ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ข้อมูลผลการทดลอง

ตาราง 13 แสดงการเทียบระดับน้ำที่หลอดแก้วหน้าหม้อไอน้ำ

ระดับน้ำเริ่มต้น(cm)	ระดับน้ำสุดท้าย(cm)	ปริมาตรน้ำ(กรัม)	หน่วยm^3
23.5	23.4	1100	0.0011
23.4	23.3	900	0.0009
23.3	23.2	850	0.0009
23.2	23.1	700	0.0007
23.1	23	550	0.0006
23	22.9	900	0.0009
22.9	22.8	800	0.0008
22.8	22.7	500	0.0005
22.7	22.6	1600	0.0016
22.6	22.5	700	0.0007
22.5	22.4	700	0.0007
22.4	22.3	700	0.0007
22.3	22.2	1000	0.0010
22.2	22.1	1100	0.0011
22.1	22	800	0.0008
22	21.9	1000	0.0010
21.9	21.8	1000	0.0010
21.8	21.7	800	0.0008
21.7	21.6	500	0.0005
21.6	21.5	700	0.0007
21.5	21.4	500	0.0005
21.4	21.3	900	0.0009
21.3	21.2	900	0.0009
21.2	21.1	800	0.0008

ตาราง 13 (ต่อ)

ระดับน้ำเริ่มต้น(cm)	ระดับน้ำสุดท้าย(cm)	ปริมาตรน้ำ(กรัม)	หน่วยm^3
21.1	21	900	0.0009
21	20.9	900	0.0009
20.9	20.8	900	0.0009
20.8	20.5	2700	0.0027
20.5	20	4000	0.0040
20	19.5	4700	0.0047
19.5	19	3800	0.0038
19	18.5	3700	0.0037
18.5	18	4600	0.0046
18	17.5	4100	0.0041
17.5	17	5200	0.0052
17	16.5	4300	0.0043
16.5	16	4700	0.0047
16	15.5	5200	0.0052
15.5	15	5300	0.0053
15	14.5	5100	0.0051
14.5	14	4200	0.0042
14	13.5	4000	0.0040
13.5	13	5300	0.0053
13	12.5	5700	0.0057
12.5	12	5700	0.0057
12	11.9	1900	0.0019
12	11.8	2900	0.0029
12	11.6	4100	0.0041
12	11.5	5300	0.0053
11.5	11.4	2200	0.0022

ตาราง 13 (ต่อ)

ระดับน้ำเริ่มต้น(cm)	ระดับน้ำสุดท้าย(cm)	ปริมาตรน้ำ(กรัม)	หน่วยm^3
11.5	11.3	2800	0.0028
11.5	11.1	4500	0.0045
11.5	11	5700	0.0057
11	10.9	2000	0.0020
11	10.8	3100	0.0031
11	10.7	4100	0.0041
11	10.6	5100	0.0051
11	10.5	6200	0.0062
10.5	10.3	2500	0.0025
10.5	10	5000	0.0050
10	9.7	2700	0.0027
10	9.5	5200	0.0052
9.5	9.3	2300	0.0023
9.3	9	3700	0.0037
9	8.8	1900	0.0019
8.8	8.7	2100	0.0021
8.7	8.5	1900	0.0019
8.5	8	4900	0.0049
8	7.5	5300	0.0053
7.5	7.4	1600	0.0016
7.4	7.3	1200	0.0012
7.3	7	3700	0.0037
7	6.9	1400	0.0014
6.9	6.7	2400	0.0024
6.7	6.5	2300	0.0023
6.5	6	4300	0.0043

ตาราง 13 (ต่อ)

ระดับน้ำเริ่มต้น(cm)	ระดับน้ำสุดท้าย(cm)	ปริมาตรน้ำ(กรัม)	หน่วยm^3
6	5.8	2300	0.0023
5.8	5.6	2700	0.0027
5.5	5.4	600	0.0006
5.4	5	3300	0.0033
5	4.8	2100	0.0021
4.8	4.6	1900	0.0019
4.6	4.5	1300	0.0013
4.5	4	3600	0.0036
ระดับต่ำกว่า	4	28800	0.0288
		31200	0.0312
		30100	0.0301
		31000	0.0310
		31100	0.0311
		29100	0.0291
		33200	0.0332
		33600	0.0336
		34900	0.0349
		33400	0.0334
		35000	0.0350
		31500	0.0315
		34000	0.0340
		35000	0.0350
		19800	0.0198

ตาราง 14 ผลการทดลองของเชื้อเพลิงไม้ยูคาลิปตัส ครั้งที่ 1

Min	m_s (kg/h)	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C))	h_f (kJ/kg))	$t_{Ambient}$ (°C)	T_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
10	0	0	101.33	31.7	0	35.8	149.99	28.17	35.87	250	0	0	0
20	0	0.2	120.94	32.4	0	35.9	150.41	28.27	70.20	0	0	0	0
30	0	0.2	120.94	33.2	0	35.75	149.78	29.10	77.47	0	0	0	0
40	0	1	199.39	34.9	0	35.9	150.41	29.67	80.23	0	0	0	0
50	0	3	395.52	33.4	0	35.45	148.53	29.40	73.03	0	0	0	0
60	0	5.5	640.69	34.0	0	35.55	148.94	29.77	74.17	0	0	0	0
70	0	9	983.92	34.0	0	35.45	148.53	30.63	74.50	0	0	0	0
80	0	15.5	1621.36	127.6	0	35.45	148.53	30.07	105.70	0	0	0	0
90	177	14	1474.26	195.0	2682.90	35.45	148.53	30.57	131.93	0	0.94	0.1070	82.90
100	176	13	1376.19	193.0	2626.50	34.95	146.44	30.70	141.43	0	0.91	0.0689	80.66
110	170	11.5	1229.09	187.0	2686.84	35	146.64	30.63	163.17	0	0.95	0.0460	79.80
120	170	11.5	1229.09	185.0	2686.84	35.5	148.73	30.67	166.17	0	0.95	0.0460	79.74
130	160	7.5	836.82	170.0	2694.41	71.4	298.88	30.53	168.13	0	0.96	0.1437	70.83
140	157	6.5	738.76	164.0	2716.19	73.15	306.22	30.60	169.03	0	0.98	0.2766	69.92
150	150	5	591.66	158.0	2666.79	73.2	306.43	30.57	165.63	0	0.95	0.1224	65.43

ตาราง 14 (ต่อ)

Min	m_s (kg/h)	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C))	h_f (kJ/kg))	$t_{Ambient}$ (°C)	T_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
160	150	5	591.66	157.0	2666.79	77.15	322.99	30.50	167.23	0	0.96	0.1224	64.97
170	150	5	591.66	157.0	2666.79	79.35	332.22	30.23	160.60	0	0.96	0.1224	64.71
180	150	5.5	640.69	159.0	2666.79	79.25	331.8	31.27	169.57	0	0.96	0.1224	64.72
190	150	5.5	640.69	159.0	2666.79	81.95	343.13	30.93	173.27	0	0.96	0.1224	64.41
200	155	6	689.72	164.0	2716.19	102.7	340.5	31.43	172.93	0	0.98	0.2766	68.05
210	164	9.5	1032.96	180.0	2589.60	101.25	424.37	31.23	172.47	0	0.91	0.1785	65.62
220	157	7	787.79	172.5	2694.41	98.45	412.56	30.83	172.03	0	0.96	0.1437	66.20
230	157	6.5	738.76	165.0	2716.19	102.3	428.81	31.17	170.83	0	0.98	0.2766	66.36
240	150	5	591.66	170.8	2666.79	105.15	440.85	31.67	172.07	0	0.96	0.1224	61.70
250	150	5	591.66	172.1	2666.79	105.4	441.9	31.37	174.37	0	0.96	0.1224	61.67
260	142	4	493.59	174.4	2714.33	105.45	442.12	31.63	174.40	0	0.98	0.2981	59.62
270	157	6.5	738.76	174.4	2716.19	104.7	438.95	32.23	174.33	0	0.98	0.2766	66.07
280	150	5.5	640.69	174.3	2666.79	105.2	441.06	31.93	170.33	0	0.96	0.1224	61.70
290	146	4.5	542.62	152.0	2714.33	105.2	441.06	32.43	166.70	0	0.98	0.2981	61.33
300	146	4	493.59	151.0	2714.33	103.7	434.72	32.23	170.37	0	0.98	0.2981	61.50

ตาราง 14 (ต่อ)

Min	m_s (kg/h)	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C))	h_f (kJ/kg))	$t_{Ambient}$ (°C)	T_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
310	146	4	493.59	151.0	2714.33	101.45	425.22	32.40	164.07	0	0.98	0.2981	61.76
320	146	4	493.59	150.0	2714.33	102.15	428.17	32.57	164.57	0	0.98	0.2981	61.68
330	146	4	493.59	149.0	2714.33	103.5	433.88	32.77	161.30	0	0.98	0.2981	61.53
340	146	4	493.59	150.0	2714.33	104.95	440	32.50	159.83	0	0.98	0.2981	61.36
350	146	4	493.59	151.0	2714.33	105.25	441.27	32.30	158.73	0	0.98	0.2981	61.33
360	146	4	493.59	149.0	2714.33	104.55	438.31	32.43	159.00	0	0.98	0.2981	61.41
370	138	3.5	444.56	145.0	2680.07	105.3	441.48	32.60	156.37	0	0.97	0.2015	57.09
380	137	3	395.52	142.0	2680.07	102.95	431.55	32.53	153.00	0	0.97	0.2015	56.93
390	137	3	346.49	138.5	2680.07	104.5	438.1	32.70	152.33	0	0.97	0.3454	56.76
400	137	3	395.52	143.0	2680.07	105.15	440.85	32.70	149.07	0	0.97	0.2015	56.69
410	137	3	395.52	152.3	2680.07	101.8	428.7	31.63	149.53	0	0.97	0.2015	57.00
420	137	3	346.49	130.5	2680.07	101.4	425.01	31.53	146.77	0	0.97	0.3454	57.09
430	138	3.5	444.56	145.0	2680.07	105.2	441.06	32.23	142.03	0	0.97	0.2015	57.10
440	136	3	395.52	143.0	2680.07	105.25	441.27	32.30	138.90	0	0.97	0.2015	56.27

ตาราง 14 (ต่อ)

Min	m_s (kg/h)	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C))	h_f (kJ/kg))	$t_{Ambient}$ (°C)	T_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
450	0	2.5	346.49	142.0	0.00	105.4	441.9	32.13	139.00	0	0	0	0.00
460	0	2	297.46	133.0	0.00	104.7	438.95	32.20	140.13	0	0	0	0
470	0	1.5	248.42	130.0	0.00	104.55	438.31	32.63	138.43	0	0	0	0
480	0	1	199.39	127.0	0.00	103.8	435.14	32.53	137.67	0	0	0	0
490	0	0.7	169.97	110.0	0.00	104.35	437.47	31.93	137.53	0	0	0	0
500	0	0.5	150.36	100.0	0.00	104.1	436.41	32.33	136.77	0	0	0	0
510	0	0.3	130.74	98.0	0.00	104.35	437.47	32.60	136.33	0	0	0	0
520	0	0.2	130.74	95.0	0.00	104.95	440	32.33	125.00	0	0	0	0
530	0	0.1	111.13	80.0	0.00	104.8	439.37	31.87	120.00	0	0	0	0
540	0	0	101.33	75.0	0.00	104.55	438.31	32.00	115.00	0	0	0	0
เฉลี่ย	150.	5.4473	545.893	159.2	2686.95	85.1861	355.411	31.41	143.324	30	0.97	0.19481	64.2196

ตาราง 15 ผลการทดลองของเชื้อเพลิงไม้ยูคาลิปตัส ครั้งที่ 2

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
10	0	0.1013	31.2	0	26.7	111.95	0	26	28.1	276	0	0	0
20	0	0.1013	31	0	26	109.02	0	26	28.1	0	0	0	0
30	0	0.1013	31.6	0	26.7	111.95	0	26	28.4	0	0	0	0
40	0.5	0.1504	32	0	26.4	110.69	0	26	28.9	0	0	0	0
50	0.7	0.1700	33.2	0	26.5	111.11	0	27	29.8	0	0	0	0
60	1.5	0.2484	34	0	26.3	110.28	0	27.5	30.4	0	0	0	0
70	3	0.3955	34	0	26.4	110.69	0	28.5	30.7	0	0	0	0
80	5	0.5917	34.1	0	26.5	111.11	0	28.5	31	0	0	0	0
90	9.5	1.0330	36	0	26.3	110.28	0	29	162	0	0	0	0
100	12.5	1.3272	36	0	26.4	110.69	0	29.5	165.9	0	0	0	0
110	14	1.4743	36	0	26.4	110.69	0	29.5	165.9	0	0	0	0
120	15.5	1.6214	37	0	26	109.02	0	29.5	171.8	0	0	0	0
130	11	1.1801	188	2686.84	46	192.62	168	29.5	166.5	0	0.97	0.1553	70.32
140	7	0.7878	169	2694.41	46	192.62	158	29.5	166.5	0	0.96	0.2298	66.34
150	5.5	0.6407	161	2666.79	48	200.98	154	29	166	0	0.96	0.2965	63.73

