

## รายการอ้างอิง

- [1] Claude. M. Tracking industrial energy efficiency and CO<sub>2</sub> emission. International energy agency. (2007)
- [2] Michela. M. Experimental analysis and modelling of gasoil hydrotreatment process. Degli studi di Cagliari. (2001)
- [3] George W. H., Paul O. C., and Avelino. C. Processing biomass in conventional oil refineries: Production of high quality diesel by hydrotreating vegetable oils in heavy vacuum oil mixtures. Chemical Engineering Department, University of Massachusetts-Amherst, Amherst, MA 01003, USA. Applied Catalysis A: General. (2007): 120–129
- [4] Pavel. S., David. K., Gustav. S., and Milan. P. Hydroprocessed rapeseed oil as a source of hydrocarbon-based biodiesel. Institute of Chemical Technology, Prague, Department of Petroleum Technology and Alternative Fuels, Technick 5, 166 28 Prague 6, Czech Republic. Fuel 88,(2009): 145-149.
- [5] David. K., and Ludek. K. Deoxygenation of vegetable oils over sulfided Ni, Mo and NiMo catalysts. Department of Refinery and Petrochemical Research of Inorganic Chemistry, Institute of Chemical Process Fundamentals of the Academy of Sciences of the Czech Republic. Applied Catalysis A: General 372.(2010): 199-208.
- [6] I. Sebos., Matsoukas. A., Apostolopoulos. A., and Papayannakos. N. Catalytic hydroprocessing of cottonseed oil in petroleum diesel mixtures for production of renewable diesel. Fuel 88.(2009): 145–149
- [7] Somsak. S., and Jirdsak. T. Catalytic Hydrotreatment of Used Lubricating Oil. Thesis of Department of Chemical Engineering Chulalongkorn University, Phayathairoad, Bangkok 10330, Thailand (1995)
- [8] Senol., O.I., Viljava. T.R., and Krause A.O.I. Hydrodeoxygenation of methyl esters on sulphided NiMo/[gamma]-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and CoMo/[gamma]-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> catalysts. Catalysis Today 2005.100(3-4): 331-335.
- [9] Gandarias. I., Barrio. V.L., Requies. J., Arias. P.L., Cambra. J.F., and Guemez. M.B. From biomass to fuels: Hydrotreating of oxygenated compounds. INTERNATIONAL JOURNAL OF HYDROGEN ENERGY ( 2008 ): 3485 – 3488

- [10]. Pavel. S., David. K., Gustav. S., and Milan. P. Fuel properties of hydroprocessed rapeseed oil. Institute of Chemical Technology, Prague, Department of Petroleum Technology and Alternative Fuels, Technick 5, 166 28 Prague 6, Czech Republic. Fuel. (2010): 611-615
- [11]. Hardi. S. Production of a Diesel Fuel Cetane Enhancer from Canola Oil Using Supported Metallic Carbide and Nitride Catalysts. Thesis of Department of Chemical Engineering University of Saskatchewan Saskatoon, Saskatchewan. (2008)
- [12] Edward. F. Review Catalytic hydrodeoxygenation. IMAF Group, 184 Marlborough Avenue, Ottawa, Ont., Canada. Applied Catalysis A: General. (2000): 147-190
- [13] Chongkhong. S., Tongurai. C., Chetpattananondh. P., and Bunyakan. C. Biodiesel production by esterification of palm fatty acid distillate. Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University, HatYai, Songkhla 90112, Thailand. (2006).
- [14] Logan, T.J., Underwood. D. C., and Rheinecker. T.C. Hydrolysis of triglycerides, in United States Patent. (1980).
- [15] Gerhard. K. Biodiesel and renewable diesel: A comparison. National Center for Agricultural Utilization Research, Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture, 1815 N. University St., Peoria, IL 61604, USA. Progress in Energy and Combustion Science (2009): 1-10
- [16] Fogler. H.S., Elements of chemical reaction engineering, ed. F. edition. 1080.
- [17] Gusmao. J., Brodzki. D., Djega-Mariadassou G., and Frety. R., Utilization of vegetable oils as an alternative source for diesel-type fuel: hydrogracing on reduced Ni/SiO<sub>2</sub> and sulphided NiMo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Catalysis Today. (1989): 533-544
- [18] Jennifer. H., Chris. G., Rich. M., and Terry. M. UOP LLC Des Plaines, Illinois, USA. A NEW DEVELOPMENT IN RENEWABLEFUELS: GREEN DIESEL. Giovanni Faraci and Carlo Perego Eni S.p.A. Refining and Marketing Division Milan, Italy. (2007).

ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก

## ผลการโดยไมใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาภายใต้ความดันก๊าซไนโตรเจน

ตารางที่ ก-1 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 0.5 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่			ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3			
อัตราการผลิตของเหลว (มล/ชม)	0.2532	0.2534	0.2526	0.2531	0.1317	0.1844
อัตราการผลิตของก๊าซ (มล/ชม)	103.89	104.46	104.27	104.21	0.24	0.30
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	80.19	80.39	80.78	80.45	0.41	0.33
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	77.43	77.49	77.54	77.49	0.07	0.07
ค่าของกรด( Mg.KOH/g)	0.24	0.30	0.27	0.27	11.11	11.11
กรดไขมัน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	0.08	0.09	0.08	0.08	8.00	4.00
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.89	0.88	0.89	0.89	0.38	0.75

ตารางที่ ก-2 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่			ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3			
อัตราการผลิตของเหลว (มล/ชม)	0.2525	0.2530	0.2517	0.2524	0.2377	0.2773
อัตราการผลิตของก๊าซ (มล/ชม)	114.10	113.57	113.86	113.84	0.23	0.24
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	80.27	80.45	80.14	80.29	0.20	0.18
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	76.98	77.32	77.26	77.19	0.17	0.27
ค่าของกรด( Mg.KOH/g)	0.28	0.26	0.29	0.28	4.82	6.02
กรดไขมัน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	0.12	0.13	0.15	0.13	12.50	10.00
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.88	0.89	0.88	0.88	0.75	0.38

ตารางที่ ก-3 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 0.5 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่			ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3			
อัตราการใช้ของเหลว (มล/ชม)	0.2527	0.2541	0.2535	0.2534	0.2631	0.2894
อัตราการใช้ของก๊าซ (มล/ชม)	125.12	125.28	125.79	125.40	0.31	0.22
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	80.20	80.12	80.01	80.11	0.11	0.12
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	77.02	77.45	77.54	77.34	0.26	0.41
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	0.62	0.58	0.54	0.58	6.90	6.90
กรดไขมัน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	0.32	0.29	0.29	0.30	6.67	3.33
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.89	0.88	0.88	0.88	0.75	0.38

ตารางที่ ก-4 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 0.5 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่			ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3			
อัตราการใช้ของเหลว (มล/ชม)	0.2533	0.2518	0.2537	0.2529	0.3031	0.4481
อัตราการใช้ของก๊าซ (มล/ชม)	134.76	135.23	134.98	134.99	0.18	0.17
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	79.98	80.15	80.23	80.12	0.14	0.17
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	77.13	77.25	77.32	77.23	0.11	0.13
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	4.05	4.12	4.18	4.12	1.54	1.62
กรดไขมัน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	2.05	2.07	2.08	2.07	0.65	0.81
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.88	0.89	0.88	0.88	0.75	0.38

## ภาคผนวก ข

## ผลการโดยไม่ใช่ตัวเร่งปฏิกิริยาภายใต้ความดันก๊าซไฮโดรเจน

ตารางที่ ข-1 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 0.5 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่			ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3			
อัตราการใช้ของเหลว (มล/ชม)	0.2523	0.2532	0.2519	0.2525	0.2905	0.2245
อัตราการใช้ของก๊าซ (มล/ชม)	104.25	105.12	105.28	104.88	0.38	0.60
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	80.21	80.54	80.63	80.46	0.21	0.31
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	77.59	77.36	77.28	77.41	0.23	0.17
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	0.25	0.27	0.26	0.26	3.85	3.85
กรดไขมัน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	0.08	0.08	0.08	0.08	0.00	0.00
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.88	0.88	0.89	0.88	0.75	0.38

ตารางที่ ข-2 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 0.5 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่			ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3			
อัตราการใช้ของเหลว (มล/ชม)	0.2512	0.2538	0.2542	0.2531	0.4478	0.7376
อัตราการใช้ของก๊าซ (มล/ชม)	112.38	113.32	113.38	113.03	0.31	0.57
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	80.11	80.24	80.35	80.23	0.15	0.15
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	77.39	77.45	77.62	77.49	0.17	0.12
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	0.30	0.27	0.26	0.28	8.43	6.02
กรดไขมัน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	0.16	0.14	0.15	0.15	6.67	6.67
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.88	0.89	0.89	0.89	0.38	0.75

ตารางที่ ข-3 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 0.5 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่			ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3			
อัตราการใช้ของเหลว (มล/ชม)	0.2523	0.2534	0.2527	0.2528	0.2373	0.1978
อัตราการใช้ของก๊าซ (มล/ชม)	124.45	124.98	125.54	124.99	0.01	0.43
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	79.98	80.04	80.23	80.08	0.18	0.13
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	77.32	77.24	77.25	77.27	0.06	0.04
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	0.43	0.40	0.39	0.41	5.74	4.10
กรดไขมัน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	0.23	0.22	0.20	0.22	6.15	7.69
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.88	0.88	0.89	0.88	0.75	0.38

ตารางที่ ข-4 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 0.5 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่			ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3			
อัตราการใช้ของเหลว (มล/ชม)	0.2539	0.2528	0.2531	0.2533	0.2501	0.1843
อัตราการใช้ของก๊าซ (มล/ชม)	135.21	135.37	134.95	135.18	0.14	0.17
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	80.22	80.34	80.15	80.24	0.13	0.11
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	77.45	77.51	77.42	77.46	0.06	0.05
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	4.13	4.20	4.17	4.17	0.80	0.88
กรดไขมัน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	2.08	2.12	2.09	2.10	1.11	0.79
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.89	0.88	0.88	0.88	0.75	0.38

## ภาคผนวก ค

## ผลการทดลองโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิลโพลีบดินัม

ตารางที่ ค-1 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 0.5 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่				Max err.	Min err.
	1	2	3	ค่าเฉลี่ย		
อัตราการใช้ของเหลว (มล/ชม)	0.2524	0.2547	0.2541	0.2537	0.37	0.51
อัตราการใช้ของก๊าซ (มล/ชม)	106.53	105.27	105.49	105.76	0.72	0.46
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	82.06	82.79	82.60	82.48	0.37	0.51
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	77.20	81.00	77.70	78.63	3.01	1.82
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมัน (กรัม)	77.20	81.00	77.70	78.63	3.01	1.82
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำ (กรัม)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณน้ำ (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณอัลเคนรวม (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณอัลเคน C15 (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณอัลเคน C16 (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณอัลเคน C17 (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณอัลเคน C18 (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	10.69	10.56	10.84	10.70	1.35	1.29
ร้อยละกรดไขมัน (โดยน้ำหนัก)	5.57	5.64	5.53	5.58	1.15	0.91
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.88	0.88	0.88	0.88	0.02	0.16

