

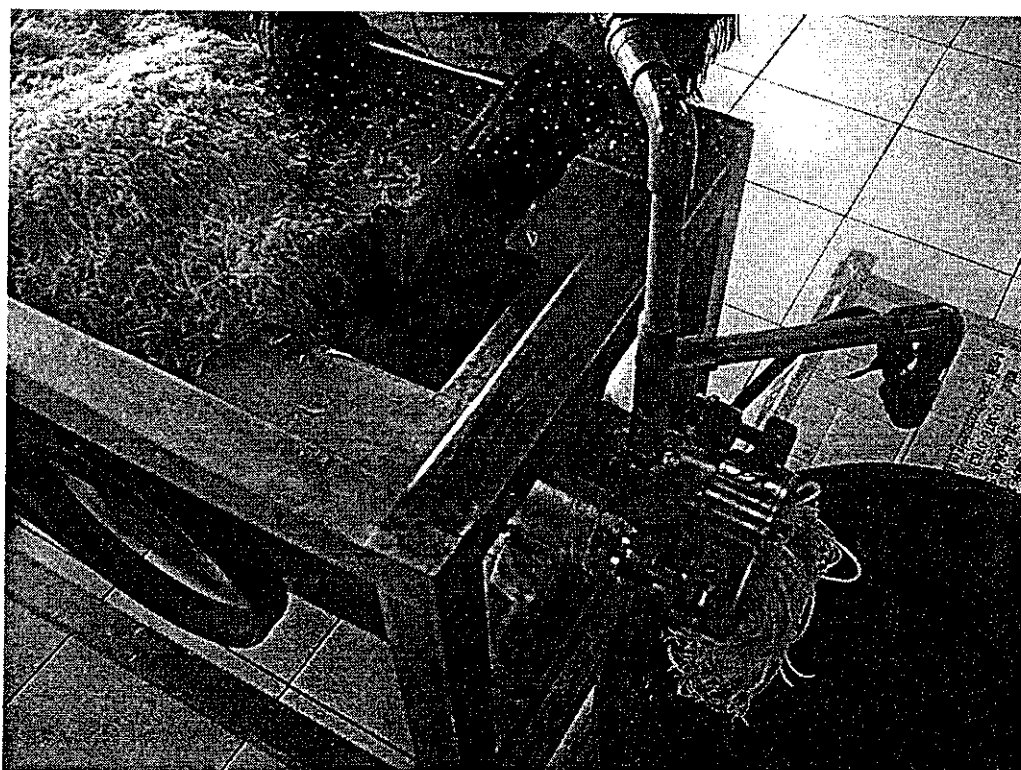
บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงการ

3.1 สํารวจรวบรวมข้อมูล

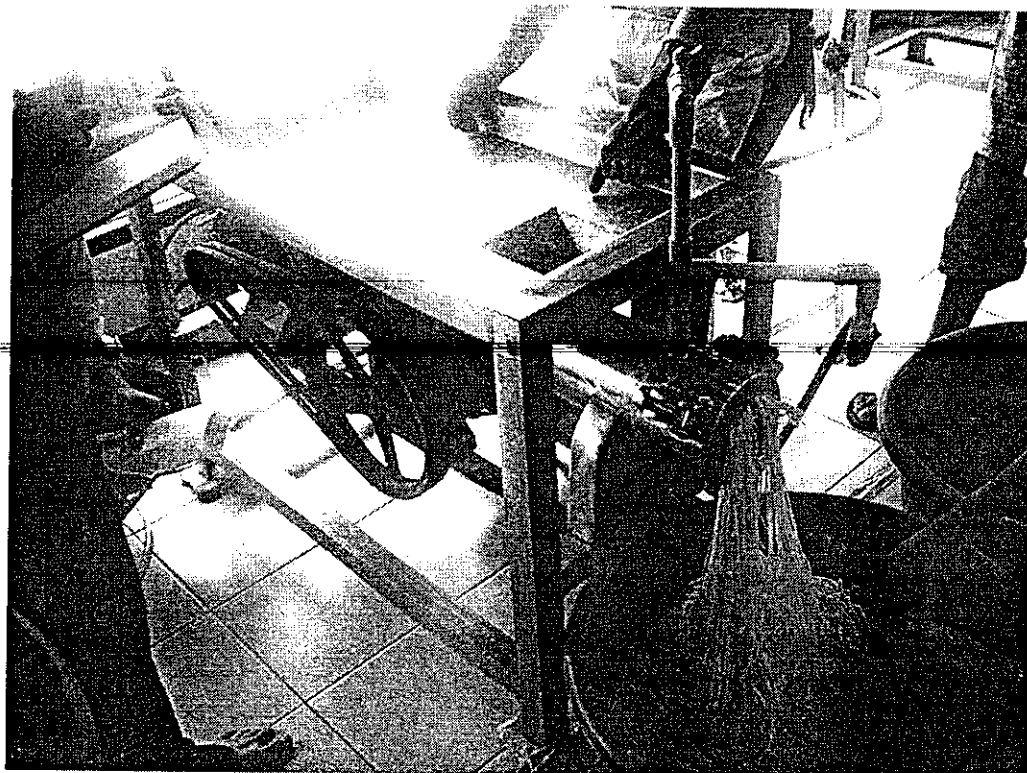
เพื่อให้การออกแบบ และเลือกใช้เครื่องผสมให้เหมาะสมกับการผสมสับกับผงสมุนไพร จึงมีความจำเป็นที่จะต้องหาข้อมูลของเครื่องผสม เพื่อนำมาประกอบการพิจารณาสร้างเครื่องผสมสมุนไพร โดยได้ศึกษาจากตัวอย่างของผู้ผลิตสับและได้ทำการทดสอบกับเครื่องผสมชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ ซึ่งมีข้อมูลดังนี้

3.1.1 เครื่องผสมสับของบริษัทเขาค้อทะเลภู

จากการที่ได้เข้าไปดูงานที่ บริษัท เขาค้อทะเลภู ที่จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นตัวอย่างของโรงงานผลิตสับสมุนไพรอีกหนึ่งแห่งพบว่า ทางบริษัทได้ใช้เครื่อง Extruder ในการผสมสับ ซึ่งใช้มอเตอร์ขนาด 3 แรงม้า เป็นต้นกำลังในการหมุนเกลียวของเครื่อง Extruder ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร ให้หมุนด้วยความเร็ว 20 รอบต่อนาที



รูปที่ 3.1 ภาพเครื่องผสมแบบเอกซ์ทรูเดอร์



รูปที่ 3.2 ลักษณะของของผสมที่ได้จากเครื่อง Extruder

การทำงานของเครื่องชนิดนี้ผู้ปฏิบัติงานจะใส่เม็ดสบู่ที่คลุกเคล้ากับสารเติมแต่ง ลงไปในเครื่อง Extruder โดยเครื่อง Extruder จะทำการย่อยเม็ดสบู่ที่ทำการผสมกับสบู่น้ำไฟได้ออกมาเป็นเส้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2 มิลลิเมตร ซึ่งการผสมในครั้งแรกนั้นจะยังไม่ทำให้สบู่กับสารเติมแต่งที่ได้ออกมานั้นผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน จะต้องนำเส้นผสมระหว่างสบู่กับสารเติมแต่งที่ได้นำมาใส่เข้าเครื่องเพื่อให้เครื่องเอกซ์ทรูเดอร์ทำการผสมอีก ต้องทำตามวิธีนี้รวม 7 ครั้ง เม็ดสบู่กับสารเติมแต่งถึงจะผสมกันได้ดีตามต้องการ

3.1.2 การทดสอบกับเครื่องดรัมดรายเออร์ (Drum dryer)