ตาราง 15 (ต่อ)

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
160	5	0.5917	158	2666.79	49	205.16	154	29	165	0	0.96	0.2965	63.62
170	5	0.5917	158.5	2666.79	52	217.7	154	29	165	0	0.96	0.2965	63.29
180	6	0.6897	164.5	2689.70	54	226.06	155	30	170	0	0.96	0.2588	64.08
190	6	0.6897	164	2689.70	58.7	245.72	155	29.5	165	0	0.96	0.2588	63.57
200	6	0.6897	165	2689.70	66	276.27	155	29	155	0	0.96	0.2588	62.78
210	5.5	0.6407	162	2666.79	96	402.23	154	29.5	165	0	0.96	0.2965	58.52
220	6	0.6897	164	2689.70	101	423.32	155	29	165	0	0.96	0.2588	58.95
230	6.5	0.7388	166	2689.70	104	435.99	155	30	168	0	0.96	0.2588	58.62
240	6.5	0.7388	167	2689.70	105	440.21	155	30.5	165	0	0.96	0.2588	58.51
250	5.5	0.6407	161.5	2666.79	104	435.99	154	30	170	0	0.96	0.2965	57.65
260	6	0.6897	164	2689.70	105	440.21	155	30.5	181	0	0.96	0.2588	58.51
270	6.3	0.7191	165.5	2689.70	105	440.21	157	31	178.6	0	0.96	0.2588	59.27
280	6.5	0.7388	165	2689.70	105	440.21	157	30.5	176.2	0	0.96	0.2588	59.27
290	5	0.5917	158	2666.79	97	406.45	150	30	177	0	0.96	0.2965	56.90
300	6	0.6897	164	2689.70	100	419.1	157	31	175	0	0.96	0.2588	59.82

ตาราง 15 (ต่อ)

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
310	7	0.7878	168	2676.78	100	419.1	155	31	175	0	0.96	0.2298	58.73
320	7.5	0.8368	172	2676.78	100	419.1	160	31	172	0	0.96	0.2298	60.62
330	7	0.7878	168	2676.78	102	427.54	158	31	172	0	0.96	0.2298	59.64
340	7	0.7878	168	2676.78	100	419.1	158	31	172	0	0.96	0.2298	59.86
350	6.5	0.7388	166	2689.70	100	419.1	157	30	172	0	0.98	0.2588	59.82
360	6	0.6897	164	2689.70	103	431.76	157	31	172	0	0.98	0.2588	59.49
370	6	0.6897	164	2689.70	103	431.76	157	31.5	175	0	0.98	0.2588	59.49
380	6	0.6897	164	2689.70	103	431.76	157	30	175	0	0.98	0.2588	59.49
390	6	0.6897	164	2689.70	103	431.76	157	30	175	0	0.98	0.2588	59.49
400	6.5	0.7388	166	2689.70	103	431.76	157	30	175	0	0.98	0.2588	59.49
410	5	0.5917	158	2666.79	105	440.21	150	30.5	178.5	0	0.96	0.2965	56.05
420	4	0.4936	143	2683.42	105	440.21	142	30.5	173	0	0.98	0.3603	53.46
430	4	0.4936	143	2683.42	105	440.21	142	30.5	173	0	0.98	0.3603	53.46
440	3.5	0.4446	145	2724.63	104	435.99	138	30.5	165	0	0.97	0.4355	53.00
450	3	0.3955	143	2724.63	104	435.99	138	30.5	150	0	0.97	0.4355	53.00

ตาราง 15 (ต่อ)

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
460	2	0.2975	133	0.00	104	435.99	0	29.3	113.8	0	0	0	0
470	1	0.1994	123	0.00	104	435.99	0	30	68.1	0	0	0	0
480	0.5	0.1504	117	0.00	103	431.76	0	30.5	58	0	0	0	0
490	0.5	0.1504	115	0	102	427.54	0	30.5	50	0	0	0	0
500	0.3	0.1307	114	0	100	419.1	0	31	47	0	0	0	0
510	0	0.1013	109	0	100	419.1	0	31	47	0	0	0	0
520	2	0.2975	133	0.00	104	435.99	0	29.3	113.8	0	0	0	0
530	1	0.1994	123	0.00	104	435.99	0	30	68.1	0	0	0	0
540	0.5	0.1504	117	0.00	103	431.76	0	30.5	58	0	0	0	0
เฉลี่ย	5.9484	0.684	380.364	2685.07	76.69216	321.438	154.090	29.6235	135.278	30.59	0.73	0.26802	57.9072

ตาราง 16 ผลการทดลองของเชื้อเพลิงไม้ยูคาลิปตัส ครั้งที่ 3

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
10	0	0.1013	31.7	0.00	45.3	189.69	0	27.5	34.9	270	0	0	0
20	0.2	0.1209	32.4	0.00	45	188.44	0	27.5	35.5	0	0	0	0
30	0.2	0.1209	33.2	0.00	45	188.44	0	28	43.4	0	0	0	0
40	1	0.1994	34.9	0.00	45	188.44	0	28.5	51.4	0	0	0	0
50	3	0.3955	33.4	0.00	44.5	186.35	0	28.5	53.2	0	0	0	0
60	5.5	0.6407	34	0.00	44.8	187.60	0	29	55	0	0	0	0
70	9	0.9839	34	0.00	44.4	185.93	0	29.5	56.4	0	0	0	0
80	15.5	1.5723	35	0.00	44.2	185.09	0	29	166	0	0	0	0
90	14	1.4743	196	2682.90	44	184.26	177	30.5	168	0	0.94	0.1246	75.67
100	14	1.5723	198	2682.90	43	180.08	177	30.5	170	0	0.94	0.1246	75.80
110	11.5	1.2291	186	2686.84	43	180.08	168	31	173	0	0.95	0.1553	72.06
120	11.5	1.2291	185.5	2686.84	43	180.08	188	31	175.4	0	0.95	0.1553	80.64
130	7.5	0.8368	169	2694.41	102	427.54	188	31.5	168	0	0.96	0.2298	72.92
140	6.5	0.7388	167	2716.19	105	427.54	157	31.5	166	0	0.98	0.2588	61.48
150	5	0.5917	158	2666.79	105	427.54	150	31.5	162.5	0	0.96	0.2965	57.47

ตาราง 16 (ต่อ)

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
160	5	0.5917	158	2666.79	104.7	138.95	150	31	167.7	0	0.96	0.2965	64.88
170	5	0.5917	158	2666.79	105	440.21	150	32	169	0	0.96	0.2965	57.15
180	5.5	0.6407	164	2666.79	105	440.21	154	32.5	168.5	0	0.96	0.2965	58.67
190	5.5	0.6407	164	2666.79	102	427.54	154	33.5	173	0	0.96	0.2965	59.01
200	6	0.6897	164	2716.19	100	419.10	155	31.4	161	0	0.96	0.2588	60.92
210	7	0.7878	168	2694.41	104	435.99	158	33.5	168	0	0.96	0.2298	61.06
220	7	0.7878	168.5	2694.41	105	440.21	158	34	164	0	0.96	0.2298	60.94
230	6.5	0.7388	166	2716.19	106	444.44	157	33.5	168	0	0.98	0.2588	61.03
240	5	0.5917	158	2666.79	105	440.21	150	33.5	162	0	0.96	0.2965	57.15
250	5	0.5917	158	2666.79	104	435.99	150	33.5	164	0	0.96	0.2965	57.26
260	4	0.4936	151	2714.33	104	435.99	142	33.5	163.4	0	0.98	0.3603	55.36
270	6.5	0.7388	166	2716.19	102	427.54	157	32.5	160	0	0.98	0.2588	61.48
280	5.5	0.6407	160	2666.79	105	440.21	154	31	166	0	0.96	0.2965	58.67
290	4.5	0.5426	153	2714.33	105	440.21	146	31.5	160	0	0.98	0.3603	56.81
300	4	0.4936	151	2714.33	105	440.21	142	31.5	160	0	0.98	0.3603	55.25

ตาราง 16 (ต่อ)

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
310	4	0.4936	151.5	2714.33	104	435.99	142	31.5	165.2	0	0.98	0.3603	55.36
320	4	0.4936	152	2714.33	104	435.99	142	31.5	166.7	0	0.98	0.3603	55.36
330	4	0.4936	151	2714.33	105.8	443.59	142	32	164	0	0.98	0.3603	55.17
340	4	0.4936	151.3	2714.33	101.6	425.85	142	32	167	0	0.98	0.3603	55.60
350	4	0.4936	150	2714.33	98.4	412.35	142	32	150.8	0	0.98	0.3603	55.93
360	4	0.4936	151	2714.33	98	410.66	142	31.5	166.5	0	0.98	0.3603	55.97
370	3.5	0.4446	145	2680.07	104	435.99	138	31.5	167.7	0	0.97	0.4355	52.99
380	3	0.3955	143	2680.07	105	440.21	133	32	157	0	0.97	0.4355	50.97
390	3	0.3465	135	2680.07	105	440.21	133	32	166.9	0	0.97	0.4355	50.97
400	3	0.3955	144	2680.07	105	440.21	133	32.5	167	0	0.97	0.4355	50.97
410	3	0.3955	143.5	2680.07	105	440.21	133	32	162.7	0	0.97	0.4355	50.97
420	3	0.3465	140	2680.07	103.8	435.14	133	32.5	154.5	0	0.97	0.4355	51.09
430	3.5	0.4446	146	2680.07	103.6	434.30	138	33.5	158.6	0	0.97	0.4355	53.03
440	3	0.3955	143	2680.07	105	440.21	133	34	145	0	0.97	0.4355	50.97
450	2.5	0.3465	133	0.00	105	440.21	0	33	132.2	0	0	0	0

ตาราง 16 (ต่อ)

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
460	2	0.2975	134	0.00	104	435.99	0	31.5	123.3	0	0	0	0
470	1.5	0.2484	132	0.00	105	440.21	0	30	110.2	0	0	0	0
480	1	0.1994	120	0.00	104.8	439.37	0	30	106	0	0	0	0
490	1	0.1994	115	0.00	104	435.99	0	29.5	96	0	0	0	0
500	0.7	0.1700	105	0.00	103.8	435.14	0	28.3	92.2	0	0	0	0
510	0.5	0.1504	100	0.00	100	419.10	0	27	90.4	0	0	0	0
520	0.5	0.1504	100	0.00	99	414.88	0	27	70	0	0	0	0
530	0.3	0.1307	100	0.00	98	410.66	0	26	55	0	0	0	0
540	0	0.1013	98	0.00	98	410.66	0	26	54	0	0	0	0
เฉลี่ย	5.5833	0.6489	131.8315	2691.43	90.2722	372.3561	150.22	30.9667	135.9667	270	0.97	0.3162	59.08

ตาราง 17 ผลการทดลองของเชื้อเพลิงต้นไมยราพยักษ์ ครั้งที่ 1

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
10	0	0.1013	28	0	29.1	121.98	0	29.1	44.1	180	0	0	0
20	0	0.1013	28	0	28.9	121.15	0	28.9	52.4	0	0	0	0
30	1.3	0.2288	28	0	28.4	119.06	0	28.4	70.1	0	0	0	0
40	1.5	0.2484	28	0	27.6	115.71	0	27.6	104.7	0	0	0	0
50	3.5	0.4446	29	0	27.7	116.13	0	27.7	86.6	0	0	0	0
60	4	0.4936	29	0	27.8	116.55	0	27.8	129.8	0	0	0	0
70	5.5	0.6407	29.5	0	30	125.75	0	27.6	138.3	0	0	0	0
80	6.5	0.7388	29.5	0	30	125.75	0	28.3	123.1	0	0	0	0
90	9	0.9839	30	0	30	125.75	0	28.8	138.4	0	0	0	0
100	11	1.1801	30	0	34	142.47	0	29	148.3	0	0	0	0
110	13.5	1.4252	196	2708.878	35	146.64	176	28.7	162.9	0	0.9593	0.1351	76.73
120	11.5	1.2291	187.21	2686.122	38	159.18	170	28.4	167.9	0	0.9509	0.1547	73.09
130	8	0.8859	174.69	2582.709	40	167.54	161	27.9	175.7	0	0.9060	0.1930	66.16
140	6	0.6897	164.36	2691.353	40	167.54	155	28.1	160.3	0	0.9652	0.2602	66.56
150	5	0.5917	158.29	2672.775	40	167.54	149	28.6	164.9	0	0.9591	0.2921	63.51

ตาราง 17 (ต่อ)

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
160	4	0.4936	151.35	2690.624	43	180.08	142	28.7	165	0	0.97	0.3562	60.66
170	4	0.4936	151.35	2690.624	45	188.44	142	28.5	165	0	0.97	0.3562	60.45
180	3.5	0.4936	151.35	2695.351	51.8	216.86	138	28.6	165.2	0	0.98	0.4258	58.19
190	3.5	0.4936	151.35	2695.351	51.7	216.44	138	28.7	164.8	0	0.98	0.4258	58.20
200	3.5	0.4936	151.35	2695.351	51.5	215.61	138	28.4	161.4	0	0.98	0.4258	58.22
210	3.5	0.4446	143.21	2695.351	51.7	216.44	138	28.6	156	0	0.98	0.4258	58.20
220	3.5	0.4446	143.21	2695.351	51.6	216.02	138	28.4	153	0	0.98	0.4258	58.21
230	4	0.4936	151.35	2690.624	51.6	216.02	142	28.3	160.9	0	0.97	0.3562	59.79
240	3.5	0.4446	143.21	2695.351	51.7	216.44	138	28.4	161.3	0	0.98	0.4258	58.20
250	3.5	0.4446	143.21	2695.351	51.9	217.28	138	28.4	163.9	0	0.98	0.4258	58.18
260	3	0.3955	143.21	2695.351	51.7	216.44	134	28.4	164.2	0	0.98	0.4258	56.52
270	3	0.3955	143.21	2695.351	51.8	216.86	134	28.3	164.4	0	0.98	0.4258	56.51
280	3.5	0.4446	143.21	2695.351	63.4	265.38	138	28.5	167.6	0	0.98	0.4258	57.06
290	3	0.3465	133.24	2695.351	64.4	269.57	134	28.7	167	0	0.98	0.4258	55.31
300	3	0.3465	133.24	2695.351	69.3	290.09	134	28.6	162.7	0	0.98	0.4258	54.84

ตาราง 17 (ต่อ)

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
310	3	0.3955	143.21	2695.351	70.8	296.37	134	28.6	152.6	0	0.98	0.4258	54.69
320	3	0.3955	143.21	2695.351	73.1	306.01	134	28.5	156.8	0	0.98	0.4258	54.48
330	3	0.3955	143.21	2695.351	74.8	313.13	134	28.4	157.1	0	0.98	0.4258	54.31
340	3	0.3955	143.21	2695.351	74	309.78	134	28.2	158.8	0	0.98	0.4258	54.39
350	3	0.3465	133.24	2695.351	84.1	352.16	134	28.4	162.7	0	0.98	0.4258	53.42
360	3	0.3955	143.21	2695.351	83.7	350.48	134	28.5	164.8	0	0.98	0.4258	53.46
370	3	0.3955	143.21	2695.351	83.7	350.48	134	28.5	167.5	0	0.98	0.4258	53.46
380	3	0.3955	143.21	2695.351	100.8	422.48	134	28.5	163.8	0	0.98	0.4258	51.82
390	3	0.3955	143.21	2695.351	103.6	434.3	134	28.6	158.9	0	0.98	0.4258	51.55
400	3	0.3465	133.24	2695.351	103.2	432.61	134	28.5	160.6	0	0.98	0.4258	51.59
410	3	0.3955	143.21	2695.351	105.4	441.9	133	28.4	156.8	0	0.98	0.4258	50.99
420	3	0.3465	143.21	2695.351	105.7	443.17	132	28.5	158.2	0	0.98	0.4258	50.58
430	3	0.3465	143.21	2695.351	105.3	441.48	130	28.5	157.4	0	0.98	0.4258	49.85
440	2.5	0.3465	133.24	0	105	440.21	0	28.4	154.8	0	0	0	0
450	2	0.2975	133.24	0	105	440.21	0	28.4	148.1	0	0	0	0

ตาราง 17 (ต่อ)

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
460	2	0.2975	133.24	0	106	444.44	0	28.5	151.8	0	0	0	0
470	1.5	0.2484	128	0	104	435.99	0	28.5	153.8	0	0	0	0
480	1.5	0.1749	120	0	103.9	435.57	0	28.6	136.1	0	0	0	0
490	1	0.1994	118	0	104.1	436.41	0	28.6	126	0	0	0	0
500	0.5	0.1504	115	0	105.7	443.17	0	28.6	115	0	0	0	0
510	0.5	0.1406	114	0	104.2	436.83	0	28.5	104.3	0	0	0	0
520	0.3	0.1307	113	0	100	419.1	0	28.4	72.3	0	0	0	0
530	0.3	0.1307	108	0	100	419.1	0	28.3	61.8	0	0	0	0
540	0	0.1013	100	0	100	419.1	0	28.3	57.6	0	0	0	0
เฉลี่ย	4.0909	0.4980	120.4465	2690.833	66.5685	278.9109	139.7576	28.4370	141.9907	180	0.97	0.3863	57.55

ตาราง 18 ผลการทดลองของเชื้อเพลิงต้นไมยราพยักษ์ ครั้งที่ 2

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
10	0	0.1013	22.6	0	25	104.84	0	23.5	29	178	0	0	
20	0.5	0.1504	25.9	0	25	104.84	0	25.5	30.3	0	0	0	0
30	1	0.1994	27.8	0	25	104.84	0	26.2	38.3	0	0	0	0
40	1.5	0.2484	29.2	0	25	104.84	0	26.9	42.15	0	0	0	0
50	2	0.2975	30.8	0	25	104.84	0	27.1	58.4	0	0	0	0
60	4.5	0.5426	31.4	0	25	104.84	0	27.3	81.65	0	0	0	0
70	5.5	0.6407	30	0	25	104.84	0	27.7	92.55	0	0	0	0
80	8.5	0.9349	30.5	0	26	109.02	0	27.7	148.2	0	0	0	0
90	15	1.5723	31	2675.06	26	109.02	179	28.5	152.85	0	0.94	0.1183	79.07
100	15.5	1.6214	31	2675.06	29.6	124.07	179	27.8	164.95	0	0.94	0.1183	78.61
110	15	1.6704	200	2675.06	29.5	123.65	178	27	169.25	0	0.94	0.1183	78.18
120	15	1.5723	198	2675.06	29	121.56	178	26.3	173.95	0	0.94	0.1183	78.24
130	12	1.2291	190	2705.81	29.3	122.82	171	26.9	169.2	0	0.96	0.1475	76.03
140	10	1.0820	184	2722.5	29.3	122.82	165	27.3	167.65	0	0.97	0.1751	73.84
150	9	0.9839	179	2720.01	29.2	122.4	162	27.4	170.5	0	0.97	0.1919	72.44

ตาราง 18 (ต่อ)

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
160	8	0.8859	174	2696.51	29.2	122.4	160	26.3	171.1		0.96	0.2099	70.90
170	8	0.8859	174	2696.51	29.1	121.98	160	26.3	170.85		0.96	0.2099	70.91
180	7	0.7878	169	2676.78	29.2	122.4	158	26.1	173.15		0.96	0.2330	69.48
190	7.5	0.8368	172	2676.78	29.1	121.98	160	26.2	167.25		0.96	0.2330	70.37
200	8	0.8859	174	2696.51	29.3	122.82	160	26.1	170.85		0.96	0.2099	70.89
210	8	0.8859	174.1	2696.51	33.1	138.7	160	28.6	168.85		0.96	0.2099	70.45
220	7.5	0.8368	173	2676.78	45.9	192.2	159	28.4	170.85		0.96	0.2330	68.01
230	7	0.7878	170	2676.78	47.9	200.56	158	28.7	167.85		0.96	0.2330	67.35
240	7.5	0.8368	171	2676.78	46.7	195.54	159	29.3	169.5		0.96	0.2330	67.91
250	7	0.7878	168	2676.78	48	20.98	158	27.2	167.75		0.96	0.2330	72.23
260	6.5	0.7388	166	2689.71	50.3	210.59	157	28	168		0.96	0.2668	67.00
270	6	0.6897	164	2689.71	50.4	211.01	155	27.3	164.85		0.96	0.2668	66.14
280	6	0.6897	164	2689.71	52.1	218.12	155	29.1	166.7		0.96	0.2668	65.95
290	6.5	0.7388	166	2689.71	53	221.88	155	28.9	169.2		0.96	0.2668	65.85
300	6	0.6897	164.3	2689.71	73.9	309.36	155	28.8	167.15		0.96	0.2668	63.51

ตาราง 18 (ต่อ)

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
310	6	0.6897	164.3	2689.71	85.6	358.47	155	29.2	165.55	0	0.96	0.2668	62.20
320	5	0.6897	158.2	2680.73	90.4	378.65	150	29.7	168.8	0	0.96	0.3081	59.44
330	5.5	0.6407	160.5	2680.73	97.6	408.98	154	29.4	167.15	0	0.96	0.3081	60.22
340	5	0.5917	158.2	2680.73	103	431.76	150	29.5	168.15	0	0.96	0.3081	58.07
350	5	0.5917	158.3	2680.73	102.2	428.39	150	30.2	169.1	0	0.96	0.3081	58.16
360	4	0.4936	152	2683.43	103.1	423.19	142	29.7	169.25	0	0.97	0.3676	55.25
370	4	0.4936	151	2683.43	103.1	423.19	142	29.9	166.95	0	0.97	0.3676	55.25
380	3	0.3955	143	2724.64	103.1	423.19	134	29.3	158.25	0	0.99	0.4639	53.09
390	3	0.3955	143.5	2724.64	101.5	425.43	132	30.3	152.6	0	0.99	0.4639	52.25
400	2.5	0.3465	138	0	101	423.32	0	28.9	155.8	0	0	0	0
410	2.5	0.3465	139	0	99.9	418.68	0	29.7	153.75	0	0	0	0
420	2	0.2975	133	0	105.5	442.33	0	29.7	154.75	0	0	0	0
430	1.5	0.2484	130	0	105.7	443.17	0	29.7	157.3	0	0	0	0
440	1.5	0.2484	125	0	103.7	434.72	0	29.8	157.45	0	0	0	0
450	1.5	0.2484	125	0	103.8	435.14	0	30.1	151.2	0	0	0	0

ตาราง 18 (ต่อ)

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
460	1	0.1994	118	0	103.9	435.57	0	30.3	135.25	0	0	0	0
470	0.8	0.1798	115	0	103	431.76	0	29.1	101.65	0	0	0	0
480	0.5	0.1504	109	0	103	431.76	0	30	87.1	0	0	0	0
490	0.5	0.1504	105	0	103	431.76	0	29.4	79.15	0	0	0	0
500	0.3	0.1307	100	0	101	423.32	0	30.1	71.6	0	0	0	0
510	0.2	0.1209	100	0	94.8	397.18	0	31.6	68	0	0	0	0
520	0	0.1013	98	0	94.4	395.49	0	32.3	65.65	0	0	0	0
เฉลี่ย	7.6935	0.8605	129.012	2689.44	62.7385	258.946	157.74	28.3904	139.37	178.00	0.96	0.25	67.01

ตาราง 19 ผลการทดลองของเชื้อเพลิงต้นไมยราพยักษ์ ครั้งที่ 3

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
10	0	0.1013	37.2	0	28.5	119.47	0	23.5	23.1	160	0	0	
20	0	0.1013	37.5	0	29.6	124.07	0	25.5	25.1	0	0	0	0
30	0	0.1013	37.7	0	29.9	125.33	0	26.2	33.2	0	0	0	0
40	0.5	0.1504	38	0	29.8	124.91	0	26.9	32.9	0	0	0	0
50	1	0.1994	38	0	29.9	125.33	0	27.1	63.6	0	0	0	0
60	3.5	0.4446	38	0	30.3	127	0	27.3	108.3	0	0	0	0
70	5.5	0.6407	38	0	30	125.75	0	27.7	128.7	0	0	0	0
80	8.5	0.9349	38	0	29.7	124.49	0	27.7	130.4	0	0	0	0
90	12	1.2781	38	0	30	125.75	185	28.5	137.7	0	0	0	0
100	15	1.5723	38	0	29.6	124.07	188	27.8	159.9	0	0	0	0
110	10.5	1.1310	185	2722.5	29.5	124.07	191	27	165.5	0	0.97	0.1751	94.99
120	6.5	0.7388	167	2689.7	29	121.56	191	26.3	172.5	0	0.96	0.2668	93.88
130	6	0.6897	163.5	2689.7	29.3	122.82	188	26.9	125.5	0	0.96	0.2668	92.36
140	5	0.5917	158	2680.7	29.3	122.82	188	27.3	172.4	0	0.96	0.2668	92.04
150	6	0.6897	164	2689.7	29.2	122.4	188	27.4	172.8	0	0.96	0.2668	92.37