ตารางที่ ค-2 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 1.0 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่				ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3				
อัตราการไหลของเหลว (มล/ชม)	0.4975	0.4994	0.5005	0.4991	0.29	0.33	
อัตราการไหลของก๊าซ (มล/ชม)	210.87	218.03	225.58	218.16	3.40	3.34	
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	161.71	162.33	162.72	162.25	0.29	0.33	
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	158.40	158.80	157.30	158.17	0.40	0.55	
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมัน (กรัม)	158.40	158.80	157.30	158.17	0.40	0.55	
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำ (กรัม)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ปริมาณน้ำ (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ปริมาณอัลเคนรวม (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ปริมาณอัลเคน C15 (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ปริมาณอัลเคน C16 (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ปริมาณอัลเคน C17 (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ปริมาณอัลเคน C18 (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	7.82	7.81	7.70	7.78	0.57	0.98	
ร้อยละกรดไขมัน (โดยน้ำหนัก)	3.88	3.98	3.89	3.91	1.55	0.99	
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.89	0.89	0.89	0.89	0.10	0.00	

ตารางที่ ค-3 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 1.5 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่			ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3			
อัตราการใช้ของเหลว (มล/ชม)	0.7488	0.7488	0.7502	0.7493	0.12	0.06
อัตราการใช้ของก๊าซ (มล/ชม)	328.55	336.78	323.93	329.76	2.13	1.77
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	243.42	243.42	243.88	243.57	0.12	0.06
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	240.00	239.00	242.00	240.33	0.69	0.14
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมัน (กรัม)	240.00	239.00	242.00	240.33	0.69	0.14
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำ (กรัม)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณน้ำ (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณอัลเคนรวม (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณอัลเคน C15 (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณอัลเคน C16 (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณอัลเคน C17 (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณอัลเคน C18 (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	6.04	6.07	6.10	6.07	0.50	0.49
ร้อยละกรดไขมัน (โดยน้ำหนัก)	2.99	3.03	2.92	2.98	1.62	1.97
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.89	0.89	0.89	0.89	0.01	0.08

ตารางที่ ค-4 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 0.5 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่			ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3			
อัตราการใช้ของเหลว (มล/ชม)	0.2536	0.2553	0.2530	0.2540	0.54	0.38
อัตราการใช้ของก๊าซ (มล/ชม)	117.50	118.69	108.56	114.91	3.28	5.53
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	82.43	83.00	82.25	82.56	0.54	0.38
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	79.20	79.40	77.50	78.70	0.89	1.52
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมัน (กรัม)	73.18	73.63	71.76	72.86	1.06	1.51
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำ (กรัม)	6.02	5.77	5.74	5.84	2.98	1.75
ปริมาณน้ำ (โดยน้ำหนัก)	7.60	7.27	7.41	7.43	2.33	2.11
ปริมาณอัลเคนรวม (โดยน้ำหนัก)	37.53	37.91	34.19	36.54	3.74	6.44
ปริมาณอัลเคน C15 (โดยน้ำหนัก)	1.42	1.36	1.27	1.35	5.20	5.99
ปริมาณอัลเคน C16 (โดยน้ำหนัก)	13.49	13.65	12.42	13.19	3.53	5.82
ปริมาณอัลเคน C17 (โดยน้ำหนัก)	2.37	2.30	2.10	2.26	5.11	6.81
ปริมาณอัลเคน C18 (โดยน้ำหนัก)	20.24	20.60	18.40	19.75	4.32	6.84
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	4.84	4.71	4.67	4.74	2.15	1.52
ร้อยละกรดไขมัน (โดยน้ำหนัก)	2.33	2.45	2.29	2.36	4.03	2.85
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.80	0.80	0.80	0.80	0.01	0.18

ตารางที่ ค-5 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 1.0 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่			ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3			
อัตราการใช้ของเหลว (มล/ชม)	0.5012	0.5000	0.4986	0.4999	0.25	0.27
อัตราการใช้ของก๊าซ (มล/ชม)	213.59	220.04	224.44	219.36	2.32	2.63
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	162.93	162.54	162.08	162.52	0.25	0.27
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	153.20	151.70	149.30	151.40	1.19	1.39
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมัน (กรัม)	146.77	145.06	142.85	144.89	1.29	1.41
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำ (กรัม)	6.43	6.64	6.45	6.51	2.03	1.17
ปริมาณน้ำ (โดยน้ำหนัก)	4.20	4.38	4.32	4.30	1.83	2.33
ปริมาณอัลเคนรวม (โดยน้ำหนัก)	14.59	14.48	14.32	14.46	0.87	1.00
ปริมาณอัลเคน C15 (โดยน้ำหนัก)	0.67	0.65	0.65	0.66	2.75	1.20
ปริมาณอัลเคน C16 (โดยน้ำหนัก)	5.04	5.03	4.98	5.02	0.53	0.75
ปริมาณอัลเคน C17 (โดยน้ำหนัก)	1.17	1.13	1.11	1.14	2.76	0.26
ปริมาณอัลเคน C18 (โดยน้ำหนัก)	7.70	7.67	7.58	7.65	0.64	0.90
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	8.45	8.75	8.54	8.58	2.03	1.53
ร้อยละกรดไขมัน (โดยน้ำหนัก)	4.07	4.13	4.15	4.11	0.80	1.12
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.83	0.83	0.83	0.83	0.02	0.14

ตารางที่ ค-6 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 1.5 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่			ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3			
อัตราการใช้ของเหลว (มล/ชม)	0.7546	0.7514	0.7523	0.7528	0.23	0.18
อัตราการใช้ของก๊าซ (มล/ชม)	334.77	337.95	351.90	341.54	3.03	1.98
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	245.29	244.28	244.56	244.71	0.24	0.18
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	231.00	224.00	224.00	226.33	2.06	1.03
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมัน (กรัม)	223.95	216.74	217.05	219.25	2.15	1.14
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำ (กรัม)	7.05	7.26	6.95	7.08	2.45	1.93
ปริมาณน้ำ (โดยน้ำหนัก)	3.05	3.24	3.10	3.13	3.51	2.53
ปริมาณอัลเคนรวม (โดยน้ำหนัก)	8.19	8.12	8.56	8.29	3.24	2.06
ปริมาณอัลเคน C15 (โดยน้ำหนัก)	0.42	0.41	0.42	0.42	1.09	2.14
ปริมาณอัลเคน C16 (โดยน้ำหนัก)	2.79	2.77	2.86	2.81	1.85	1.20
ปริมาณอัลเคน C17 (โดยน้ำหนัก)	0.72	0.71	0.76	0.73	3.15	1.94
ปริมาณอัลเคน C18 (โดยน้ำหนัก)	4.26	4.22	4.52	4.33	4.37	2.62
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	8.93	8.98	8.80	8.90	0.83	1.16
ร้อยละกรดไขมัน (โดยน้ำหนัก)	4.28	4.38	4.24	4.30	1.76	1.33
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.85	0.85	0.85	0.85	0.07	0.07