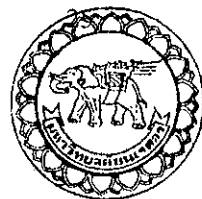
ลักษณะการทำงานของเครื่องดรัมดรายเออร์จะเหมือนกับโรลเลอร์มีลล์คือใช้ลูกกลิ้งโลหะสองอันวางขนานกันในแนวระดับ สามารถปรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งสองลูกได้ และปรับความเร็วรอบของลูกกลิ้งได้ทีประมาณ 1 ถึง 13 รอบต่อนาที ซึ่งในส่วนของเครื่องดรัมดรายเออร์นี้สามารถให้ความร้อนที่ลูกกลิ้งได้โดยใช้ไอน้ำ แผนภาพการทำงานของเครื่องดรัมดรายเออร์ แสดงดังรูปที่ 3.4

ตารางที่ 3.1 แสดงตัวอย่างของวัตถุดิบที่ใช้ในการผสมและคุณสมบัติต่างๆ ของของผสมเพื่อที่จะใช้พิจารณาเลือกความเร็วรอบที่เหมาะสมให้กับวัตถุดิบที่จะทำการผสม สำหรับการใช้งานเครื่องดรัมดรายเออร์

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างของวัตถุดิบที่ใช้ผสมและความเร็วรอบ

Main Practice use of Drum Dryer (For reference)

Sample NO.	Raw material name	Water content %		Steam pressure kg/cm^3	Drum surface temperature $^{\circ}C$	Drum revolution <i>R.P.M</i>	Capacity $kg/m^2 \cdot h$
		material	product				
1	Shrimp	83.5	6.5	3.6	141	5.6	45
2	Squid	80.3	7.0	3.0	138	8.6	45
3	Octopus	82.9	6.5	4.0	142	5.6	37
4	Pork liver	72.8	6.0	3.0	138	8.6	39
5	Cattle liver	71.9	6.7	3.0	138	8.6	57
6	Salmon Flake	74.0	7.0	3.0	138	12.0	40
7	Ground fish	79.1	5.0	4.0	142	2.5	25
8	Banana	75.5	6.0	2.0	125	3.5	30
9	Yellow	85.8	7.5	2.5	133	3.2	24
10	Potato	79.5	7.0	3.0	138	8.6	36
11	Sweet potato	69.3	7.0	3.0	138	5.6	40
12	Pumpkin	74.3	5.4	4.0	142	4.2	48
13	Mushroom	88.0	5.0	3.0	138	3.5	16
14	Spinach	90.2	7.0	3.0	138	3.5	57
15	Ginger	86.6	5.6	3.0	138	5.6	40
16	Garlic	77.0	7.5	3.0	138	5.6	28
17	Mugwort	84.0	12.8	4.0	142	3.2	28
18	Green peas	76.5	7.0	3.0	138	5.6	38
19	Green pepper	93.5	7.0	3.0	138	2.5	26
20	Parsley	86.9	6.0	3.0	138	2.5	38
21	Aroe	98.0	9.0	2.0	125	1.3	60
22	Raw lea leaf	77.0	4.6	6.0	156	12.5	30
23	Mulberry leaf	79.4	11.0	4.0	142	3.2	28
24	Orange pulp	88.0	12.0	6.0	156	2.5	25
25	Apple pulp	77.0	8.0	4.0	142	5.6	25
26	Waste milk	88.4	7.0	5.0	150	4.2	60
37	Sea lettuce	97.0	6.0	4.0	142	2.7	50