ตาราง 19 (ต่อ)

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
160	6	0.6897	164.5	2689.7	29.2	122.4	186	26.3	173.3	0	0.96	0.2668	91.39
170	6	0.6897	164	2689.7	29	121.56	186	26.2	173.2	0	0.96	0.2668	91.42
180	5.5	0.6407	160.5	2680.7	29.2	122.4	186	26.3	173.2	0	0.96	0.3081	91.07
190	5	0.5917	158	2680.7	29	121.56	186	26.1	173.3	0	0.96	0.3081	91.10
200	5	0.5917	158	2680.7	29.3	122.82	186	26.2	173.5	0	0.96	0.3081	91.06
210	5	0.5917	158	2680.7	33	138.29	173	26.1	173.7	0	0.96	0.3081	84.18
220	6.5	0.7388	167	2689.7	45.9	192.2	173	28.6	173.7	0	0.96	0.2668	82.69
230	6	0.6897	164.5	2689.7	47.9	200.56	170	28.4	173.7	0	0.96	0.2668	80.99
240	5	0.5917	158.5	2680.7	46.7	195.54	170	28.7	173.7	0	0.96	0.3081	80.86
250	5	0.5917	157.5	2680.7	48	200.98	168	29.3	175	0	0.96	0.3081	79.73
260	4.5	0.5426	156	2683.4	50.3	210.59	168	27.2	164.3	0	0.97	0.3676	79.51
270	5	0.5917	158	2680.7	50.3	210.59	163	28	175.5	0	0.96	0.3081	77.06
280	4.5	0.5426	156	2683.4	52.1	218.12	163	27.3	170	0	0.97	0.3676	76.91
290	5	0.5917	158	2680.7	53	221.88	155	29.1	169.7	0	0.96	0.3081	72.94
300	5	0.5917	159	2680.7	73.9	309.36	155	28.9	173.4	0	0.96	0.3081	70.35

ตาราง 19 (ต่อ)

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
310	5	0.5917	158.5	2680.7	85.6	358.47	132	28.8	173.2	0	0.96	0.3081	58.67
320	5	0.5917	158	2680.7	90.4	378.65	133	29.2	167.6	0	0.96	0.3081	58.60
330	5	0.5917	158	2680.7	97.6	408.98	140	29.7	167.1	0	0.96	0.3081	60.87
340	5	0.5426	158	2680.7	103	431.76	145	29.4	170.6	0	0.96	0.3081	62.41
350	5	0.5426	158	2680.7	102.2	428.39	149	29.5	171.6	0	0.96	0.3081	64.23
360	5	0.5426	158	2680.7	103.1	432.19	149	30.2	167.8	0	0.96	0.3081	64.12
370	5	0.5426	158	2680.7	103.1	432.19	151	29.7	168.6	0	0.96	0.3081	64.98
380	4	0.4936	152	2683.4	103.1	432.19	150	29.5	169.4	0	0.97	0.3676	64.63
390	4	0.4936	151	2683.4	101.5	425.43	153	29.7	171.3	0	0.97	0.3676	66.12
400	4	0.4936	151	2683.4	101	423.32	162	29.9	171.5	0	0.97	0.3676	70.07
410	4	0.4936	151	2683.4	99.9	418.68	161	29.3	171.2	0	0.97	0.3676	69.78
420	4	0.4936	151	2683.4	105.5	442.33	149	30.3	156.5	0	0.97	0.3676	63.91
430	3.5	0.4446	145	2724.6	105.7	443.17	154	28.9	145.2	0	0.99	0.4639	67.24
440	3.5	0.4446	143.5	2724.6	103.7	434.72	155	29.7	151.6	0	0.99	0.4639	67.93
450	2	0.2975	133	0	103.8	435.14	140	29.7	147.5	0	0	0	0

ตาราง 19 (ต่อ)

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
460	2	0.2975	133	0	103.9	435.57	132	29.7	154.4	0	0	0	0
470	1.5	0.2484	125	0	104	435.99	0	29.8	151.5	0	0	0	0
480	1	0.1994	122	0	104.5	438.1	0	30.1	156.6	0	0	0	0
490	0.5	0.1504	115	0	105.2	441.06	0	30.3	156.9	0	0	0	0
500	0.5	0.1504	101	0	104.3	437.26	0	29.1	152.5	0	0	0	0
510	0.3	0.1307	100	0	105.2	441.06	0	30.4	157.4	0	0	0	0
520	0.3	0.1307	100	0	105.3	441.48	0	30.4	138.3	0	0	0	0
530	0.2	0.1209	99	0	94.8	397.18	0	30.6	80	0	0	0	0
540	0	0.1013	96	0	94.4	395.49	0	30	64	0	0	0	0
เฉลี่ย	5.1471	0.6003	127.5630	2686.9	65.20741	273.287	164.79	28.33	146.7241	160	0.97	0.3159	76.78

ตาราง 20 ผลการทดลองของเชื้อเพลิงซังข้าวโพด ครั้งที่ 1

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
10	0	101.33	30.9	0	52.3	218.95	0	28.03	59.5	520	0	0	0
20	0	101.33	34.8	0	52.7	220.62	0	28.83	85.6	0	0	0	0
30	1	199.39	35.0	0	52.6	220.21	0	29.27	92	0	0	0	0
40	1.5	248.42	35.0	0	52.6	220.21	0	29.63	133.3	0	0	0	0
50	3	395.52	35.7	0	52.3	218.95	0	29.83	98	0	0	0	0
60	4	493.59	36.0	0	52.1	218.12	0	30.03	144.7	0	0	0	0
70	5.5	640.69	36.0	0	51.7	216.44	0	30.03	149.1	0	0	0	0
80	6.5	738.76	36.6	0	51.5	215.61	0	30.57	157.8	0	0	0	0
90	9	983.92	36.5	0	52.1	218.12	0	30.70	164.7	0	0	0	0
100	11	1180.06	37.0	0	51.4	215.19	0	30.57	168.6	0	0	0	0
110	13.5	1425.22	194.0	1732.30	51.1	213.93	177	30.67	170.4	0	0.96	0.1351	41.17
120	11.5	1229.09	188.0	2686.12	50.9	213.10	170	30.63	160	0	0.95	0.1547	64.40
130	6.5	738.76	168.0	2691.35	50.8	212.68	157	30.73	160	0	0.97	0.2602	59.62
140	4	493.59	152.5	2690.62	51.3	214.77	142	30.60	157.2	0	0.97	0.3562	53.86
150	4	493.59	152.0	2690.62	51.7	216.44	142	30.80	167.1	0	0.97	0.3562	53.82

ตาราง 20 (ต่อ)

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
160	4	493.59	152.0	2690.62	51.6	216.02	142	30.90	165	0	0.97	0.3562	53.83
170	4	493.59	151.5	2690.62	51.7	216.44	142	30.77	168.9	0	0.97	0.3562	53.82
180	3.5	444.56	145.5	2695.35	51.8	216.86	138	31.23	160.8	0	0.98	0.4258	52.40
190	3.5	444.56	145.5	2695.35	51.7	216.44	138	31.20	159	0	0.98	0.4258	52.41
200	3.5	444.56	145.0	2695.35	51.5	215.61	138	31.20	154.9	0	0.98	0.4258	52.42
210	3.5	444.56	145.0	2695.35	51.7	216.44	138	31.30	160.8	0	0.98	0.4258	52.41
220	3.5	444.56	145.0	2695.35	51.6	216.02	138	31.17	160	0	0.98	0.4258	52.41
230	4.5	542.62	145.0	2690.62	51.6	216.02	146	31.17	163	0	0.97	0.3562	55.35
240	3.5	444.56	145.0	2695.35	51.7	216.44	138	31.17	157.8	0	0.98	0.4258	52.41
250	3.5	444.56	144.0	2695.35	51.9	217.28	138	31.10	148.8	0	0.98	0.4258	52.39
260	3	395.52	143.0	2695.35	51.7	216.44	134	31.10	158.6	0	0.98	0.4258	50.89
270	3	395.52	143.0	2695.35	51.8	216.86	134	30.97	155.6	0	0.98	0.4258	50.88
280	3.7	464.17	148.0	2695.35	63.4	265.38	134	31.00	154.8	0	0.98	0.4258	49.88
290	3	346.49	153.4	2695.35	64.4	269.57	134	31.03	156.4	0	0.98	0.4258	49.80
300	3	297.46	135.0	2695.35	69.3	290.09	134	31.00	152	0	0.98	0.4258	49.37

ตาราง 20 (ต่อ)

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
310	3	395.52	144.0	2695.35	70.8	296.37	134	31.07	151.7	0	0.98	0.4258	49.25
320	3	395.52	144.5	2695.35	73.1	306.01	134	31.07	148.8	0	0.98	0.4258	49.05
330	3	395.52	144.3	2695.35	74.8	313.13	134	31.10	148.9	0	0.98	0.4258	48.90
340	3	395.52	144.0	2695.35	74	309.78	134	31.13	152	0	0.98	0.4258	48.97
350	3	395.52	144.0	2695.35	84.1	352.16	134	31.23	153.1	0	0.98	0.4258	48.10
360	3	395.52	144.0	2695.35	83.7	350.48	134	31.47	150.7	0	0.98	0.4258	48.14
370	3	395.52	144.0	2695.35	83.7	350.48	134	31.30	154.8	0	0.98	0.4258	48.14
380	3	395.52	144.8	2695.35	100.8	422.48	134	31.33	143	0	0.98	0.4258	46.66
390	3	395.52	144.0	2695.35	103.6	434.30	134	31.40	147.7	0	0.98	0.4258	46.41
400	3	346.49	135.0	2695.35	103.2	432.61	134	31.30	147.6	0	0.98	0.4258	46.45
410	3	395.52	158.5	2695.35	105.4	441.90	134	31.30	153.6	0	0.98	0.4258	46.26
420	2.5	346.49	138.0	0	105.7	443.17	0	31.23	152.4	0	0	0	0
430	2.5	346.49	137.5	0	105.3	441.48	0	31.33	160.3	0	0	0	0
440	2.5	346.49	138.5	0	105	440.21	0	31.27	161.5	0	0	0	0
450	2	297.46	134.0	0	104.9	439.79	0	31.27	134.5	0	0	0	0

ตาราง 20 (ต่อ)

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
460	1.75	272.94	130.0	0	106	444.44	0	31.27	129.6	0	0	0	0
470	1.5	248.42	125.0	0	104	435.99	0	31.13	120.6	0	0	0	0
480	0.75	174.87	110.0	0	103.9	435.57	0	31.20	109.7	0	0	0	0
490	0.5	150.36	100.0	0	104.1	436.41	0	31.13	84.2	0	0	0	0
500	0.5	150.36	98.0	0	105.7	443.17	0	31.20	66.4	0	0	0	0
510	0.4	140.55	95.0	0	104.2	436.83	0	31.17	57.4	0	0	0	0
520	0.3	130.74	75.0	0	105.2	441.06	0	31.27	56.00	0	0	0	0
530	0.2	120.94	65.0	0	104	435.99	0	31.27	55.00	0	0	0	0
540	0	101.33	60.0	0	105.4	441.90	0	31.13	50.00	0	0	0	0
เฉลี่ย	4.0387	491.060	118.35	2663.10	72.5019	303.72	139.61	30.87	137.665	520	0.98	0.3911	50.963

ตาราง 21 ผลการทดลองของเชื้อเพลิงซังข้าวโพด ครั้งที่ 2

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Amblent}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
10	0	0.1013	24.1	0	28	117.38	0	31	50.9	500	0	0	0
20	0	0.1013	28.6	0	28	117.38	0	31.8	55.4	0	0	0	0
30	0	0.1013	31.3	0	29	121.56	0	32.3	91.1	0	0	0	0
40	1.5	0.2484	33.9	0	29	121.56	0	33.3	108.2	0	0	0	0
50	2	0.2975	34.7	0	29	121.56	0	33.3	120.9	0	0	0	0
60	2.5	0.3465	35.3	0	29	121.56	0	32.9	135.4	0	0	0	0
70	4.8	0.5720	35.5	0	29	121.56	0	32.9	151.7	0	0	0	0
80	8	0.8859	35.9	0	30	125.75	0	33.3	161.9	0	0	0	0
90	10	1.0820	36.3	0	32	134.11	0	32.9	178.4	0	0	0	0
100	14.5	1.5233	36.3	0	32	134.11	0	32.4	180.9	0	0	0	0
110	15.5	1.6214	200	0	31.5	132.02	0	32.5	180.7	0	0	0	0
120	14	1.4743	197	2687.91	38	159.18	175	32.8	181.1	0	0.9472	0.1249	70.50
130	13	1.3762	194	2708.88	45	188.4	173	32.9	181.2	0	0.9593	0.1351	69.47
140	10	1.0820	183.5	2704.57	48	200.98	165	32.9	181.2	0	0.9620	0.1698	65.81
150	7	0.7878	169.5	2672.15	51.7	216.44	158	32.7	181.5	0	0.9527	0.2324	61.82

ตาราง 21 (ต่อ)

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
160	6	0.6897	164	2691.35	51.6	216.02	155	32.3	183.6	0	0.97	0.2602	61.13
170	6	0.6897	164.5	2691.35	51.7	216.44	154	32.2	183.6	0	0.97	0.2602	60.72
180	5.5	0.6407	160	2672.78	51.8	216.86	154	33.5	184.7	0	0.96	0.2921	60.26
190	5.5	0.6407	161	2672.78	51.7	216.44	153	33.5	184.9	0	0.96	0.2921	59.88
200	5.5	0.6407	160	2672.78	51.5	215.61	153	33.5	184.9	0	0.96	0.2921	59.90
210	6	0.6897	164	2691.35	51.7	216.44	155	33.5	185.1	0	0.97	0.2602	61.12
220	6	0.6897	164	2691.35	51.6	216.02	155	33.5	184.9	0	0.97	0.2602	61.13
230	6	0.6897	164	2691.35	51.6	216.02	155	33.6	184.8	0	0.97	0.2602	61.13
240	6.5	0.7388	166	2691.35	51.7	216.44	157	33.5	184.7	0	0.97	0.2602	61.91
250	6.5	0.7388	166	2691.35	51.9	217.28	157	33.3	184.4	0	0.97	0.2602	61.88
260	5.5	0.6407	161	2672.78	51.7	216.44	154	33.3	184.4	0	0.96	0.2921	60.27
270	5.5	0.6407	162	2672.78	51.8	216.86	154	33	184.2	0	0.96	0.2921	60.26
280	5	0.5917	158	2672.78	63.4	265.38	150	32.9	184	0	0.96	0.2921	57.53
290	5.5	0.6407	160	2672.78	64.4	269.57	153	32.8	184.2	0	0.96	0.2921	58.58
300	5	0.5917	157	2672.78	69.3	290.09	154	32.8	183.9	0	0.96	0.2921	58.46

ตาราง 21 (ต่อ)

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
310	5	0.5917	158	2672.78	70.8	296.37	154	33	183.9	0	0.96	0.2921	58.31
320	5	0.5917	158.5	2672.78	73.1	306.01	154	33	183.9	0	0.96	0.2921	58.07
330	5	0.5917	157.5	2672.78	74.8	313.13	154	33.1	183.8	0	0.96	0.2921	57.89
340	4.5	0.5426	155	2690.62	74	309.78	146	33.2	183.9	0	0.97	0.3562	55.38
350	5	0.5917	158	2672.78	84.1	352.16	149	33.3	166	0	0.96	0.2921	55.09
360	5	0.5917	158	2672.78	83.7	350.48	149	33.7	180.6	0	0.96	0.2921	55.13
370	4.5	0.5917	155	2690.62	83.7	350.48	146	33.1	173.2	0	0.97	0.3562	54.43
380	4	0.5917	151	2690.62	100.8	422.48	142	33.1	173.3	0	0.97	0.3562	51.31
390	4	0.5917	151	2690.62	103.6	434.3	142	33.2	170.5	0	0.97	0.3562	51.05
400	4	0.4936	151	2690.62	103.2	432.61	142	33	171.2	0	0.97	0.3562	51.08
410	3.5	0.4446	145	2695.35	105.4	441.9	138	32.9	164.2	0	0.98	0.4258	49.54
420	3	0.3955	143	2695.35	105.7	443.17	134	32.7	163.7	0	0.98	0.4258	48.08
430	2.5	0.3465	138	0	105.3	441.48	0	32.9	166.3	0	0	0	0
440	2	0.2975	133	0	105	440.21	0	32.8	166.6	0	0	0	0
450	2	0.2975	133	0	104.9	439.79	0	32.8	166.9	0	0	0	0

ตาราง 21 (ต่อ)

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
460	1.75	0.2729	128	0	103.9	435.57	0	32.6	167.2	0	0	0	0
470	1.5	0.2484	125	0	104.1	436.41	0	32.3	150	0	0	0	0
480	0.75	0.1749	123	0	105.7	443.17	0	32.3	140	0	0	0	0
490	0.5	0.1504	118	0	104.2	436.83	0	32.3	135	0	0	0	0
500	0.5	0.1504	118	0	105.2	441.06	0	32.6	130	0	0	0	0
510	0.4	0.1406	115	0	104	435.99	0	32.7	122	0	0	0	0
520	0.2	0.1209	100	0	102	427.54	0	33	115	0	0	0	0
530	0.2	0.1209	99	0	100.5	421.21	0	33.1	109	0	0	0	0
540	0	0.1013	97	0	100.2	419.1	0	32.7	89	0	0	0	0
เฉลี่ย	5.8871	0.6866	129.1741	2683.96	67.3056	281.976	152.71	32.8981	160.4074	500	0.96	0.2875	58.62

ตาราง 22 ผลการทดลองของเชื้อเพลิงซังข้าวโพด ครั้งที่ 3

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
10	0	0.1013	28	0	29.1	121.98	0	29.1	44.1	486	0	0	0
20	0	0.1013	28	0	28.9	121.15	0	28.9	52.4	0	0	0	0
30	1.3	0.2288	28	0	28.4	119.06	0	28.4	70.1	0	0	0	0
40	1.5	0.2484	28	0	27.6	115.71	0	27.6	104.7	0	0	0	0
50	3.5	0.4446	29	0	27.7	116.13	0	27.7	86.6	0	0	0	0
60	4	0.4936	29	0	27.8	116.55	0	27.8	129.8	0	0	0	0
70	5.5	0.6407	29.5	0	30	125.75	0	27.6	138.3	0	0	0	0
80	6.5	0.7388	29.5	0	30	125.75	0	28.3	123.1	0	0	0	0
90	9	0.9839	30	0	30	125.75	0	28.8	138.4	0	0	0	0
100	11	1.1801	30	0	34	142.47	0	29	148.3	0	0	0	0
110	13.5	1.4252	196	0	35	146.64	0	28.7	162.9	0	0	0	0
120	11.5	1.2291	187.21	2686.12	38	159.18	170	28.4	167.9	0	0.95	0.1547	70.41
130	8	0.8859	174.69	2582.71	40	167.54	161	27.9	175.7	0	0.91	0.1930	63.74
140	6	0.6897	164.36	2691.35	40	167.54	155	28.1	160.3	0	0.97	0.2602	64.12
150	5	0.5917	158.29	2672.78	40	167.54	150	28.6	164.9	0	0.96	0.2921	61.59

ตาราง 22 (ต่อ)

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
160	4	0.4936	151.35	2690.62	43	180.08	142	28.7	165	0	0.97	0.3562	58.43
170	4	0.4936	151.35	2690.62	45	188.44	142	28.5	165	0	0.97	0.3562	58.24
180	3.5	0.4936	151.35	2695.35	51.8	216.86	138	28.6	165.2	0	0.98	0.4258	56.06
190	3.5	0.4936	151.35	2695.35	51.7	216.44	138	28.7	164.8	0	0.98	0.4258	56.07
200	3.5	0.4936	151.35	2695.35	51.5	215.61	138	28.4	161.4	0	0.98	0.4258	56.09
210	3.5	0.4446	143.21	2695.35	51.7	216.44	138	28.6	156	0	0.98	0.4258	56.07
220	3.5	0.4446	143.21	2695.35	51.6	216.02	138	28.4	153	0	0.98	0.4258	56.08
230	4	0.4936	151.35	2690.62	51.6	216.02	142	28.3	160.9	0	0.97	0.3562	57.60
240	3.5	0.4446	143.21	2695.35	51.7	216.44	137	28.4	161.3	0	0.98	0.4258	55.67
250	3.5	0.4446	143.21	2695.35	51.9	217.28	137	28.4	163.9	0	0.98	0.4258	55.65
260	3	0.3955	143.21	2695.35	51.7	216.44	134	28.4	164.2	0	0.98	0.4258	54.45
270	3	0.3955	143.21	2695.35	51.8	216.86	134	28.3	164.4	0	0.98	0.4258	54.44
280	3.5	0.4446	143.21	2695.35	63.4	265.38	136	28.5	167.6	0	0.98	0.4258	54.17
290	3	0.3465	133.24	2695.35	64.4	269.57	134	28.7	167	0	0.98	0.4258	53.28
300	3	0.3465	133.24	2695.35	69.3	290.09	134	28.6	162.7	0	0.98	0.4258	52.83

ตาราง 22 (ต่อ)

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
310	3	0.3955	143.21	2695.35	70.8	296.37	134	28.6	152.6	0	0.9795	0.4258	52.69
320	3	0.3955	143.21	2695.35	73.1	306.01	134	28.5	156.8	0	0.9795	0.4258	52.48
330	3	0.3955	143.21	2695.35	74.8	313.13	134	28.4	157.1	0	0.9795	0.4258	52.32
340	3	0.3955	143.21	2695.35	74	309.78	134	28.2	158.8	0	0.9795	0.4258	52.40
350	3	0.3465	133.24	2695.35	84.1	352.16	134	28.4	162.7	0	0.9795	0.4258	51.47
360	3	0.3955	143.21	2695.35	83.7	350.48	134	28.5	164.8	0	0.9795	0.4258	51.50
370	3	0.3955	143.21	2695.35	83.7	350.48	134	28.5	167.5	0	0.9795	0.4258	51.50
380	3	0.3955	143.21	2695.35	100.8	422.48	134	28.5	163.8	0	0.9795	0.4258	49.92
390	3	0.3955	143.21	2695.35	103.6	434.3	134	28.6	158.9	0	0.9795	0.4258	49.66
400	3	0.3465	133.24	2695.35	103.2	432.61	134	28.5	160.6	0	0.9795	0.4258	49.70
410	3	0.3955	143.21	2695.35	105.4	441.9	134	28.4	156.8	0	0.9795	0.4258	49.49
420	3	0.3465	143.21	2695.35	105.7	443.17	133	28.5	158.2	0	0.9795	0.4258	49.10
430	3	0.3465	143.21	2695.35	105.3	441.48	130	28.5	157.4	0	0.9795	0.4258	48.03
440	2.5	0.3465	133.24	0	105	440.21	0	28.4	154.8	0	0	0	0
450	2	0.2975	133.24	0	105	440.21	0	28.4	148.1	0	0	0	0

ตาราง 22 (ต่อ)

Min	P_g (kg/cm2)	P_{abs} (mPa)	t_{steam} (°C)	h (kJ/kg)	t_{water} (°C)	h_f (kJ/kg)	m_s (kg/h)	$t_{Ambient}$ (°C)	t_{flugas} (°C)	m_f (kg)	x	v (m3/kg)	η_{th} (%)
460	2	0.2975	133.24	0	106	444.44	0	28.5	151.8	0	0	0	0
470	1.5	0.2484	128	0	104	435.99	0	28.5	153.8	0	0	0	0
480	1.5	0.1749	120	0	103.9	435.57	0	28.6	136.1	0	0	0	0
490	1	0.1994	118	0	104.1	436.41	0	28.6	126	0	0	0	0
500	0.5	0.1504	115	0	105.7	443.17	0	28.6	115	0	0	0	0
510	0.5	0.1406	114	0	104.2	436.83	0	28.5	104.3	0	0	0	0
520	0.3	0.1307	113	0	100	419.1	0	28.4	72.3	0	0	0	0
530	0.3	0.1307	108	0	100	419.1	0	28.3	61.8	0	0	0	0
540	0	0.1013	100	0	100	419.1	0	28.3	57.6	0	0	0	0
เฉลี่ย	3.7969	0.4691	120.4465	2608.75	66.5685	278.911	138.594	28.4370	141.9907	486	0.9450	0.3823	54.85