ตารางที่ ค-7 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 0.5 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่			ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3			
อัตราการใช้ของเหลว (มล/ชม)	0.2553	0.2501	0.2505	0.2519	1.31	0.73
อัตราการใช้ของก๊าซ (มล/ชม)	124.99	124.53	126.19	125.24	0.76	0.56
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	82.98	81.30	81.42	81.90	1.32	0.73
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	78.70	77.90	77.40	78.00	0.90	0.77
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมัน (กรัม)	69.36	69.16	68.42	68.98	0.55	0.81
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำ (กรัม)	9.34	8.74	8.98	9.02	3.53	3.06
ปริมาณน้ำ (โดยน้ำหนัก)	11.87	11.22	11.60	11.56	2.61	2.94
ปริมาณอัลเคนรวม (โดยน้ำหนัก)	85.68	85.03	81.26	83.99	2.01	3.25
ปริมาณอัลเคน C15 (โดยน้ำหนัก)	3.58	3.45	3.26	3.43	4.33	4.88
ปริมาณอัลเคน C16 (โดยน้ำหนัก)	28.66	28.05	27.73	28.15	1.82	1.48
ปริมาณอัลเคน C17 (โดยน้ำหนัก)	6.19	5.89	5.62	5.90	4.90	4.78
ปริมาณอัลเคน C18 (โดยน้ำหนัก)	47.12	46.41	46.02	46.52	1.30	1.07
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.01	0.99
ร้อยละกรดไขมัน (โดยน้ำหนัก)	0.04	0.04	0.04	0.04	1.42	0.01
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.76	0.76	0.76	0.76	0.01	0.11

ตารางที่ ค-8 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 1.0 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่			ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3			
อัตราการใช้ของเหลว (มล/ชม)	0.5000	0.5006	0.4993	0.5000	0.12	0.13
อัตราการใช้ของก๊าซ (มล/ชม)	247.22	261.71	251.25	253.40	3.28	2.44
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	162.54	162.74	162.31	162.53	0.13	0.13
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	154.80	156.10	153.90	154.93	0.75	0.67
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมัน (กรัม)	137.92	139.64	137.44	138.33	0.94	0.64
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำ (กรัม)	16.88	16.46	16.46	16.60	1.68	0.82
ปริมาณน้ำ (โดยน้ำหนัก)	10.90	10.55	10.69	10.72	1.76	1.56
ปริมาณอัลเคนรวม (โดยน้ำหนัก)	76.43	69.48	66.24	70.72	8.08	6.34
ปริมาณอัลเคน C15 (โดยน้ำหนัก)	2.87	2.61	2.50	2.66	7.98	6.14
ปริมาณอัลเคน C16 (โดยน้ำหนัก)	28.36	25.39	23.95	25.90	9.50	7.54
ปริมาณอัลเคน C17 (โดยน้ำหนัก)	2.75	4.38	4.23	3.79	15.67	27.40
ปริมาณอัลเคน C18 (โดยน้ำหนัก)	42.45	37.10	35.56	38.37	10.63	7.32
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	2.13	2.07	2.22	2.14	3.78	3.41
ร้อยละกรดไขมัน (โดยน้ำหนัก)	1.82	1.71	1.84	1.79	2.91	4.34
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.78	0.78	0.78	0.78	0.05	0.11

ตารางที่ ค-9 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 1.5 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่			ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3			
อัตราการใช้ของเหลว (มล/ชม)	0.7553	0.7546	0.7514	0.7538	0.20	0.30
อัตราการใช้ของก๊าซ (มล/ชม)	363.73	356.23	347.87	355.94	2.19	2.27
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	245.54	245.29	244.28	245.04	0.21	0.31
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	233.00	230.00	231.00	231.33	0.72	0.58
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมัน (กรัม)	213.73	210.89	210.67	211.76	0.93	0.52
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำ (กรัม)	19.27	19.11	20.33	19.57	3.88	2.33
ปริมาณน้ำ (โดยน้ำหนัก)	8.27	8.31	8.80	8.46	4.03	2.25
ปริมาณอัลเคนรวม (โดยน้ำหนัก)	65.83	62.58	57.95	62.12	5.97	6.70
ปริมาณอัลเคน C15 (โดยน้ำหนัก)	2.50	2.37	2.18	2.35	6.25	7.17
ปริมาณอัลเคน C16 (โดยน้ำหนัก)	23.72	22.73	21.20	22.55	5.20	5.99
ปริมาณอัลเคน C17 (โดยน้ำหนัก)	4.27	4.04	3.67	3.99	6.99	8.08
ปริมาณอัลเคน C18 (โดยน้ำหนัก)	35.34	33.44	30.90	33.23	6.35	6.99
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	5.30	5.39	5.42	5.37	1.00	1.34
ร้อยละกรดไขมัน (โดยน้ำหนัก)	2.66	2.58	2.73	2.65	2.73	2.86
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.78	0.78	0.79	0.78	0.07	0.02