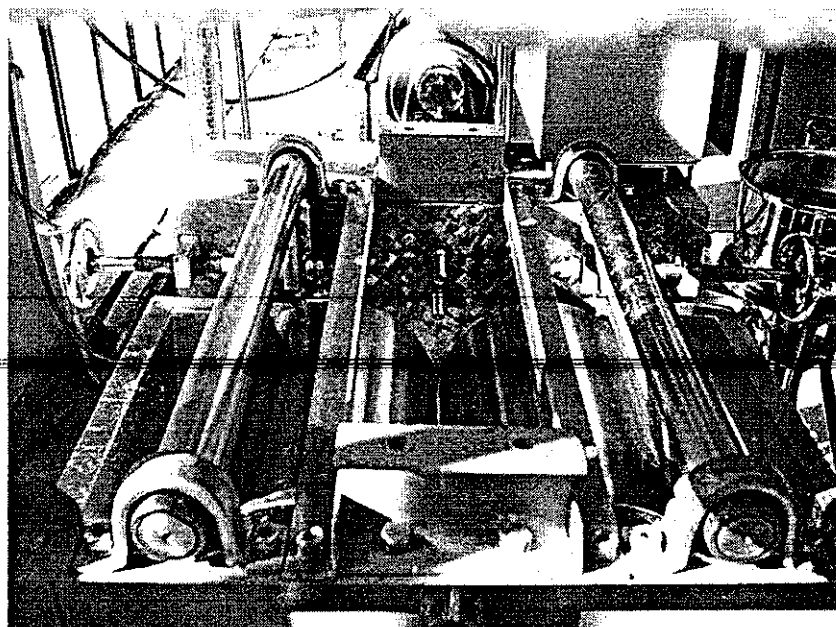


สำนักหอสมุด

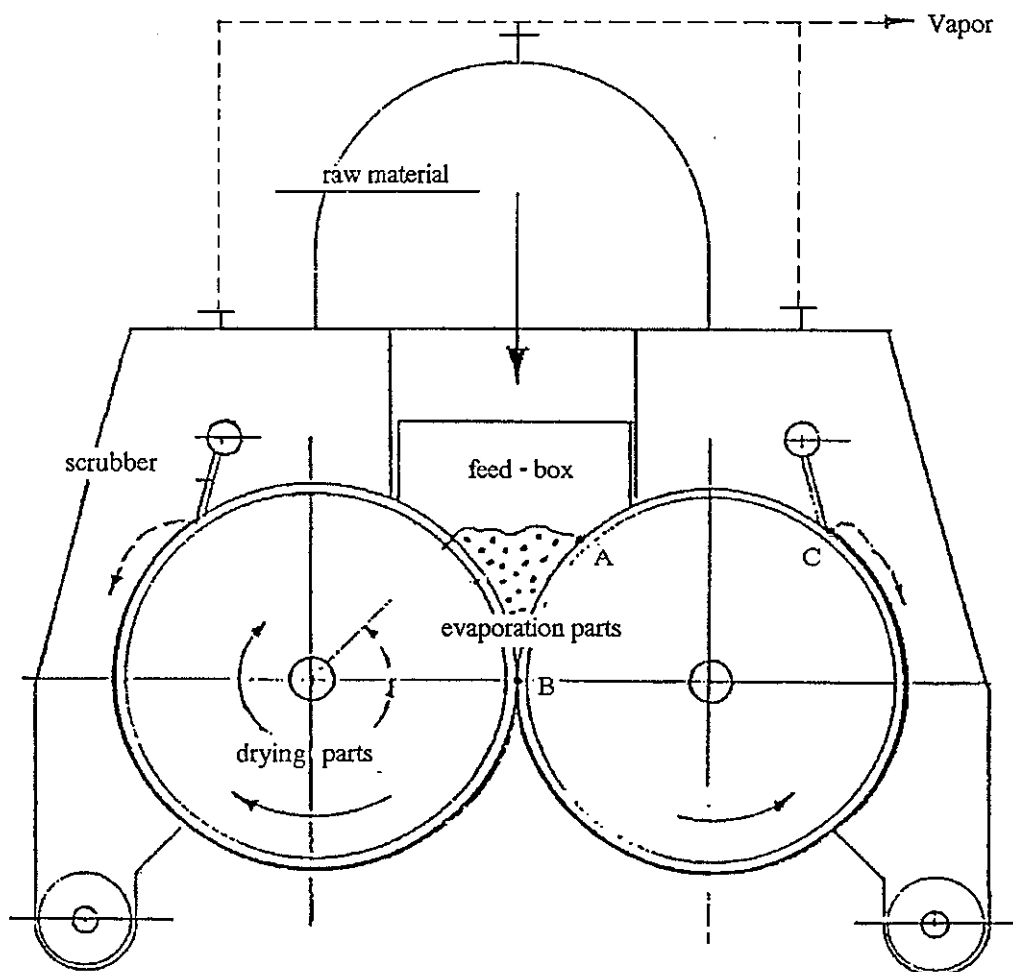
24 ก.ย. 2547

4740534

ป
ร
02790
25476



รูปที่ 3.3 เครื่องครัมครายเออร์

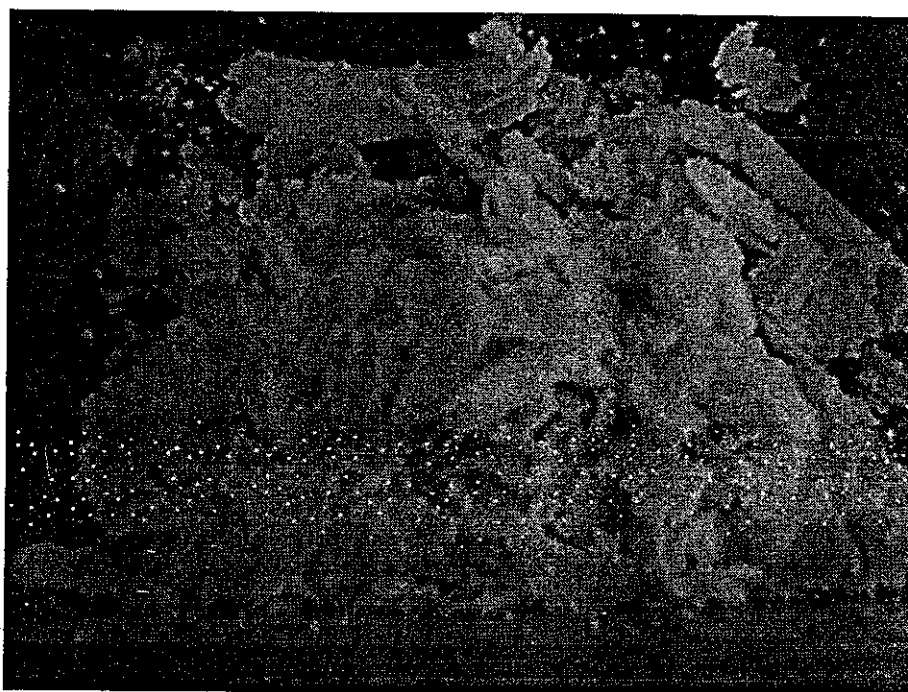


รูปที่ 3.4 ลักษณะการทำงานของเครื่องเครื่องครัมครายเออร์

ที่มา : Johnson Boiler Ltd

เครื่องครัมครายเออร์จะทำงานโดยใส่วัตถุดิบลงไปในส่วนของ Feed-box แล้วลูกกลิ้งสองลูก จะถูกหมุนเข้าหากันเพื่อทำการบดผสมวัตถุดิบที่ใส่ลงไป ในการทำงานจะมีวัตถุส่วนหนึ่งติดมากับผิวหน้าของลูกกลิ้ง และจะถูกใบมีดขูดออก

จากการทดสอบการทำงานของเครื่องครัมครายเออร์ โดยใช้เม็ดสบู่ตัวอย่างปริมาณ 1 กิโลกรัม เดินเครื่องที่ความเร็วรอบ 2 รอบต่อนาที ระยะห่างของโรลเลอร์ 2 มิลลิเมตร จะได้ลักษณะของสบู่ที่ผ่านเครื่องครัมครายเออร์มีลักษณะดังรูปที่ 3.5



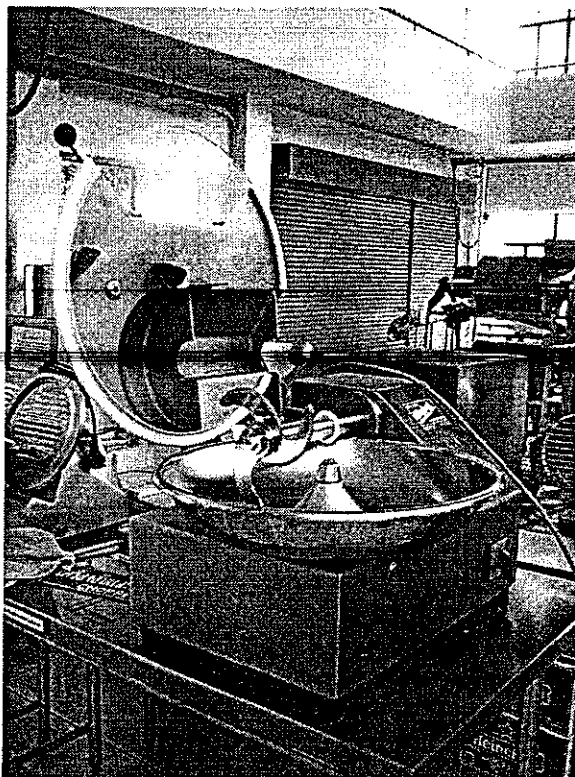
รูปที่ 3.5 ผลการทดลองกับเครื่องผสมครัมครายเออร์

จากการทดสอบการทำงานของเครื่องครัมครายเออร์พบว่ามีความสามารถในการย่อยเม็ดสบู่ 12 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

3.1.3 การทดสอบกับเครื่องอิมัลชัน

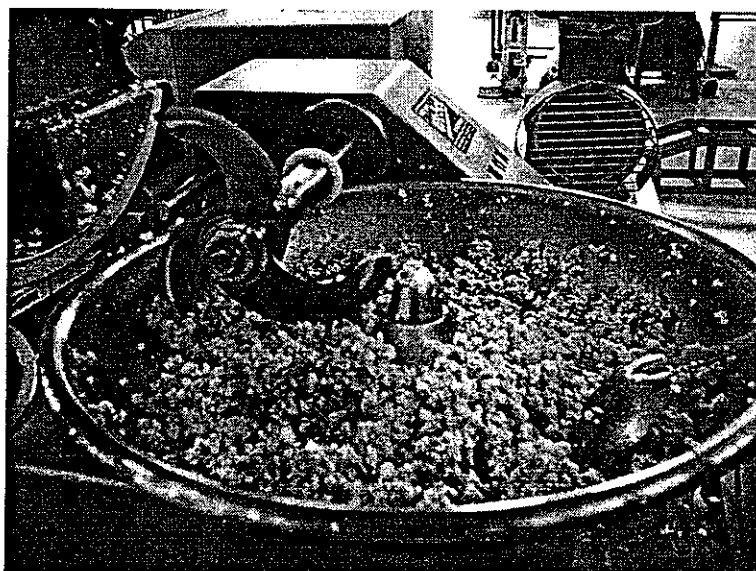
เครื่องอิมัลชันถูกออกแบบมาเพื่อใช้ย่อยและผสมเนื้อสัตว์ หลักการทำงานของเครื่องคือใช้ใบมีดตัดหมุนด้วยความเร็ว 1380 รอบต่อนาที ติดตั้งไว้ในแนวระดับ อ่างของเครื่องผสมมีส่วนโค้งที่รองรับรีซีมิของใบมีด และหมุนด้วยความเร็วรอบ 20 รอบต่อนาที โดยได้แสดงไว้ดังรูปที่ 4.6