ภาพ 30 ขั้นตอนการทำการทดลอง

ภาคผนวก ข ภาพใบรายงานผลการทดสอบ

ห้องปฏิบัติการ ศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
228-228/1-3 ถนนสิรินธร เขตบางพลัด กทม. 10700
โทรศัพท์ : 02-423-9407-10 โทรสาร : 02-423-9409

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อลูกค้า : คุณรัชกาญจน์ วินิจ
ที่อยู่ : วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร
99 ม.9 ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000
แหล่งเก็บตัวอย่าง : -
วันเดือนปีที่รับตัวอย่าง : 16 กรกฎาคม 2552
วันเดือนปีที่ทำการทดสอบ : 16 – 28 กรกฎาคม 2552
เวลาที่เก็บตัวอย่าง : -

รายงานผลวิเคราะห์ทดสอบเลขที่ : 0016/2552
หมายเลขปฏิบัติการ : SDS/52-0027
ชนิดตัวอย่าง : ซังข้าวโพด (แบบฝัก)
วันเดือนปีที่เก็บตัวอย่าง : -
วิธีเก็บตัวอย่าง : -
ผู้เก็บตัวอย่าง : คุณรัชกาญจน์ วินิจ
หน้า 1/6

รายการทดสอบ	หน่วย	วิธีทดสอบ	ค่าที่วิเคราะห์ได้
1. คาร์บอน	%	Incineration	54.02
2. ความชื้น	%	Calculation	5.60

(นางสาวประภาดา โภชนันทร์)
รองผู้อำนวยการศูนย์ฯ ฝ่ายห้องปฏิบัติการ
(28 / ก.ค. / 52)

(นางสาวเพียงกมล ยุวนานนท์)
หัวหน้างาน
(28 / ก.ค. / 52)

ห้ามคัดย่อใบรับรองหรือรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้อำนวยการศูนย์สิ่งแวดล้อมเป็นลายลักษณ์อักษร
รายงานนี้รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบเท่านั้น
ไม่รับรองวัตถุหรือสิ่งใดๆที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาหรืออ้างอิง

ภาพ 31 ผลการทดสอบคาร์บอนและความชื้นของซังข้าวโพด

ห้องปฏิบัติการ ศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
228-228/1-3 ถนนสิรินธร เขตบางพลัด กทม. 10700
โทรศัพท์ : 02-423-9407-10 โทรสาร : 02-423-9409

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อลูกค้า : คุณรัชกาญจน์ วินิจ
ที่อยู่ : วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร
99 ม.9 ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000
แหล่งเก็บตัวอย่าง : -
วันเดือนปีที่รับตัวอย่าง : 16 กรกฎาคม 2552
วันเดือนปีที่ทำการทดสอบ : 16 – 28 กรกฎาคม 2552
เวลาที่เก็บตัวอย่าง : -

รายงานผลวิเคราะห์ทดสอบเลขที่ : 0016/2552
หมายเลขปฏิบัติการ : SDS/52-0030

ชนิดตัวอย่าง : ซังข้าวโพด (แบบเถ้า)
วันเดือนปีที่เก็บตัวอย่าง : -
วิธีเก็บตัวอย่าง : -
ผู้เก็บตัวอย่าง : คุณรัชกาญจน์ วินิจ
หน้า 4/6

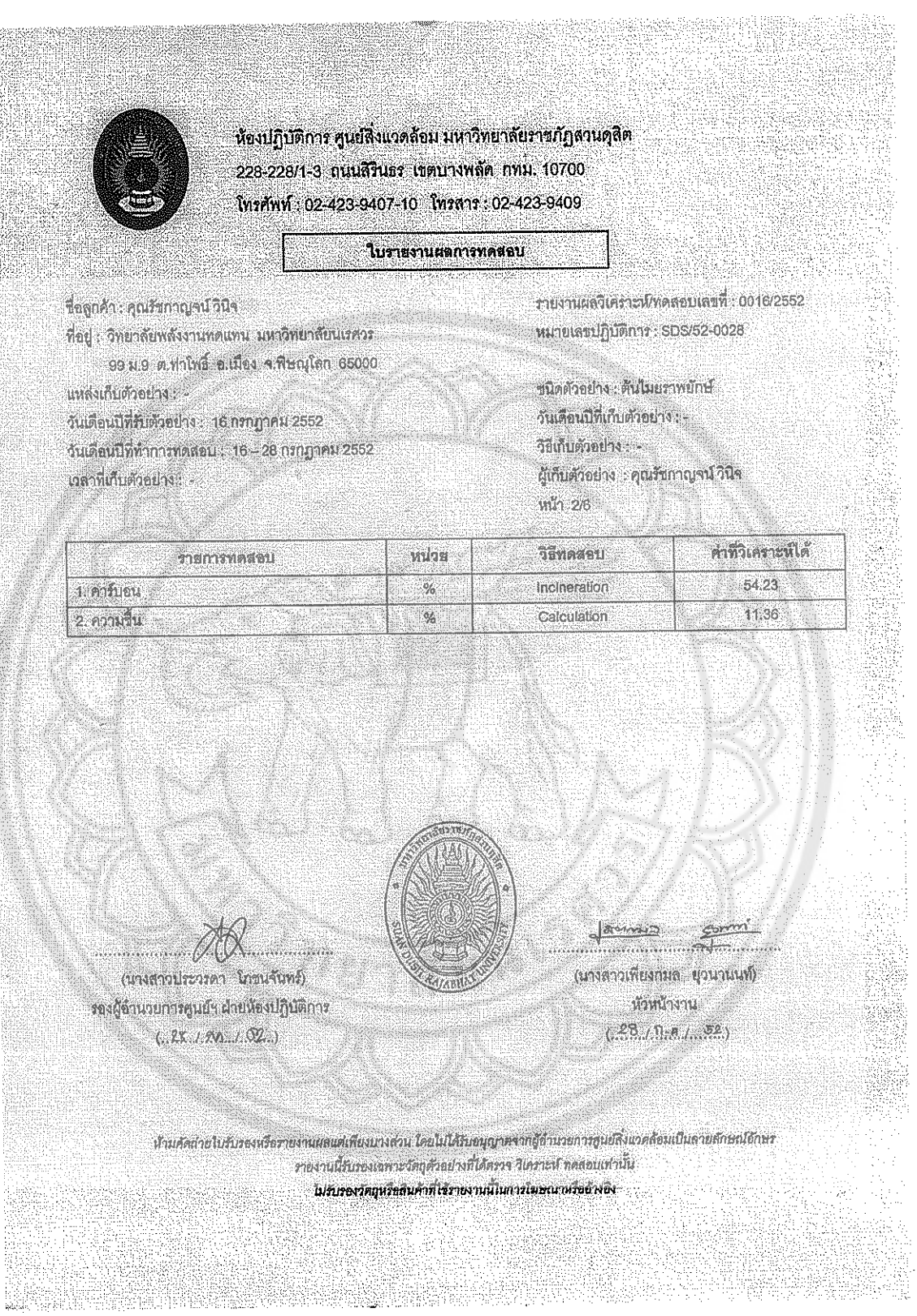
รายการทดสอบ	หน่วย	วิธีทดสอบ	ค่าที่วิเคราะห์ได้
1. คาร์บอน	%	Incineration	13.89
2. ความชื้น	%	Calculation	2.86

(นางสาวประวรดา โกชนจันทร์)
รองผู้อำนวยการศูนย์ฯ ฝ่ายห้องปฏิบัติการ
(28 / ก.ค. / 52)

(นางสาวเพียงกมล ยุวนานนท์)
หัวหน้างาน
(28 / ก.ค. / 52)

ห้ามคัดถ่ายใบรับรองหรือรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้อำนวยการศูนย์สิ่งแวดล้อมเป็นลายลักษณ์อักษร
รายงานนี้รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบเท่านั้น
ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาหรืออ้างอิง

ภาพ 32 ผลการทดสอบคาร์บอนและความชื้นของซังข้าวโพด (แบบเถ้า)



ห้องปฏิบัติการ ศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
228-228/1-3 ถนนสิรินธร เขตบางพลัด กทม. 10700
โทรศัพท์ : 02-423-9407-10 โทรสาร : 02-423-9409

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อลูกค้า : คุณรัชกาญจน์ วินิจ
ที่อยู่ : วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร
99 ม.9 ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000
แหล่งเก็บตัวอย่าง : -
วันเดือนปีที่รับตัวอย่าง : 16 กรกฎาคม 2552
วันเดือนปีที่ทำการทดสอบ : 16 – 28 กรกฎาคม 2552
เวลาที่เก็บตัวอย่าง : -

รายงานผลวิเคราะห์ทดสอบเลขที่ : 0016/2552
หมายเลขปฏิบัติการ : SDS/52-0028
ชนิดตัวอย่าง : ต้นไมยราพยักษ์
วันเดือนปีที่เก็บตัวอย่าง : -
วิธีเก็บตัวอย่าง : -
ผู้เก็บตัวอย่าง : คุณรัชกาญจน์ วินิจ
หน้า 2/6

รายการทดสอบ	หน่วย	วิธีทดสอบ	ค่าที่วิเคราะห์ได้
1. คาร์บอน	%	Incineration	54.23
2. ความชื้น	%	Calculation	11.36

(นางสาวประวรดา โกชนจันทร์)
รองผู้อำนวยการศูนย์ฯ ฝ่ายห้องปฏิบัติการ
(28 / ก.ค. / 52)

(นางสาวเพียงกมล ยุวนานนท์)
หัวหน้างาน
(28 / ก.ค. / 52)

ห้ามคัดสำเนารายงานผลบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้อำนวยการศูนย์สิ่งแวดล้อมเป็นลายลักษณ์อักษร
รายงานนี้รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ตรวจวิเคราะห์ทดสอบเท่านั้น
ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาเชิงพาณิชย์

ภาพ 33 ผลการทดสอบคาร์บอนและความชื้นของต้นไมยราพยักษ์

ห้องปฏิบัติการ ศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
228-228/1-3 ถนนสิรินธร เขตบางพลัด กทม. 10700
โทรศัพท์ : 02-423-9407-10 โทรสาร : 02-423-9409

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อลูกค้า : คุณรัชกาญจน์ วินิจ
ที่อยู่ : วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร
99 ม.9 ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000
แหล่งเก็บตัวอย่าง : -
วันเดือนปีที่รับตัวอย่าง : 16 กรกฎาคม 2552
วันเดือนปีที่ทำการทดสอบ : 16 – 28 กรกฎาคม 2552
เวลาที่เก็บตัวอย่าง : -

รายงานผลวิเคราะห์/ทดสอบเลขที่ : 0016/2552
หมายเลขปฏิบัติการ : SDS/52-0031

ชนิดตัวอย่าง : ไมยราพยักษ์ (แบบเถ้า)
วันเดือนปีที่เก็บตัวอย่าง : -
วิธีเก็บตัวอย่าง : -
ผู้เก็บตัวอย่าง : คุณรัชกาญจน์ วินิจ
หน้า 5/6

รายการทดสอบ	หน่วย	วิธีทดสอบ	ค่าที่วิเคราะห์ได้
1. คาร์บอน	%	Incineration	10.24
2. ความชื้น	%	Calculation	7.06

(นางสาวประวรดา โภชนจันทร์)
รองผู้อำนวยการศูนย์ฯ ฝ่ายห้องปฏิบัติการ
(28 / ส.ค. / 52)

(นางสาวเพียงกมล ยุวนานนท์)
หัวหน้างาน
(28 / ก.ค. / 52)

ห้ามคัดถ่ายใบรับรองหรือรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้อำนวยการศูนย์สิ่งแวดล้อมเป็นลายลักษณ์อักษร
รายงานนี้รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบเท่านั้น
ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาหรือช่วงชิง

ภาพ 34 ผลการทดสอบคาร์บอนและความชื้นของต้นไมยราพยักษ์(แบบเถ้า)

ห้องปฏิบัติการ ศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
228-228/1-3 ถนนสิรินธร เขตบางพลัด กทม. 10700
โทรศัพท์ : 02-423-9407-10 โทรสาร : 02-423-9409

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อลูกค้า : คุณรัชกาญจน์ วินิจ
ที่อยู่ : วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร
99 ม.9 ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000
แหล่งเก็บตัวอย่าง : -
วันเดือนปีที่รับตัวอย่าง : 16 กรกฎาคม 2552
วันเดือนปีที่ทำการทดสอบ : 16 – 28 กรกฎาคม 2552
เวลาที่เก็บตัวอย่าง : -

รายงานผลวิเคราะห์/ทดสอบเลขที่ : 0016/2552
หมายเลขปฏิบัติการ : SDS/52-0029

ชนิดตัวอย่าง : ไม้ยูคาลิปตัส
วันเดือนปีที่เก็บตัวอย่าง : -
วิธีเก็บตัวอย่าง : -
ผู้เก็บตัวอย่าง : คุณรัชกาญจน์ วินิจ
หน้า 3/6

รายการทดสอบ	หน่วย	วิธีทดสอบ	ค่าที่วิเคราะห์ได้
1. คาร์บอน	%	Incineration	54.99
2. ความชื้น	%	Calculation	7.14

(นางสาวประวรดา โกชนจันทร์)
รองผู้อำนวยการศูนย์ฯ ฝ่ายห้องปฏิบัติการ
(29 / 7ค / 52)

(นางสาวเพียงกมล ยุวนานนท์)
หัวหน้างาน
(28 / ก.ค. / 52)

ห้ามคัดถ่ายใบรับรองหรือรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้อำนวยการศูนย์สิ่งแวดล้อมเป็นลายลักษณ์อักษร
รายงานนี้รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบเท่านั้น
แปรรองตลุหรือลบคำที่เรารายงานนี้ในการโฆษณาหรืออย่างอื่น

ภาพ 35 ผลการทดสอบคาร์บอนและความชื้นของไม้ยูคาลิปตัส

ห้องปฏิบัติการ ศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
228-228/1-3 ถนนสิรินธร เขตบางพลัด กทม. 10700
โทรศัพท์ : 02-423-9407-10 โทรสาร : 02-423-9409

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อลูกค้า : คุณรัชกาญจน์ วินิจ
ที่อยู่ : วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร
99 ม.9 ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000
แหล่งเก็บตัวอย่าง : -
วันเดือนปีที่รับตัวอย่าง : 16 กรกฎาคม 2552
วันเดือนปีที่ทำการทดสอบ : 16 – 28 กรกฎาคม 2552
เวลาที่เก็บตัวอย่าง : -

รายงานผลวิเคราะห์ทดสอบเลขที่ : 0016/2552
หมายเลขปฏิบัติการ : SDS/52-0032

ชนิดตัวอย่าง : ยูคาลิปตัส (แบบเถ้า)
วันเดือนปีที่เก็บตัวอย่าง : -
วิธีเก็บตัวอย่าง : -
ผู้เก็บตัวอย่าง : คุณรัชกาญจน์ วินิจ
หน้า 6/6

รายการทดสอบ	หน่วย	วิธีทดสอบ	ค่าที่วิเคราะห์ได้
1. คาร์บอน	%	Incineration	4.47
2. ความชื้น	%	Calculation	3.33

(นางสาวประวรรตา โกษนันทน์)
รองผู้อำนวยการศูนย์ฯ ฝ่ายห้องปฏิบัติการ
(28 / ก.ค. / 52)

(นางสาวเพียงกมล ยุวนานนท์)
หัวหน้างาน
(28 / ก.ค. / 52)

ห้ามคัดถ่ายใบรับรองหรือรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้อำนวยการศูนย์สิ่งแวดล้อมเป็นลายลักษณ์อักษร
รายงานนี้รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบเท่านั้น
ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาหรืออ้างอิง

ภาพ 36 ผลการทดสอบคาร์บอนและความชื้นของไม้ยูคาลิปตัส (แบบเถ้า)

ภาคผนวก ค งานวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23
4 – 7 พฤศจิกายน 2552 จังหวัดเชียงใหม่

การศึกษาสมรรถนะเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำชีวมวลขนาดเล็ก

Thermal Performance of Small Scale Biomass Steam Boiler

รัชกาญจน์ วินิจ*, สุขฤดี สุขใจ* และอนันต์ พงศ์ธรกุลพานิช

วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

* ติดต่อ: โทรศัพท์: (055) 963188, โทรสาร: (055) 963188,

E-mail: yuppyness@hotmail.com, sukruedeen@nu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการศึกษาสมรรถนะเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำชีวมวลขนาดกำลังการผลิต 100 กิโลวัตต์เทอร์มอล อัตราการผลิตไอน้ำ 200 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ความดันทำงานสูงสุด 17 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยเป็นระบบผลิตไฟฟ้าสำรองของระบบรางพาราโบลิก ทำการศึกษา ณ วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร ประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก คือ หม้อไอน้ำชีวมวลแบบท่อไฟแนวนอน เชื้อเพลิงที่ใช้ในการศึกษาสมรรถนะเชิงความร้อนของระบบนี้ คือ ไม้ยูคาลิปตัส, ไมยราพยักษ์ และซังข้าวโพด โดยเชื้อเพลิงมีขนาดต่างๆ กันดังนี้คือ ไม้ยูคาลิปตัสมีขนาดประมาณ 2x2x10 เซนติเมตร, ไมยราพยักษ์มีขนาดประมาณ 2x2x20 เซนติเมตร และซังข้าวโพดมีขนาดประมาณ 3x3x6 เซนติเมตร ค่าความร้อนสูงของชีวมวลมีค่าเท่ากับ 19,481 กิโลจูลต่อกิโลกรัม, 29,387 กิโลจูลต่อกิโลกรัม และ 11,298 กิโลจูลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่า ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยหม้อไอน้ำชีวมวลสามารถผลิตไอน้ำที่อัตราสิ้นเปลืองชีวมวลคือ 26.28 กิโลกรัมต่อชั่วโมง, 17.50 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และ 57.81 กิโลกรัมต่อชั่วโมงตามลำดับและพบว่าสมรรถนะเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำชีวมวลโดยใช้ไม้คาลิปตัส ไมยราพยักษ์ และซังข้าวโพดเป็นเชื้อเพลิง คือ ร้อยละ 72.81 72.48 และ 57.07 ตามลำดับ จากการศึกษานี้จะเป็นแนวทางในการพัฒนาออกแบบหม้อไอน้ำให้มีคุณภาพดีขึ้น และสามารถเลือกใช้ชีวมวลได้อย่างเหมาะสมต่อไป

คำหลัก: หม้อไอน้ำชีวมวล/สมรรถนะเชิงความร้อน

Abstract

This article deals with a study of a biomass boiler with a capacity of 100 kilowatt thermal. This biomass boiler is able to generate 200 kilograms per hour of steam, pressure 17 kilogramspersquarecentimeter and utilized in case of emergency when solar parabplic system is unable to produce electricity. That studying at School of Renewable Energy Technology (SERT) in Naresuan University. The main materials are the biomass boilers in type of horizontal conduit and the fuel that studying competency in thermal expansion system such as; Eucalyptus, Giant sensitive plant and corn cob. Those are different by following; Eucalyptus is 2x2x10 centimeters, Giant sensitive plant is 2x2x20 centimeters and corn cob is 3x3x6 centimeters. Thermal expansion of biomass is 19,481 kilojoules per kilogram, 29,387 kilojoules per kilogram and 11,298 kilojoules per kilogram by following. This study found that produced electricity energy with biomass boiler can produce stream at rate that waste biomass is 26.28 kilogram per hour, 17.50 kilogram per hour and 57.81 kilogram per hour by following and also found that thermal expansion of biomass boiler that uses Eucalyptus, Giant sensitive plant and corn cob are 72.81 %, 72.48% and 57.07% by following.

This study is going to be a guideline for developing the quality of the boiler and to choose properly biomass for the future.

Key Word: Biomass Boiler/ Thermal Expansion

1. บทนำ

ปัจจุบันความต้องการด้านพลังงานมีเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากมีการเติบโตทางด้านเศรษฐกิจ สังคมมากขึ้น และวิกฤตการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมอันเกิดจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ล้วนก่อให้เกิดปัญหาต่อสังคมมนุษย์ เนื่องจากปริมาณเชื้อเพลิงสำรองได้ลดลงอย่างมาก จึงทำให้ประชาคมโลกได้ตระหนักถึงผลกระทบจะที่เกิดขึ้นในอนาคต ดังนั้นเพื่อป้องกันการขาดแคลนพลังงานและเป็นการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมจึงส่งผลให้เกิดการพัฒนาพลังงานทดแทนขึ้นมาเพื่อขจัดปัญหาที่จะเกิดขึ้นดังกล่าว

จากการที่ประเทศไทยมีความต้องการด้านพลังงานไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม การผลิตไฟฟ้าภายในประเทศจึงไม่เพียงพอต่อความต้องการของประชาชนในประเทศ เป็นเหตุให้รัฐบาลต้องไปซื้อไฟฟ้าจากต่างประเทศ ดังเช่นในประเทศลาว [1] เพื่อเป็นการช่วยเหลือตนเองให้มากที่สุดและเพื่อสร้างความมั่นคงภายในประเทศ ดังนั้นการผลิตไฟฟ้าใช้เองภายในประเทศจึงเป็นสิ่งสำคัญของประเทศในอนาคตโดยเฉพาะด้านพลังงานทดแทน ซึ่งประเทศไทยมีศักยภาพด้านพลังงานทดแทนหลายด้าน เช่นการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลมซึ่งจะสามารถใช้ได้ในแถบพื้นที่ทางภาคใต้เนื่องจากมีความเร็วลมในระดับ 40 เมตรขึ้นไปซึ่งข้อจำกัดนี้ทำให้ใช้ได้เฉพาะพื้นที่ การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานจากแสงอาทิตย์สามารถใช้งานได้กับทุกพื้นที่ในประเทศไทยในบริเวณที่โล่งไม่มีสิ่งใดบังทิศทางแสงแดดแต่มีข้อจำกัดคือสามารถใช้งานได้ดีในเวลากลางวันและมีแดดเพียงพอ ส่วนการผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำมีข้อจำกัดคือสามารถใช้งานได้ในบางพื้นที่ถึงแม้ว่าการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานน้ำจะมีความคุ้มค่าหากเป็นการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานน้ำขนาดเล็กก็ตาม และการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานจากชีวมวลเป็นเทคโนโลยีที่มีการพัฒนามานานแล้วและเหมาะสมกับสังคมไทยเนื่องด้วยประเทศไทยมีพื้นที่ทำการเกษตรกรรมและผลผลิตทางการเกษตรมากจึงมีวัสดุเหลือทิ้งจากภาคเกษตรมากถึง 48,293 ล้านกิโลกรัม คิดเป็นพลังงาน 721,936 เทอราจูล เทียบน้ำมันดิบ 17.10 เมกะตัน หรือกำลังไฟฟ้า 9,630 เมกะวัตต์ และการทำการเกษตรมีอยู่ทุกพื้นที่ทั่วทุกภาคของประเทศไทย [1, 2]

พลังงานชีวมวลเป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่มีศักยภาพเพียงพอและมีความเหมาะสมกับประเทศไทย เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมมีผลผลิตทางการเกษตรหลากหลายชนิด ก่อให้เกิดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเช่น เศษไม้ยางพารา ไม้ยูคาลิปตัส ฟางข้าว เหง้ามันสำปะหลัง เป็นต้น พลังงานชีวมวลที่เกิดขึ้นในแต่ละปีเทียบเท่าถ่านหินลิกไนท์ 54 ล้านตัน และพบว่าไม้ยูคาลิปตัสปลูกมากในภาค

ตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออก และมีแนวโน้มปลูกเพิ่มขึ้นทุกปี[3,4]

ด้วยเหตุนี้จึงได้เลือกระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานชีวมวลเป็นระบบผลิตไฟฟ้าสำรองในกรณีที่ระบบรางพาราโบลิก (Solar trough technology) ไม่สามารถทำงานได้ในกรณีที่แสงแดดไม่เพียงพอในการผลิตกระแสไฟฟ้าและในเวลากลางคืน

2. วิธีดำเนินการศึกษาวิจัย

การศึกษาสมรรถนะเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำชีวมวลขนาดเล็กนี้เพื่อทราบถึงความสามารถในการทำงานของหม้อไอน้ำและการเลือกใช้เชื้อเพลิงให้เหมาะสม