ตารางที่ ค-10 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 0.5 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่			ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3			
อัตราการใช้ของเหลว (มล/ชม)	0.2536	0.2507	0.2513	0.2518	0.69	0.46
อัตราการใช้ของก๊าซ (มล/ชม)	131.66	130.96	131.20	131.27	0.29	0.24
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	82.43	81.49	81.68	81.87	0.69	0.46
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	76.70	79.40	76.30	77.47	2.50	1.51
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมัน (กรัม)	68.04	70.22	67.43	68.56	2.42	1.65
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำ (กรัม)	8.66	9.18	8.87	8.90	3.07	2.70
ปริมาณน้ำ (โดยน้ำหนัก)	11.30	11.56	11.63	11.49	1.16	1.73
ปริมาณอัลเคนรวม (โดยน้ำหนัก)	95.70	95.16	91.32	94.06	1.75	2.91
ปริมาณอัลเคน C15 (โดยน้ำหนัก)	6.08	6.23	5.57	5.96	2.07	6.61
ปริมาณอัลเคน C16 (โดยน้ำหนัก)	32.28	32.19	31.45	31.97	0.95	1.64
ปริมาณอัลเคน C17 (โดยน้ำหนัก)	9.79	9.79	8.82	9.47	3.43	6.81
ปริมาณอัลเคน C18 (โดยน้ำหนัก)	47.55	46.94	45.48	46.66	1.91	2.52
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.33	0.33
ร้อยละกรดไขมัน (โดยน้ำหนัก)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.44	1.87
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.76	0.76	0.76	0.76	0.04	0.10

ตารางที่ ค-11 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 1.0 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่			ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3			
อัตราการใช้ของเหลว (มล/ชม)	0.5005	0.5006	0.5012	0.5008	0.08	0.05
อัตราการใช้ของก๊าซ (มล/ชม)	272.96	271.64	266.46	270.36	0.96	1.44
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	162.72	162.74	162.93	162.79	0.08	0.05
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	154.00	154.00	154.90	154.30	0.39	0.19
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมัน (กรัม)	136.15	136.67	137.06	136.63	0.32	0.35
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำ (กรัม)	17.85	17.33	17.84	17.67	1.01	1.95
ปริมาณน้ำ (โดยน้ำหนัก)	11.59	11.25	11.52	11.45	1.21	1.76
ปริมาณอัลเคนรวม (โดยน้ำหนัก)	93.07	90.74	91.46	91.76	1.43	1.11
ปริมาณอัลเคน C15 (โดยน้ำหนัก)	5.24	4.94	5.05	5.08	3.23	2.69
ปริมาณอัลเคน C16 (โดยน้ำหนัก)	32.34	31.89	31.70	31.98	1.13	0.85
ปริมาณอัลเคน C17 (โดยน้ำหนัก)	8.36	7.81	8.65	8.28	4.56	5.59
ปริมาณอัลเคน C18 (โดยน้ำหนัก)	47.13	46.10	46.06	46.43	1.50	0.80
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	0.76	0.72	0.76	0.74	1.67	3.35
ร้อยละกรดไขมัน (โดยน้ำหนัก)	0.15	0.16	0.15	0.15	0.93	0.47
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.77	0.77	0.77	0.77	0.05	0.01

ตารางที่ ค-12 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 1.5 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่			ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3			
อัตราการไหลของเหลว (มล/ชม)	0.7481	0.7499	0.7500	0.7493	0.09	0.16
อัตราการไหลของก๊าซ (มล/ชม)	383.25	378.82	378.82	380.30	0.78	0.39
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	243.19	243.77	243.81	243.59	0.09	0.16
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	234.00	235.00	236.00	235.00	0.43	0.43
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมัน (กรัม)	209.86	211.08	211.76	210.90	0.41	0.49
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำ (กรัม)	24.14	23.92	24.24	24.10	0.58	0.74
ปริมาณน้ำ (โดยน้ำหนัก)	10.31	10.18	10.27	10.25	0.58	0.74
ปริมาณอัลเคนรวม (โดยน้ำหนัก)	75.61	74.13	80.98	76.91	5.30	3.61
ปริมาณอัลเคน C15 (โดยน้ำหนัก)	3.92	3.75	4.10	3.92	4.56	4.44
ปริมาณอัลเคน C16 (โดยน้ำหนัก)	27.26	27.78	29.91	28.32	5.64	3.73
ปริมาณอัลเคน C17 (โดยน้ำหนัก)	6.09	5.52	6.17	5.93	4.15	6.87
ปริมาณอัลเคน C18 (โดยน้ำหนัก)	38.35	37.09	40.80	38.74	5.30	4.27
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	3.32	3.55	3.46	3.44	3.22	3.57
ร้อยละกรดไขมัน (โดยน้ำหนัก)	1.05	0.96	1.17	1.06	10.51	9.64
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.78	0.78	0.78	0.78	0.02	0.07

## ภาคผนวก ง

## ผลการทดลองโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์โมลิบดินัม

ตารางที่ ง-1 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 0.5 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่			ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3			
อัตราการไหลของเหลว (มล/ชม)	0.2518	0.2542	0.2530	0.2530	0.47	0.47
อัตราการไหลของก๊าซ (มล/ชม)	104.40	98.36	106.22	103.06	1.30	4.56
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	81.86	28.62	82.24	82.24	.046	0.46
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	75.00	77.00	76.50	76.16	1.10	1.52
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมัน (กรัม)	75.00	77.00	76.50	76.16	1.10	1.52
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำ (กรัม)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณน้ำ (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณอัลเคนรวม (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณอัลเคน C15 (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณอัลเคน C16 (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณอัลเคน C17 (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณอัลเคน C18 (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	1.64	1.44	1.45	1.51	8.83	4.94
ร้อยละกรดไขมัน (โดยน้ำหนัก)	5.43	5.47	5.47	5.46	0.24	0.47
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.88	0.88	0.88	0.88	0.02	0.12

