์วิจัยพลังงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้ และ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] <http://library.dip.go.th/multim6/edoc/17219.pdf>
- [2] ศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้, การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากพืชน้ำมันชนิดใหม่ (มะเขือเทศ) สำหรับภาคเหนือของประเทศไทย, รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์, สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ(เครือข่ายภาคเหนือ)
- [3] [http:// Dictionary.References.com/browse. Emulsion](http://Dictionary.References.com/browse.Emulsion)
- [4] <http://www.acmekornultrasonic.com/index.php?mo=10&art=240831>
- [5] กิติพงษ์ นาคภักดี, 2551, ผลพหุจากการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันปาล์ม-ดีเซลผสมกับน้ำในเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก
- [6] วรพจน์ และคณะ, การวิเคราะห์สมรรถนะการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล ที่ใช้น้ำมันจากมะเขือเทศเป็นเชื้อเพลิง

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล

นายวรพจน์ โปธาเจริญ

วัน เดือน ปีเกิด

26 พฤษภาคม 2527

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี 2548-2551

อส.บ. เทคโนโลยีเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

มงคลล้านนาเขตพื้นที่ภาคพายัพ

ปริญญาโท 2551-ปัจจุบัน

วศ.ม. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมพลังงาน)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved