

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการทดลอง

ภาคผนวก ก -1 ผลการทดลองสภาวะที่เหมาะสมในการไพโรไลซิส

ตารางที่ ก-1.1 ปริมาณของเชื้อเพลิงเหลวที่ได้จากการไพโรไลซิส ที่อุณหภูมิ 200 – 500 °C อัตราการไหลของก๊าซไนโตรเจน 0.1 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

อุณหภูมิ (°C)	ปริมาณเชื้อเพลิงเหลวที่ได้ (ml)				SD	%RSD
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย		
200	11	12	8	10.33	2.08	20.15
300	102	95	110	102.33	7.51	7.33
350	148	139	156	147.67	8.5	5.76
400	96	80	92	89.33	8.33	9.32
500	52	68	68	62.67	9.24	14.74

ตารางที่ ก-1.2 ปริมาณของเชื้อเพลิงเหลวที่ได้จากการไพโรไลซิส ที่อุณหภูมิ 200 – 500 °C อัตราการไหลของก๊าซไนโตรเจน 0.45 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

อุณหภูมิ (°C)	ปริมาณเชื้อเพลิงเหลวที่ได้ (ml)				SD	%RSD
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย		
200	113	96	102	103.67	8.62	8.32
300	417	426	408	417	9.00	2.16
350	541	532	563	545.33	15.95	2.92
400	325	322	359	335.33	20.55	6.13
500	98	86	74	86	12.00	13.95

ตารางที่ ก-1.3 ปริมาณของเชื้อเพลิงเหลวที่ได้จากการไพโรไลซิส ที่อุณหภูมิ 200 – 500 °C อัตราการไหลของก๊าซไนโตรเจน 0.75 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

อุณหภูมิ (°C)	ปริมาณเชื้อเพลิงเหลวที่ได้ (ml)				SD	%RSD
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย		
200	75	64	68	69	5.57	8.07
300	280	215	255	250	32.79	13.11
350	308	298	321	309	11.53	3.73
400	255	267	275	265.67	10.07	3.79
500	105	97	93	98.33	6.11	6.21

ตารางที่ ก-1.4 ปริมาณของเชื้อเพลิงเหลวที่ได้จากการไพโรไลซิส ที่อุณหภูมิ 200 – 500 °C อัตราการไหลของก๊าซไนโตรเจน 1.0 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

อุณหภูมิ (°C)	ปริมาณเชื้อเพลิงเหลวที่ได้ (ml)				SD	%RSD
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย		
200	70	60	63	64.33	5.13	7.98
300	260	290	315	288.33	27.54	9.55
350	290	283	318	297	18.52	6.24
400	240	312	275	275.67	36.00	13.06
500	118	105	125	116	10.15	8.75

ตารางที่ ก-1.5 ปริมาณของเชื้อเพลิงเหลวที่ได้จากการไพโรไลซิส ที่อุณหภูมิ 350 °C อัตราการไหลของก๊าซไนโตรเจน 0.45 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 1, 2 และ 3 ชั่วโมง

เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณเชื้อเพลิงเหลวที่ได้ (ml)				SD	%RSD
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย		
1	523	561	545	543	19.08	3.52
2	541	532	563	545.33	15.95	2.92
3	534	528	547	536.33	9.71	1.81

ตารางที่ ก-1.6 ปริมาณของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วที่เหลือจากการไพโรไลซิส ที่อุณหภูมิ 200 – 500 °C อัตราการไหลของก๊าซไนโตรเจน 0.1 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

อุณหภูมิ (°C)	ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วที่เหลือ (ml)				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	SD
200	912	898	928	912.67	15.01
300	818	801	789	802.67	14.57
350	766	775	758	766.33	8.50
400	795	798	789	794.00	4.58
500	841	832	828	833.67	6.66

ตารางที่ ก-1.7 ปริมาณของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วที่เหลือจากการไพโรไลซิส ที่อุณหภูมิ 200 – 500 °C อัตราการไหลของก๊าซไนโตรเจน 0.45 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

อุณหภูมิ (°C)	ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วที่เหลือ (ml)				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	SD
200	767	783	754	768.00	14.53
300	408	396	398	400.67	6.43
350	300	289	344	311.00	29.10
400	548	516	501	521.67	24.01
500	798	814	837	816.33	19.60

ตารางที่ ก-1.8 ปริมาณของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วที่เหลือจากการไพโรไลซิส ที่อุณหภูมิ 200 – 500 °C อัตราการไหลของก๊าซไนโตรเจน 0.75 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

อุณหภูมิ (°C)	ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วที่เหลือ (ml)				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	SD
200	911	897	887	898.33	12.06
300	697	704	688	696.33	8.02
350	636	645	625	635.33	10.02
400	685	649	658	664.00	18.73
500	797	800	781	792.67	10.21

ตารางที่ ก-1.9 ปริมาณของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วที่เหลือจากการไพโรไลซิส ที่อุณหภูมิ 200 – 500 °C อัตราการไหลของก๊าซไนโตรเจน 1.0 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

อุณหภูมิ (°C)	ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วที่เหลือ (ml)				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	SD
200	818	797	807	807.33	10.50
300	600	598	604	600.67	3.06
350	653	647	624	641.33	15.31
400	621	508	585	571.33	57.73
500	811	848	799	819.33	25.54

ตารางที่ ก-1.10 ปริมาณของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วที่เหลือจากการไพโรไลซิส ที่อุณหภูมิ 350 °C อัตราการไหลของก๊าซไนโตรเจน 0.45 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 1, 2 และ 3 ชั่วโมง

ชั่วโมง	ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วที่เหลือ (ml)				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	SD
1	453	395	424	424.00	29.00
2	300	289	344	311.00	29.10
3	294	389	281	321.33	58.96

ภาคผนวก ก -2 ผลการทดลององค์ประกอบของเชื้อเพลิงเหลวและน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว

ตารางที่ ก-2.1 องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงเหลวที่ได้วิเคราะห์โดยใช้ GC-MS

No.	RT	Name	Corr. Area	% Corr. Area
1	2.17	Cyclopentane, methyl	4789914	0.62
2	2.42	Benzene	18280184	2.38
3	2.65	Cyclopentane, 1,2-dimethyl	6701602	0.87
4	2.73	n-Heptane	7493806	0.97
5	3.07	Cyclohexane, methyl	23256047	3.02
6	3.78	Benzene, methyl	32314556	4.20
7	3.96	Cyclohexane, 1,3-dimethyl	10012647	1.30
8	4.37	Octane	11677482	1.52
9	5.17	Cyclohexane,ethyl	11540722	1.50
10	6.15	Benzene,1,3-dimethyl	29023181	3.77
11	6.59	1-Ethyl-4-methylcyclohexane	4135695	0.54
12	6.8	P-Xylene	10348954	1.34
13	6.96	Nonane	9152341	1.19
14	7.83	Cyclohexane,propyl	3756226	0.49
15	8.84	Benzene,1-ethyl-3-methyl	14818480	1.93
16	9.05	Benzene,1,2,4-trimethyl	12912971	1.68
17	9.39	Benzene,1-ethyl-2-methyl	4890330	0.64
18	9.82	Benzene,1,2,3-trimethyl	15072301	1.96
19	10.01	Decane	9254525	1.20
20	10.7	Benzene,1-ethyl-3-methyl	11857640	1.54
21	11.61	Benzene,1-methyl-3-propyl	5277191	0.69
22	11.67	Naphthalene,decahydro	6270254	0.81
23	11.83	Benzene,4-ethyl-1,2-dimethyl	3771130	0.49
24	12.45	Benzene,1,2,3,4-tetramethyl	6000414	0.78
25	12.65	Benzene,4-ethyl-1,2-dimethyl	5394040	0.70
26	13.11	Undecane	13732093	1.78
27	13.58	Benzene,1,2,3,4-tetramethyl	6770904	0.88

ตารางที่ ก-2.1 (ต่อ) องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงเหลวที่ได้วิเคราะห์โดยใช้ GC-MS

No.	RT	Name	Corr. Area	% Corr. Area
28	13.71	Benzene,1,2,4,5-tetramethyl	3824620	0.50
29	13.89	1-methyldecahydronaphthalene	4959276	0.64
30	14.43	Benzene,ethyl-1,2,4 trimethyl	4370094	0.57
31	14.67	Benzene,1,2,4,5-tetramethyl	5755230	0.75
32	15.6	Naphthalene	12305033	1.60
33	15.76	1H-Indene,2,3-dihydro-4,7-dimethyl	3501455	0.46
34	16.08	Dodecane	12799085	1.66
35	17.88	1H-Indene,2,3-dihydro-4,6-dimethyl	3734908	0.49
36	18.76	Naphthalene,2-methyl	27346865	3.55
37	18.89	Tridecane	8828488	1.15
38	19.22	Naphthalene,2-methyl	14782030	1.92
39	19.43	Benzene,cyclohexyl	6415046	0.83
40	19.98	1H-Indene,2,3-dihydro-1,1,1,4,6	5306970	0.69
41	20.44	Naphthalene,1,2,3,4-tetrahydro	3472852	0.45
42	20.83	Acridine,9-methyl-	8633890	1.12
43	20.93	Dodecane,2,6,10-trimethyl	4560283	0.59
44	21.02	1,1-Biphenyl	7320309	0.95
45	21.39	Naphthalene,1-ethyl	7300625	0.95
46	21.54	Tetradecane	11950391	1.55
47	21.71	Naphthalene,2,7-dimethyl	26361739	3.43
48	22.09	Naphthalene,1,7-dimethyl	23068228	3.00
49	22.18	Naphthalene,2,6-dimethyl	26217833	3.41
50	22.57	Naphthalene,1,2-dimethyl	13083031	1.70
51	22.66	Naphthalene,1,3-dimethyl	5344664	0.69
52	22.96	Naphthalene,1,4-dimethyl	10757643	1.40
53	23.71	1,1-Biphenyl,4-methyl	8803273	1.14
54	24.04	Pentadecane	16282139	2.12
55	24.17	Naphthalene,1,4,6-trimethyl	11966572	1.56
56	24.6	4,6,8-trimethyl azulene	5152641	0.67

ตารางที่ ก-2.1 (ต่อ) องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงเหลวที่ได้วิเคราะห์โดยใช้ GC-MS

No.	RT	Name	Corr. Area	% Corr. Area
57	24.71	Naphthalene,2,3,6-trimethyl	9301273	1.21
58	24.82	Naphthalene,1,6,7-trimethyl	11672810	1.52
59	25.21	Naphthalene,2,3,6-trimethyl	8651999	1.12
60	25.27	Naphthalene,1,6,7-trimethyl	9332280	1.21
61	25.57	Naphthalene,2,3,6-trimethyl	18275753	2.38
62	26.04	9H-Fluorene	5493934	0.71
63	26.16	Naphthalene,2,3,6-trimethyl	8715027	1.13
64	26.39	Hexadecane	13437647	1.75
65	26.94	9H-Fluorene-9-ol	3546190	0.46
66	27.04	Azulene,7-ethyl-1,4-dimethyl	5320284	0.69
67	28.06	Naphthalene,1,2,3,4-tetramethyl	6515068	0.85
68	28.23	Naphthalene,1,6-dimethyl-4	7091591	0.92
69	28.41	Azulene,7-ethyl-1,4-dimethyl	3467464	0.45
70	28.63	Heptadecane	7237661	0.94
71	28.77	Pentadecane,2,6,10,14-tetramethyl	13332659	1.73
72	29.44	Azulene,7-ethyl-1,4-dimethyl	4469231	0.58
73	30.4	Phenanthrene	5702921	0.74
74	30.76	Octadecane	4946090	0.64
75	32.79	Nonadecane	6574242	0.85
76	33.25	Phenanthrene,4-methyl	2323545	0.30
77	33.35	Anthracene,2-methyl	1311046	0.17
78	34.73	Octadecane	1819447	0.24
79	35.1	Phenanthrene,3,6-Dimethyl	892841	0.12
80	35.45	Phenanthrene,2,5-dimethyl	1415567	0.18
81	35.57	Phenanthrene,2,7-Dimethyl	776704	0.10
82	36.59	Heneicosane	1650396	0.21
83	38.37	Docosane	1233557	0.16
84	40.07	Nonadecane	918754	0.12
85	41.71	Tetracosane	658291	0.09

ตารางที่ ก-2.1 (ต่อ) องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงเหลวที่ได้วิเคราะห์โดยใช้ GC-MS

No.	RT	Name	Corr. Area	% Corr. Area
86	43.29	Pentacosane	368608	0.05
87	44.81	Hexacosane	195543	0.03
88	46.28	Eicosane	99153	0.01

ตารางที่ ก-2.2 องค์ประกอบของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ววิเคราะห์โดยใช้ GC-MS