ตารางที่ ง-2 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 1.0 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่			ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3			
อัตราการใช้ของเหลว (มล/ชม)	0.4980	0.4994	0.4994	0.4991	0.06	0.22
อัตราการใช้ของก๊าซ (มล/ชม)	205.42	206.03	206.44	205.96	0.23	0.26
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	161.88	162.51	162.33	162.24	0.05	0.22
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	153.80	154.00	153.60	153.80	0.13	0.13
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมัน (กรัม)	153.80	154.00	153.60	153.80	0.13	0.13
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำ (กรัม)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณน้ำ (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณอัลเคนรวม (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณอัลเคน C15 (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณอัลเคน C16 (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณอัลเคน C17 (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณอัลเคน C18 (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	1.19	1.12	1.24	1.18	5.02	5.30
ร้อยละกรดไขมัน (โดยน้ำหนัก)	3.78	3.90	3.77	3.82	2.17	1.27
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.89	0.88	0.89	0.89	0.09	0.16

ตารางที่ ง-3 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 1.5 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่			ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3			
อัตราการใช้ของเหลว (มล/ชม)	0.7495	0.7502	0.7509	0.7502	0.09	0.09
อัตราการใช้ของก๊าซ (มล/ชม)	312.15	311.11	309.96	311.07	0.01	0.35
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	243.64	243.87	244.10	243.87	0.09	0.09
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	236.00	235.00	234.00	235.00	0.42	0.42
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมัน (กรัม)	236.00	235.00	234.00	235.00	0.42	0.42
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำ (กรัม)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณน้ำ (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณอัลเคนรวม (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณอัลเคน C15 (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณอัลเคน C16 (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณอัลเคน C17 (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณอัลเคน C18 (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	0.99	0.93	0.91	0.94	4.77	3.99
ร้อยละกรดไขมัน (โดยน้ำหนัก)	2.92	2.96	3.01	2.96	1.49	0.06
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.89	0.89	0.89	0.89	0.07	0.01

ตารางที่ ง-4 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 0.5 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่			ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3			
อัตราการใช้ของเหลว (มล/ชม)	0.2524	0.2536	0.2518	0.2526	0.39	0.31
อัตราการใช้ของก๊าซ (มล/ชม)	113.23	113.47	105.08	110.59	2.60	4.98
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	82.05	82.43	81.56	82.11	0.38	0.66
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	77.40	77.80	78.00	77.73	0.09	0.34
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมัน (กรัม)	74.40	76.60	74.94	74.66	2.59	0.37
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำ (กรัม)	2.95	3.19	3.05	3.07	3.90	0.65
ปริมาณน้ำ (โดยน้ำหนัก)	3.81	4.11	3.91	3.94	3.29	4.31
ปริมาณอัลเคนรวม (โดยน้ำหนัก)	8.79	8.64	8.66	8.70	0.68	0.45
ปริมาณอัลเคน C15 (โดยน้ำหนัก)	0.15	0.14	0.15	0.15	4.98	5.81
ปริมาณอัลเคน C16 (โดยน้ำหนัก)	3.58	3.55	3.54	3.55	0.64	0.46
ปริมาณอัลเคน C17 (โดยน้ำหนัก)	0.23	0.22	0.22	0.22	3.65	1.86
ปริมาณอัลเคน C18 (โดยน้ำหนัก)	4.84	4.74	4.76	4.78	1.22	0.82
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	9.27	9.13	9.31	9.24	0.33	1.17
ร้อยละกรดไขมัน (โดยน้ำหนัก)	4.33	4.31	4.18	4.27	1.36	2.19
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.86	0.86	0.86	0.86	0.00	0.12

ตารางที่ ง-5 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 1.0 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่			ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3			
อัตราการใช้ของเหลว (มล/ชม)	0.5050	0.5060	0.4990	0.5008	0.83	0.35
อัตราการใช้ของก๊าซ (มล/ชม)	228.64	230.23	225.38	228.09	1.18	0.24
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	162.70	162.73	162.50	162.64	0.03	0.08
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	159.50	159.80	159.30	159.20	0.18	0.56
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมัน (กรัม)	155.08	155.58	153.65	154.77	0.20	0.72
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำ (กรัม)	4.41	4.21	4.64	4.42	4.75	0.22
ปริมาณน้ำ (โดยน้ำหนัก)	2.76	2.63	2.93	2.77	5.05	0.36
ปริมาณอัลเคนรวม (โดยน้ำหนัก)	3.01	2.90	3.15	3.02	0.33	4.30
ปริมาณอัลเคน C15 (โดยน้ำหนัก)	0.05	0.00	0.06	0.03	0.00	0.00
ปริมาณอัลเคน C16 (โดยน้ำหนัก)	1.22	1.17	1.27	1.22	4.32	0.06
ปริมาณอัลเคน C17 (โดยน้ำหนัก)	0.07	0.07	0.08	0.07	10.28	6.95
ปริมาณอัลเคน C18 (โดยน้ำหนัก)	1.68	1.62	1.74	1.68	3.57	3.75
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	4.68	4.73	4.49	4.63	2.00	3.00
ร้อยละกรดไขมัน (โดยน้ำหนัก)	1.85	1.82	1.89	1.85	1.85	1.63
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.88	0.87	0.87	0.87	0.14	0.02

ตารางที่ ง-6 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 1.5 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่			ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3			
อัตราการใช้ของเหลว (มล/ชม)	0.7530	0.7522	0.7523	0.7525	0.06	0.04
อัตราการใช้ของก๊าซ (มล/ชม)	343.37	339.27	341.25	341.30	0.01	0.60
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	244.78	244.53	244.55	244.62	0.06	0.03
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	230.00	228.00	229.00	229.00	0.43	0.43
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมัน (กรัม)	225.59	223.28	224.60	224.49	0.49	0.53
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำ (กรัม)	4.40	4.71	4.39	4.50	4.66	2.44
ปริมาณน้ำ (โดยน้ำหนัก)	1.91	2.06	1.92	1.96	5.10	2.55
ปริมาณอัลเคนรวม (โดยน้ำหนัก)	1.52	1.59	1.65	1.59	3.77	0.0
ปริมาณอัลเคน C15 (โดยน้ำหนัก)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณอัลเคน C16 (โดยน้ำหนัก)	0.65	0.67	0.70	0.67	3.72	3.09
ปริมาณอัลเคน C17 (โดยน้ำหนัก)	0.04	0.04	0.04	0.04	7.63	1.24
ปริมาณอัลเคน C18 (โดยน้ำหนัก)	0.83	0.88	0.91	0.88	4.11	4.72
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	3.90	3.67	3.68	3.75	3.99	2.12
ร้อยละกรดไขมัน (โดยน้ำหนัก)	1.56	1.58	1.52	1.55	1.77	2.11
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.88	0.88	0.88	0.88	0.14	0.16

