





ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกะลามะพร้าว
และการคำนวณหาสูตรเคมีของกะลามะพร้าว

มหาวิทยาลัยพระนคร

องค์ประกอบทางเคมีของกะลามะพร้าว

ตาราง 7 องค์ประกอบทางเคมีของกะลามะพร้าว [32]

Proximate Analysis (%)		Ultimate Analysis (%)	
Volatile matter	78.9	Carbon	50.2
Fixed carbon	20.3	Hydrogen	6.4
Ash	0.8	Oxygen	43.4
-	-	Nitrogen	-
-	-	Sulfur	-

ตาราง 8 การคำนวณสูตรเคมีของกะลามะพร้าว

Substance	%	kg/(kg/mole)	Mole	mole/mole of C
C	50.2	50.2/12	4.18	1
H	6.4	6.4/1	6.4	1.53
O	43.4	43.4/16	2.71	0.65

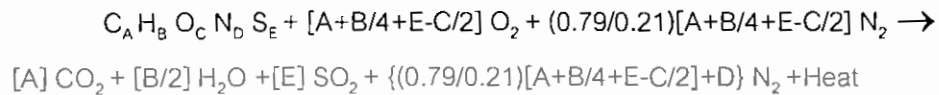
สูตรเคมีกะลามะพร้าว คือ $\text{CH}_{1.53}\text{O}_{0.65}$



การคำนวณหาปริมาณอากาศเผาไหม้สมบูรณ์

การคำนวณหาปริมาณอากาศเผาไหม้สมบูรณ์

สมการเผาไหม้



ปริมาณอากาศทางทฤษฎี



เมื่อ

$$X = A + B/4 + E - C/2$$

$$X = 1 + 1.53/4 + 0 - 0.65/2$$

$$= 1.05$$



$$23.93 \quad 33.6 \quad + \quad 110.54$$

$$1$$

$$4.77$$

กะลามะพร้าว 1 kg ต้องการอากาศเผาไหม้สมบูรณ์ตามทฤษฎี 4.77 kg กำหนด

$$\text{Equivalent Ratio} = 0.255 \text{ [15]}$$

$$\text{ปริมาณอากาศในการผลิตแก๊สจากกะลามะพร้าว 1 kg} = 0.255 \times 4.77$$

$$= 1.22 \text{ kg}$$

กะลามะพร้าว 1 kg ต้องการอากาศ

$$= 1.22 \text{ kg}$$

ดังนั้นอัตราส่วน Air/Fuel Ratio, A/F

$$= 1.22/1$$

$$= 1.22 \text{ kg Air/kg Fuel}$$

อากาศที่ 30 °C 1 atm, ค่าความหนาแน่น, ρ

$$= 1.16 \text{ kg/m}^3$$

ต้องการอากาศในการผลิตแก๊ส

$$= 1.22/1.16$$

$$= 1.05 \text{ m}^3 \text{ Air/kg Fuel}$$

ดังนั้นกะลามะพร้าว 1 kg จะต้องใช้ปริมาณอากาศ 1.05 m³ เพื่อเผาไหม้อย่างสมบูรณ์



การคำนวณอัตราการไหลของอากาศ

ในการวัดอัตราการไหลของอากาศที่ป้อนให้กับเตาผลิตแก๊สนั้น จะใช้เครื่องวัดอัตราการไหลแบบออร์ฟิส (orifice) โดยอัตราการไหลของอากาศที่ป้อนให้กับเตาสามารถคำนวณได้โดยใช้สมการดังนี้ [15]

$$Q = m C_o \varepsilon \frac{\pi D_o^2}{4} \sqrt{2gh}$$
$$h = \frac{(\rho' - \rho)}{\rho} \times h'$$

- เมื่อ ρ = ความหนาแน่นของของไหลในท่อ (ที่ต้องการวัด) (kg/m^3)
 ρ' = ความหนาแน่นของของเหลวที่บรรจุอยู่ในท่อรูปตัวยู (kg/m^3)
 m = อัตราส่วนของรูเปิด, $m = (D_o/D)^2$
 D_o = เส้นผ่านศูนย์กลางของรู orifice (m)
 D = เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ (m)
 C_o = สัมประสิทธิ์อัตราการไหล (discharge coefficient) ของออร์ฟิส ซึ่งขึ้นกับค่า m และตัวเลขเรย์โนลด์
 h = ผลต่างของความดัน (m)
 ε = สัมประสิทธิ์ชดเชยการพองตัวของอากาศ

ตัวอย่างวิธีการคำนวณ

$$\text{ที่ } 30^\circ\text{C}, \rho_{\text{air}} = 1.164 \text{ kg/m}^3$$

$$V = 1.60 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{ที่ } 30^\circ\text{C}, \rho_{\text{water}} = 997.1 \text{ kg/m}^3$$

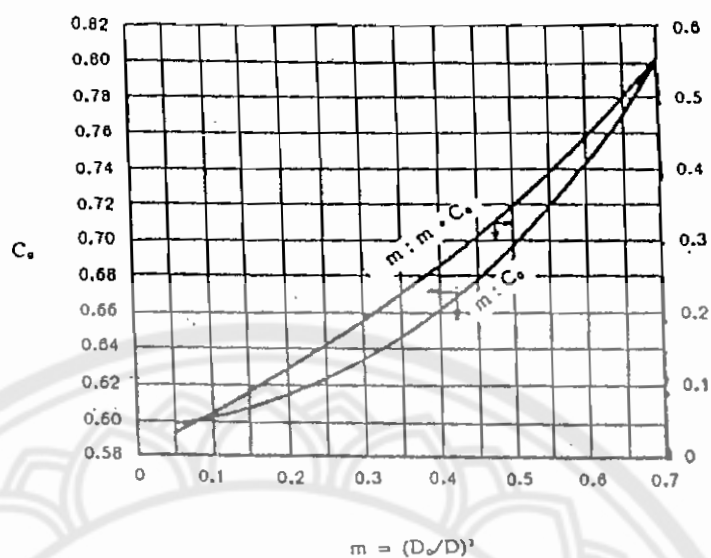
$$D_o = 0.0264 \text{ m.}$$

$$D = 0.0527 \text{ m.}$$

$$m = (0.0264/0.0527)^2 = 0.25$$

$$C_o = 0.678 \text{ จากรูปที่ ค 1}$$

$$\text{กำหนดให้ } \varepsilon = 0.95$$



ภาพ 43 ความสัมพันธ์ระหว่าง m กับ C_o และระหว่าง m กับ mC_o ของออริฟิส [15]

$$h = \frac{(\rho' - \rho)}{\rho} * H' = [(997.1 - 1.164) / 1.164] * 0.003$$

$$= 2.567$$

แทนค่าทุกค่าลงในสมการ จะได้ดังนี้

$$Q = [0.25 * 0.625 * 0.95 * \pi * (0.0527)^2 * (2 * 9.81 * 2.567)^{0.5}] / 4$$

$$= 2.297 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

ΔP (m.H ₂ O)	Q (m ³ /s)
0.003	2.297×10^{-3}
0.004	2.653×10^{-3}
0.005	2.966×10^{-3}
0.006	3.249×10^{-3}
0.007	3.509×10^{-3}
0.008	3.752×10^{-3}
0.009	3.979×10^{-3}
0.010	4.194×10^{-3}
0.011	4.399×10^{-3}
0.012	4.595×10^{-3}



ภาคผนวก ง

ผลการทดลองการผลิตโปรตีนเชื้อเพลิงที่อัตราการไหลของอากาศต่างๆ

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ผลการทดลองการผลิตโปรดิวเซอร์แก๊สที่อัตราการไหลของอากาศต่างๆ

ตาราง 9 อัตราการไหลของอากาศ $2.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

Time (min)	Gas Inlet Temperature (°C)	Reduction Zone Temperature (°C)	Combustion Zone Temperature (°C)	Gas Outlet Temperature (°C)
0	37.3	31.5	31.7	39.3
20	38.2	462.7	622.7	65.8
40	37.8	504.2	919.6	105.4
60	38.1	522.1	1017.1	134.8
80	41.9	528.9	886.2	172
100	43.4	532.2	878.0	193.2
120	45.3	536.6	957.6	201.6
140	45.0	586.9	907.9	204.2
160	46.4	580.1	953.6	214.3
180	47.6	613.6	974.2	214.1
Avg	42.1	489.9	814.9	154.47

ตาราง 10 อัตราการไหลของอากาศ $3.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

Time (min)	Gas Inlet Temperature (°C)	Reduction Zone Temperature (°C)	Combustion Zone Temperature (°C)	Gas Outlet Temperature (°C)
0	37.3	31.5	31.7	39.3
20	38.4	466.8	1169.0	54.3
40	37.5	500.3	1008.8	97.7
60	41.7	507.0	936.6	123.2
80	42.5	544.4	969.9	140.8
100	42.9	584.7	877.2	158.1
120	42.4	588.1	946.5	165.1
140	41.7	583.9	949.4	170.4
160	42.2	662.0	923.0	191.7
180	42.8	678.3	962.7	201.2
Avg	40.9	514.7	877.5	134.18

ตาราง 11 อัตราการไหลของอากาศ $4.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.

Time (min)	Gas Inlet Temperature (°C)	Reduction Zone Temperature (°C)	Combustion Zone Temperature (°C)	Gas Outlet Temperature (°C)
0	37.3	42.6	47.0	39.3
20	41.2	472.7	1078.2	55.2
40	42.1	515.3	1190.0	97.7
60	44.7	554.4	955.4	126.7
80	43.1	596.4	891.8	149.2
100	44.6	605.5	944.5	160.5
120	44.9	606.5	972.2	170.3
140	44.2	612.5	926.9	183.0
160	42.8	658.7	935.2	194.3
180	40.9	685.9	966.1	197.5
Avg	42.6	535.1	890.7	137.4



ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบและค่าความร้อนของโปรตีนพืชแก๊ส

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบและค่าความร้อนของโปรตีนเซอร์แก๊ส

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบและค่าความร้อนของโปรตีนเซอร์แก๊ส

Description	Air Flow Rate (m ³ /s)		
	2.5x10 ⁻³	3.5x10 ⁻³	4.5x10 ⁻³
CO (%vol.)	27.66	23.74	20.79
H ₂ (%vol.)	0.12	0.09	0.09
CH ₄ (%vol.)	6.91	5.93	5.19
N ₂ (%vol.)	41.34	49.65	55.90
High Heating Value (HHV*, MJ/Nm ³)	5.74	4.92	4.31

* At 25 °C 1 atm





ภาคผนวก จ

ผลการทดลองการใช้โปรตีนเซอร์แก๊สในกระบวนการผลิตชาเขียวใบหม่อน

ผลการทดลองการใช้โปรติวเซอร์แก๊สในกระบวนการผลิตชาเขียวใบหม่อน

ตาราง 13 ผลการทดลองการใช้โปรติวเซอร์แก๊สใช้ในกระบวนการลวกชาเขียวใบหม่อน

Time (min)	Gas Inlet Temperature (°C)	Reduction Zone Temperature (°C)	Combustion Zone Temperature (°C)	Gas Outlet Temperature (°C)	Ambient Temperature (°C)	Water Temperature (°C)
0	36.3	36.8	33.7	35.4	33.4	32.5
20	37.9	374.1	1018.8	48.9	35.3	45.2
40	38.5	500.1	936.5	87.8	34.9	75.0
60	38.7	558.1	866.1	119.9	34.0	95.4
80	40.8	611.5	934.5	145.0	34.8	95.7
100	41.2	611.1	823.1	159.2	33.0	95.5
120	43.9	640.4	762.2	176.6	32.9	94.5
140	43.8	599.9	678.8	175.7	33.7	95.0
160	45.2	596.9	745.0	188.2	36.1	95.6
180	46.6	636.7	815.3	195.4	36.0	95.4
Avg	41.3	516.5	761.4	133.2	34.4	81.9

ตาราง 14 ผลการทดลองการใช้โปรติวเซอร์แก๊สในกระบวนการคั่วชาเขียวใบหม่อน

Time (min)	Gas Inlet Temperature (°C)	Reduction Zone Temperature (°C)	Combustion Zone Temperature (°C)	Gas Outlet Temperature (°C)	Ambient Temperature (°C)	Pan Surface Temperature (°C)
0	31.3	31.8	33.7	33.4	33.4	32.5
20	38.0	360.9	1002.5	45.9	31.3	60.6
40	43.3	387.1	971.5	85.8	38.2	64.1
60	38.8	419.8	936.3	120.9	35.8	66.1
80	37.4	480.6	820.5	140.5	34.4	61.9
100	37.8	511.1	847.6	155.2	32.8	60.5
120	40.2	554.5	877.4	175.5	33.7	62.3
140	43.5	621.8	906.1	178.7	34.1	61.9
160	45.4	637.5	922.5	180.2	33.7	62.2
180	46.5	652.5	928.7	190.4	34.2	62.4
Avg	40.2	465.8	824.7	130.6	34.2	59.5

ตาราง 15 ผลการทดลองการใช้โปรติวเซอร์ที่เกิดในกระบวนการอบแห้งชาสีเขียวใบหม่อน

Time (min)	Gas Inlet Temperature (°C)	Reduction Zone Temperature (°C)	Combustion Zone Temperature (°C)	Gas Outlet Temperature (°C)	Air Inlet Temperature (°C)	Air Outlet Temperature (°C)	Chamber Temperature (°C)	Combustion Chamber Temperature (°C)	Flue Gas Temperature (°C)	Ambient Temperature (°C)
0	37.7	32.0	39.2	33.5	36.2	32.1	33.5	32.6	35.5	30.6
10	38.8	161.0	408.6	41.1	36.9	38.2	39.6	582.5	46.8	31.4
20	39.0	295.3	891.7	47.0	38.1	40.2	67.2	577.1	65.0	31.9
30	38.5	379.0	915.7	62.1	39.7	45.6	98.6	607.4	75.8	30.6
40	38.6	403.4	871.5	74.9	45.6	51.1	102.3	651.8	81.7	31.4
50	41.1	604.6	817.6	171.5	42.2	59.0	94.4	801.3	87.0	33.4
60	40.9	617.4	877.6	184.2	46.5	61.3	95.5	769.1	89.4	36.0
70	42.9	573.1	889.3	191.9	45.2	65.8	98.6	772.9	92.6	35.3
80	42.0	578.9	826.7	199.6	48.7	69.2	100.2	766.3	96.9	31.9
90	41.3	570.2	852.6	206.7	46.7	77.8	102.3	779.8	102.2	34.2
100	40.4	631.0	918.7	211.0	51.0	82.6	104.3	789.4	103.0	32.3
Avg	40.1	568.4	864.9	177.1	43.3	56.6	85.1	648.2	79.6	32.6