No.	RT	Name	Corr. Area	% Corr. Area
1	3.76	Toluene	275817	4.00
2	4.34	Octane	123008	1.78
3	6.13	p-Xylene	141810	2.06
4	6.78	Benzene, 1, 3-dimethyl	54887	0.80
5	8.83	Benzene, 1-ethyl -3-methyl	205793	2.98
6	9.05	Benzene, 1, 2, 4-trimethyl	111752	1.62
7	9.38	Benzene, 1-ethyl -2-methyl	64508	0.94
8	9.8	Benzene, 1, 2, 3-trimethyl	265257	3.85
9	9.98	Decane	418243	6.06
10	10.07	Benzene, 1, 3, 5-trimethyl	122250	1.77
11	11.6	Benzene,1-methyl-2-propyl	98817	1.43
12	11.83	Benzene, 1-ethyl -3, 5-dimethyl	64528	0.94
13	12.44	Benzene, 4-ethyl -1, 2-dimethyl	87102	1.26
14	12.64	Benzene, 1-ethyl -2, 3-dimethyl	94049	1.36
15	12.85	endo-tricyclo 5.2.1.0(2.6) decane	38470	0.56
16	13.07	Undecane	178791	2.59
17	13.56	1, 3-Cyclopentadiene, 1, 2, 3, 4-tetramethyl	63777	0.92
18	13.7	Benzene, 1, 2, 3, 4-tetramethyl	67772	0.98
19	14.66	Benzene,1-ethyl-2,3-dimethyl	109364	1.59
20	14.99	Tridecane,6-propyl	90046	1.31
21	15.18	Undecane,3-methyl	39601	0.57
22	15.58	Naphthalene	66656	0.97

ตารางที่ ก-2.2 (ต่อ) องค์ประกอบของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ววิเคราะห์โดยใช้ GC-MS

No.	RT	Name	Corr. Area	% Corr. Area
23	16.05	Dodecane	411572	5.97
24	16.44	Hexadecane,2,6,11,15-tetramethyl	68518	0.99
25	18.09	Dodecane,4,6-dimethyl	37415	0.54
26	18.72	Naphthalene,1-methyl	95413	1.38
27	18.85	Tridecane	205114	2.97
28	19.19	Naphthalene,2-methyl	59834	0.87
29	19.39	Naphthalene,1,2,3,4-tetrahydro	45488	0.66
30	20.89	Hexadecane,2,6,10,14-tetramethyl	49669	0.72
31	21.49	Tetradecane	236894	3.43
32	21.65	Naphthalene,1,6-dimethyl	75687	1.10
33	22.04	Naphthalene,2,6-dimethyl	73792	1.07
34	22.13	Naphthalene,1,7-dimethyl	93082	1.35
35	23.08	Tetradecane	97929	1.42
36	23.99	pentadecane	157740	2.29
37	24.81	Benzene,1-methyl-2-phenyl methyl	289974	4.20
38	25.01	Benzene,1-methyl-4-(phenylmethyl)	216562	3.14
39	25.17	4,6,8-Trimethylazulene	45742	0.66
40	25.25	Naphthalene,2,3,6-trimethyl	49045	0.71
41	25.57	Naphthalene,2,3,6-trimethyl	72758	1.05
42	26.36	Hexadecane	140494	2.04
43	27.46	Tridecane	50468	0.73
44	28.61	Heptdecane	106908	1.55
45	28.74	Pentadecane,2,6,10,14-tetramethyl	84966	1.23
46	28.92	5,6-dihydro-5,6-dimethylbenzo	86361	1.25
47	30.37	Phenanthrene	50343	0.73
48	30.74	Octadecane	135092	1.96
49	30.94	Hexatriacontane	41908	0.61
50	32.77	Nonadecane	98027	1.42

ตารางที่ ก-2.2 (ต่อ) องค์ประกอบของน้ำมันหล่อลื่นที่วิเคราะห์โดยใช้ GC-MS

No.	RT	Name	Corr. Area	% Corr. Area
51	33.32	Hexadecanoic acid,methyl ester	104787	1.52
52	34.72	Eicosane	122999	1.78
54	36.07	Eicosane,9-cyclohexyl	53105	0.77
55	36.58	Heneicosane	133063	1.93
58	41.33	Borane,diethymethyl	77377	1.12
59	42.28	Eicosane	57698	0.84
60	44.08	1,2-Benzenedicarboxylic acid	144585	2.10
61	45.7	Heneicosane,3-methyl	75839	1.10
62	47.25	Hexahydropyridine,1-methyl-4	68165	0.99
63	48.9	Cyclotrisiloxane,hexamethyl	44669	0.65