ตารางที่ ง-7 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 0.5 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่			ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3			
อัตราการใช้ของเหลว (มล/ชม)	0.2524	0.2513	0.2525	0.2521	0.11	0.31
อัตราการใช้ของก๊าซ (มล/ชม)	124.25	126.35	126.72	126.10	0.49	0.19
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	78.30	78.80	75.90	77.60	0.82	1.46
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	78.70	77.90	77.40	78.00	0.89	0.76
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมัน (กรัม)	73.34	73.93	71.21	72.83	0.70	2.22
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำ (กรัม)	4.95	4.86	4.68	4.83	2.48	0.62
ปริมาณน้ำ (โดยน้ำหนัก)	6.32	6.16	5.90	6.13	3.09	0.48
ปริมาณอัลเคนรวม (โดยน้ำหนัก)	39.77	38.93	39.95	39.55	0.55	1.01
ปริมาณอัลเคน C15 (โดยน้ำหนัก)	0.86	0.84	0.86	0.86	0.60	1.45
ปริมาณอัลเคน C16 (โดยน้ำหนัก)	16.32	15.99	16.33	16.21	0.68	0.71
ปริมาณอัลเคน C17 (โดยน้ำหนัก)	1.27	1.25	1.27	1.26	0.56	1.27
ปริมาณอัลเคน C18 (โดยน้ำหนัก)	21.32	20.86	21.49	21.22	1.28	1.73
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	6.95	6.58	7.09	6.87	3.15	4.27
ร้อยละกรดไขมัน (โดยน้ำหนัก)	3.05	2.93	2.89	2.95	3.14	2.26
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.82	0.82	0.82	0.82	0.03	0.27

ตารางที่ ง-8 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 1.0 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่			ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3			
อัตราการไหลของเหลว (มล/ชม)	0.4993	0.5006	0.5005	0.5001	0.10	0.08
อัตราการไหลของก๊าซ (มล/ชม)	250.42	248.46	249.35	249.35	0.35	0.42
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	155.80	155.80	155.80	155.80	0.00	0.00
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	154.80	156.10	153.90	154.93	0.75	0.66
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมัน (กรัม)	147.98	148.23	147.86	148.02	0.14	0.10
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำ (กรัม)	8.81	7.56	7.93	7.77	13.38	2.70
ปริมาณน้ำ (โดยน้ำหนัก)	5.01	4.85	5.09	4.98	0.60	2.61
ปริมาณอัลเคนรวม (โดยน้ำหนัก)	32.94	34.28	32.45	33.23	0.87	2.34
ปริมาณอัลเคน C15 (โดยน้ำหนัก)	0.80	0.84	0.80	0.81	3.15	1.68
ปริมาณอัลเคน C16 (โดยน้ำหนัก)	13.47	13.99	13.39	13.62	1.08	1.69
ปริมาณอัลเคน C17 (โดยน้ำหนัก)	1.15	1.20	1.15	1.17	2.85	1.55
ปริมาณอัลเคน C18 (โดยน้ำหนัก)	17.53	18.26	17.12	17.63	3.52	2.90
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	8.01	8.04	7.74	7.93	1.14	2.41
ร้อยละกรดไขมัน (โดยน้ำหนัก)	3.72	3.84	3.64	3.73	3.02	2.58
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.82	0.82	0.82	0.82	0.09	0.09

ตารางที่ ง-9 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 1.5 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่			ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3			
อัตราการใช้ของเหลว (มล/ชม)	0.7536	0.7530	0.7546	0.7538	0.02	0.10
อัตราการใช้ของก๊าซ (มล/ชม)	366.40	361.41	375.22	367.85	0.39	2.00
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	230.00	228.00	229.00	229.00	0.43	0.00
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	233.00	230.00	231.00	231.33	0.72	0.57
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมัน (กรัม)	224.96	223.34	224.13	224.15	0.36	0.00
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำ (กรัม)	5.03	4.65	4.83	4.85	0.41	4.12
ปริมาณน้ำ (โดยน้ำหนัก)	2.18	2.04	2.11	2.11	0.00	3.31
ปริมาณอัลเคนรวม (โดยน้ำหนัก)	20.08	20.29	20.54	20.30	1.08	1.18
ปริมาณอัลเคน C15 (โดยน้ำหนัก)	0.54	0.55	0.56	0.55	1.19	1.22
ปริมาณอัลเคน C16 (โดยน้ำหนัก)	8.32	8.42	8.47	8.40	0.98	0.79
ปริมาณอัลเคน C17 (โดยน้ำหนัก)	0.73	0.74	0.74	0.74	0.26	0.91
ปริมาณอัลเคน C18 (โดยน้ำหนัก)	10.49	10.59	10.77	10.61	1.46	1.18
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	8.80	8.45	8.99	8.75	0.65	3.40
ร้อยละกรดไขมัน (โดยน้ำหนัก)	3.95	4.05	3.84	3.95	2.57	2.73
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.85	0.85	0.85	0.85	0.01	0.10