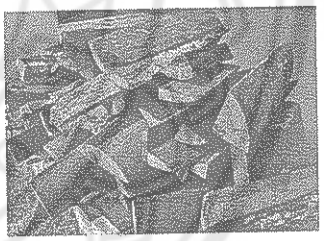
2.1 ระบบหม้อไอน้ำชีวมวล

เทคโนโลยีหม้อไอน้ำชีมวลเป็นการเปลี่ยนเชื้อเพลิงชีวมวลแข็งเป็นไอน้ำซึ่งเกิดจากการเผาไหม้โดยตรงในหม้อไอน้ำแบบหลอดไฟ ความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้จะส่งผ่านความร้อนไปสู่น้ำในหม้อไอน้ำจนน้ำในหม้อไอน้ำสามารถเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอได้และถึงความดันทำงานสูงสุดที่ต้องการที่ 16.5 กิโลกรัมต่อตารางเซ็นติเมตร

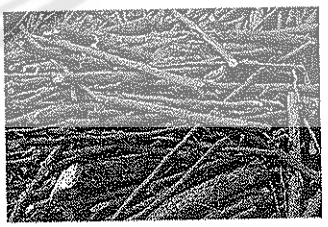
ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยหม้อไอน้ำชีวมวลโดยใช้หม้อไอน้ำชีวมวลที่พัฒนาขึ้นเองโดยวิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร

หม้อไอน้ำ ทำหน้าที่เปลี่ยนเชื้อเพลิงชีวมวลแข็งให้เป็นพลังงานความร้อนส่งผ่านไปสู่น้ำในหม้อไอน้ำให้มีอุณหภูมิและความดันสูงขึ้นเพื่อเตรียมนำไปใช้ประโยชน์ โดยมีพัดลมดูดอากาศช่วยดูดอากาศเร่งการเผาไหม้เชื้อเพลิง ส่วนขี้เถ้าจะตกลงด้านล่างของเตาและขี้เถ้าบางส่วนที่น้ำหนักเบาจะถูกดักจับด้วยเครื่องบำบัดอากาศเสียก่อนปล่อยสู่ระบบทางปล่องควัน

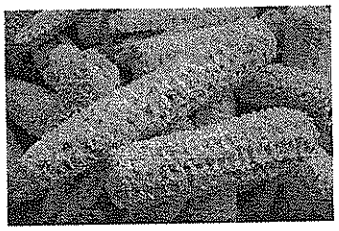
รูปที่ 1 ภาพถ่ายระบบผลิตไฟฟ้าด้วยหม้อไอน้ำ ชีวมวล ณ วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร



รูปที่ 2 ภาพเศษไม้ยูคาลิปตัสที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง



รูปที่ 3 ภาพไม้ไมยราพยักษ์ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง



รูปที่ 4 ภาพซังข้าวโพดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง

ตารางที่ 1 ลักษณะและข้อมูลทางด้านเทคนิคของหม้อไอน้ำที่ตรวจวัด

รายการ	ขนาด
ชนิดของหม้อไอน้ำ	หม้อไอน้ำท่อไฟแนวนอนแบบก๊าซร้อนไหลผ่าน 3 กลับ
ความดันออกแบบสูงสุด	17 kg/cm^2
ความดันใช้งานปกติ	ประมาณ 8 kg/cm^2
อัตราการผลิตไอน้ำ	200 kg/hr
เชื้อเพลิง	1. ไม้ยูคาลิปตัส 2. ซังข้าวโพด 3. ไมยราพยักษ์
การหมุนเวียนของอากาศ	ใช้พัดลมดูดอากาศ
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตัวหม้อไอน้ำ	1.364 m.
ความยาวตัวหม้อไอน้ำ	2.632 m.
ลักษณะการเผาไหม้	แบบเผาตรง Direct combustion
การควบคุมการเผาไหม้	อัตโนมัติ

ตารางที่ 2 แสดงคุณสมบัติทางความร้อนของชีวมวล

	ซังข้าวโพด [5]	ไม้ยูคาลิปตัส [6]	ไมยราพยักษ์ [7]
Proximate analysis			
Ash, %	0.90	0.34	6.30
Volatile Matter, %	45.42	78.9	66.02
Fixed Carbon, %	13.68	20.7	19.65
Ultimate Analysis			
Carbon, %	54.02	54.99	54.23
Hydrogen, %	6.08	6.10	6.19
Oxygen, %	27.42	0.1	
Nitrogen, %	0.12	0.1	
Sulfur, %	0.03	0.03	0.21
Moisture, %	2.86	7.14	11.36
Higher heating value, kJ/kg	11,298	19,481	29,387

หมายเหตุ ผลวิเคราะห์ข้างต้นอ้างอิงจากตัวอย่างชีวมวลที่นำมาทดสอบเท่านั้น ซึ่งอาจแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์พืชและพื้นที่ปลูก

เมื่อ 1 kcal/kg มีค่าเท่ากับ 4.1868 kJ/kg

2.2 เชื้อเพลิง

เชื้อเพลิงชีวมวลที่ใช้ในการศึกษาคือเศษไม้ยูคาลิปตัสที่รวบรวมจากโรงงานไม้แปรรูป นำมาตัดให้มีขนาดประมาณ 2x2x10 เซนติเมตร ,ไมยราพยักษ์ที่ขึ้นตามธรรมชาติ

บริเวณรอบมหาวิทยาลัยนเรศวรมีขนาดประมาณ 2x2x20 เซนติเมตร และซังข้าวโพดมีขนาดประมาณ 3x3x6 เซนติเมตร ค่าความร้อนสูงของชีวมวล มีค่าเท่ากับ 19,481 กิโลจูลต่อกิโลกรัม , 29,387 กิโลจูลต่อกิโลกรัม และ 11,298 กิโลจูลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

2.3 การตรวจวัด

ในการตรวจวัดของหม้อไอน้ำชีวมวลจะประกอบด้วยดัชนีชี้วัดต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 3 เครื่องมือและวิธีการตรวจวัดดัชนีชี้วัดที่สำคัญของระบบ

Parameter	Methods and equipment
1.Hight heating value (kJ/kg)	Research on the website
2.Temperature(°C)	Thermocouple type K,J Data recorder
3.size of feed stock(cm)	Ruler
4.Pressure	Pressure controllers
5.Steam	Flow meter
6.Feed stock	Balance

2.4 การทำงานของระบบ

การทำงานของระบบผลิตไอน้ำด้วยหม้อไอน้ำ ชีวมวล เริ่มจากการตรวจสอบระบบหม้อไอน้ำเรื่องความพร้อมก่อนการใช้งาน จากนั้นเริ่มเปิดระบบหม้อไอน้ำให้อยู่ในสถานะพร้อมใช้งานเปิดปั๊มน้ำให้เป็นระบบอัตโนมัติแล้วจุดเตาหม้อไอน้ำ ใส่เชื้อเพลิงเข้าไปในหม้อไอน้ำ หลังจากไฟติดจึงเปิดพัดลมดูดอากาศ ซึ่งเมื่อจุดไฟติดแล้วสามารถใส่เชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นได้ตามความต้องต้องการ

3. การคำนวณผลการทดลอง

3.1 การหาสมรรถนะเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำชีวมวล

ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำมีคุณภาพสูงนั้นเหตุผลหนึ่งคือการมีสมมรรถนะเชิงความร้อนภายในหม้อไอน้ำสูงด้วย

การหาสมรถนะเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำชีวมวลสามารถหาได้จากสมการที่ 1

$$\eta_{th} = \frac{m_s(h - h_f)}{(m_f \times F)} \qquad (1)$$

ซึ่ง

η_{th} = สมรรถนะเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำ

m_s = ปริมาณไอน้ำที่หม้อไอน้ำผลิตได้ (Kg/h)

h_g = เอนทาลปีจำเพาะของไอน้ำที่ผลิตออกมาที่ความดันของหม้อไอน้ำ (kJ/Kg)

h_f = เอนทาลปีของน้ำอิ่มตัวที่ความดันหม้อไอน้ำ (kJ/Kg)

m_f = ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้ (Kg/h)

F = ค่าความร้อนเชื้อเพลิงด้านค่าสูง (HHV) (kJ/Kg)

4. ผลการคำนวณ

จากการทดสอบเผาเศษไม้ยูคาลิปตัส ไมยราพยักษ์ และซังข้าวโพดพบว่า อัตราการใส่เชื้อเพลิงเท่ากับ 26.28 กิโลกรัมต่อชั่วโมง 17.50 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และ 57.81 กิโลกรัมต่อชั่วโมงตามลำดับ โดยมีค่าความร้อนสูงของเศษไม้ยูคาลิปตัส ไมยราพยักษ์ และซังข้าวโพด 19,481 กิโลจูลต่อกิโลกรัม 29,387 กิโลจูลต่อกิโลกรัม และ 11,298 กิโลจูลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และสมรรถนะเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำชีวมวลคิดเป็นร้อยละ72.81 72.48 และ 57.07 ตามลำดับ

5. บทสรุป

การศึกษาสมรรถนะเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำชีวมวลขนาดเล็กนี้เป็นการศึกษาเบื้องต้น พบว่าสมรรถนะเชิงความร้อนของระบบในการเปลี่ยนรูปพลังงานชีวมวลเป็นไอน้ำ ในสภาวะการทำงานมีค่าเท่ากับร้อยละ 72.81 72.48 และ 57.07 โดยเชื้อเพลิงที่นำมาใช้พบว่า ยูคาลิปตัส ไมยราพยักษ์ และซังข้าวโพด มีผลต่อสมรรถนะหม้อไอน้ำตามลำดับ ซึ่งถือว่าหม้อไอน้ำมีสมรรถนะเชิงความร้อนน้อย และจากการศึกษาสมรรถนะเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำมีผลต่อประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำโดยรวม ดังนั้นการมีสมรรถนะเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำสูงย่อมสามารถทำให้หม้อไอน้ำมีประสิทธิภาพสูงด้วย [5]

ตารางที่ 3 แสดงผลสมรรถนะเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำชีวมวลขนาดเล็กโดยเรียงลำดับจากเชื้อเพลิงที่ให้ผลจากสูงไปต่ำ

ลำดับที่	ชนิดเชื้อเพลิง	η_{th}
1	ไม้คาลิปตัส	72.81
2	ไมยราพยักษ์	72.48
3	ซังข้าวโพด	57.07

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ นักวิจัย และเพื่อนนิสิตของมหาวิทยาลัยนเรศวรที่ได้ให้ความช่วยเหลือในเรื่องคำแนะนำ ข้อมูลเพื่อสนับสนุนในการศึกษาวิจัยนี้ ทำให้การศึกษาในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

[1] คณะทำงานวารสารนโยบายพลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน *นโยบายพลังงาน*. 2550. ฉบับที่ 79 .ตุลาคม-ธันวาคม.

[2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน. *ศักยภาพชีวมวลในประเทศไทย*.สืบค้นเมื่อ 29 ธันวาคม 2551,แหล่งที่มา http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=437

[3] ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล. (2549). *ชีวมวล*. มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม.พิมพ์ครั้งที่1.

[4] ศิรินุช จินดารักษ์. รายวิชา 262361 : *การเปลี่ยนรูปชีวมวลเป็นพลังงาน Biomass conversion to energy*. ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

[5] มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม,*Biomass analysis*. สืบค้นเมื่อ 4 มีนาคม 2552, จาก www.efe.or.th/download/Heating%20Value.pdf

[6] Sahataya Ladpala. (2008). *Managament model of sustainable biomass gasified power generation system for community in Thailand*. A Thesis submitted to the graduate school of Naresuan University in Partial Fulfillment of the Requirements for the doctor of philosophy degree in Renewable Energy (International Program) Naresuan University.

[7] กรมพัฒนาพลังงานทดแทน กระทรวงพลังงาน. ม.ป.ป., *ค่าความร้อนของชีวมวล*.

[8] สมชัย อัครทิวา และขวัญจิต วงษ์ชารี. (2008). *เทอร์โมไดนามิกส์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แมคกรอ-ฮิล.

อภิธานศัพท์

Multi fuel feed	:	หม้อไอน้ำที่สามารถนำเชื้อเพลิงแข็งมากกว่า 1 ชนิด (หลากหลายชนิด) มาใช้เป็นเชื้อพลิงป้อนเข้าสู่หม้อไอน้ำ
หม้อไอน้ำ (boiler)	:	หม้อไอน้ำชนิดท่อไฟแนวนอน ขนาดกำลังการผลิตไอน้ำ 200 กิโลกรัมต่อชั่วโมง
ชีวมวล	:	สารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานจากธรรมชาติและสามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานได้ เช่น เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หรือกากจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมการเกษตร เช่น ต้นไมยราพยักษ์ ไม้ยูคาลิปตัส และซังข้าวโพด