ตารางที่ ง-10 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 0.5 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่			ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3			
อัตราการใช้ของเหลว (มล/ชม)	0.2518	0.2524	0.2513	0.2518	0.19	0.23
อัตราการใช้ของก๊าซ (มล/ชม)	134.98	135.85	135.67	135.50	0.38	0.25
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	81.86	82.05	81.67	81.86	0.00	0.23
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	75.80	76.10	75.90	75.93	0.22	0.03
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมัน (กรัม)	68.15	68.58	68.29	68.34	0.35	0.07
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำ (กรัม)	7.64	7.51	7.60	7.58	0.92	0.79
ปริมาณน้ำ (โดยน้ำหนัก)	10.07	9.87	10.02	9.99	0.30	0.80
ปริมาณอัลเคนรวม (โดยน้ำหนัก)	84.70	84.72	81.31	83.58	1.34	2.71
ปริมาณอัลเคน C15 (โดยน้ำหนัก)	3.81	3.79	3.66	3.45	1.42	2.47
ปริมาณอัลเคน C16 (โดยน้ำหนัก)	31.26	31.36	30.02	30.88	1.57	2.80
ปริมาณอัลเคน C17 (โดยน้ำหนัก)	5.19	5.20	4.99	5.12	1.42	2.71
ปริมาณอัลเคน C18 (โดยน้ำหนัก)	44.45	44.37	42.65	43.82	2.67	2.67
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	3.18	3.40	3.13	3.24	4.90	3.15
ร้อยละกรดไขมัน (โดยน้ำหนัก)	1.37	1.39	1.33	1.36	1.89	2.34
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.77	0.77	0.77	0.77	0.01	0.24

ตารางที่ ง-11 ผลการทดลองที่อุณหภูมิตั้งที่ 350 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 1.0 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่				ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3				
อัตราการใช้ของเหลว (มล/ชม)	0.499	0.5012	0.5005	0.5005	0.00	0.11	
อัตราการใช้ของก๊าซ (มล/ชม)	266.50	262.94	266.93	265.12	0.52	0.68	
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	162.51	162.93	162.70	162.71	0.00	0.12	
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	155.20	155.80	154.80	155.26	0.29	0.03	
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมัน (กรัม)	146.10	146.62	145.97	146.23	0.17	0.08	
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำ (กรัม)	9.09	9.17	8.82	9.03	0.66	1.55	
ปริมาณน้ำ (โดยน้ำหนัก)	5.86	5.88	5.70	5.81	0.86	1.20	
ปริมาณอัลเคนรวม (โดยน้ำหนัก)	35.06	34.32	35.35	34.91	0.42	1.69	
ปริมาณอัลเคน C15 (โดยน้ำหนัก)	1.63	1.65	1.67	1.65	0.92	1.12	
ปริมาณอัลเคน C16 (โดยน้ำหนัก)	14.23	14.20	14.61	14.35	1.81	1.02	
ปริมาณอัลเคน C17 (โดยน้ำหนัก)	2.36	2.12	2.18	2.22	6.20	4.41	
ปริมาณอัลเคน C18 (โดยน้ำหนัก)	16.84	16.35	16.90	16.70	1.23	2.08	
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	8.35	8.20	8.31	8.29	0.74	1.05	
ร้อยละกรดไขมัน (โดยน้ำหนัก)	3.97	3.88	4.01	3.95	1.44	1.94	
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.82	0.82	0.82	0.82	0.09	0.00	

ตารางที่ ง-12 ผลการทดลองที่อุณหภูมิตั้งที่ 350 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซของของเหลว 1.5 ต่อชั่วโมง

รายการ	ตัวอย่างที่			ค่าเฉลี่ย	Max err.	Min err.
	1	2	3			
อัตราการไหลของเหลว (มล/ชม)	0.7523	0.7514	0.7530	0.7522	0.10	0.01
อัตราการไหลของก๊าซ (มล/ชม)	395.87	412.90	394.26	401.01	1.28	2.96
ปริมาณสารตั้งต้น (กรัม)	244.55	244.27	244.78	244.54	0.09	0.00
ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (กรัม)	225.00	227.00	227.00	226.00	0.44	0.44
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมัน (กรัม)	218.10	219.89	220.05	219.35	0.31	0.56
ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำ (กรัม)	6.89	7.10	6.94	6.98	0.57	1.71
ปริมาณน้ำ (โดยน้ำหนัก)	3.06	3.12	3.06	3.08	0.64	1.29
ปริมาณอัลเคนรวม (โดยน้ำหนัก)	24.67	25.07	35.31	25.02	1.15	0.19
ปริมาณอัลเคน C15 (โดยน้ำหนัก)	1.09	1.10	1.10	1.10	0.41	0.26
ปริมาณอัลเคน C16 (โดยน้ำหนัก)	10.35	10.52	10.58	10.49	0.94	1.27
ปริมาณอัลเคน C17 (โดยน้ำหนัก)	1.37	1.40	1.40	1.39	0.91	1.58
ปริมาณอัลเคน C18 (โดยน้ำหนัก)	11.87	12.05	12.23	12.05	1.51	1.52
ค่าของกรด (Mg.KOH/g)	8.90	8.81	8.85	8.86	0.50	0.02
ร้อยละกรดไขมัน (โดยน้ำหนัก)	4.09	4.07	4.13	4.09	0.79	0.63
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	0.84	0.84	0.84	0.84	0.00	0.00



## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ภทร จิรเศวตกุล เกิดเมื่อวันที่ 19 ธันวาคม พ.ศ. 2528 ภูมิลำเนาเดิมอยู่ที่กรุงเทพมหานคร  
ที่อยู่ปัจจุบัน 58/409 ถนนรังสิต-นครนายก ตำบลบึงนาราง อำเภอรังษีบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

### ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2541-2543	มัธยมต้น โรงเรียนบดินทรเดชา(สิงห์ สิงหเสนี)2
พ.ศ. 2544-2546	มัธยมปลาย โรงเรียนบดินทรเดชา(สิงห์ สิงหเสนี)2
พ.ศ. 2547-2550	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2551-2553	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