เครื่องที่ได้ทำการทดสอบนี้ ใช้มอเตอร์ขนาด 1.5 กิโลวัตต์ ความเร็วของใบมีดสามารถเลือกได้สองระดับคือ 1380 และ 2,800 รอบต่อนาที อ่างมีความจุ 1,100 ลูกบาศก์เซนติเมตร



รูปที่ 3.6 เครื่องอิมัลชัน

ทำการทดสอบการผสมของเม็ดสบู่กับผงสนุนไฟรด้วยเครื่องอิมัลชัน โดยใส่เม็ดสบู่ปริมาณ 3.0 กิโลกรัม ลงไปทำการผสมกับผงขมิ้น 30 กรัม ใช้ความเร็วของใบมีด 1,380 รอบต่อนาที อย่งหมุนด้วยความเร็ว 20 รอบต่อนาที จากการทดสอบพบว่า จะใช้เวลาในการผสม 5 นาที เพื่อที่จะได้ของผสมระหว่างเม็ดสบู่กับผงสนุนไฟรเป็นเนื้อเดียวกัน เนื้อสบู่ที่ผสมมีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส กำลังการผลิต 36 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



รูปที่ 3.7 ผลการทดลองกับเครื่องผสมแบบอิมัลชัน

3.2 เลือกเครื่องผสม

จากที่ได้ศึกษาหลักการการทำงานของเครื่องผสมแต่ละชนิด ผู้ศึกษาได้เลือกเครื่องผสมอิมัลชันมาใช้เป็นเครื่องต้นแบบในการออกแบบเครื่องผสมสบู่มุนไพร์ ซึ่งได้เลือกจากข้อดีของเครื่องอิมัลชัน คือ

- ใช้เวลาในการผสมน้อย
- ของผสมระหว่างเม็ดสบู่มุนไพร์กับผงสบู่มุนไพร์ที่ได้ออกมามีลักษณะเป็นก้อนเล็กๆ สามารถนำไปแปรรูปในขั้นต่อไปได้ง่าย
- มีลักษณะการทำงานสองแบบ คือ เป็นทั้งเครื่องย่อยและเครื่องผสม จะสามารถย่อยเม็ดสบู่มุนไพร์แล้วทำการผสมกับผงสบู่มุนไพร์ได้โดยไม่ต้องผ่านเครื่องย่อยก่อน

3.3 การออกแบบและการคำนวณ

ในการออกแบบเครื่องผสมสบู่มุนไพร์ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือส่วนประกอบหลักของเครื่องผสมซึ่งมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญ ดังนี้

- ขนาดของอ่างผสม
- ขนาดของใบมีด
- ขนาดของมอเตอร์

3.3.1 การหาความหนาแน่นของสบู่มุนไพร์

ทำการทดสอบหาความหนาแน่นของสบู่มุนไพร์ดังนี้

- ใส่ม็ดสบู่มุนไพร์ในบีกเกอร์ขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- นำไปชั่งน้ำหนัก และบันทึกผล
- ทำการทดสอบซ้ำ 5 ครั้ง
- เปลี่ยนจากเม็ดสบู่มุนไพร์เป็นผงสบู่มุนไพร์

ตารางที่ 3.2 ผลการทดสอบหาความหนาแน่นของสบู่มุนไพร์

ครั้งที่	น้ำหนัก(กรัม)	
	เม็ดสบู่มุนไพร์	ผงสบู่มุนไพร์
1	232.5	201.2
2	232.5	192.8
3	230.6	192.1
4	235.2	192.1
5	232.6	194.3
เฉลี่ย	232.7	194.5

ดังนั้นจากสมการ

$$\text{ความหนาแน่นรวม(Bulk density)} \quad \rho = \frac{m}{v}$$

นำค่าที่ได้จากการทดสอบแทนในสมการ จะได้ ความหนาแน่นรวมของเม็ดสบู่และผงสบู่ เป็น 0.465 และ 0.389 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

3.3.2 อ่างผสม

ข้อจำกัดในการออกแบบอ่างผสม

- สามารถผสมได้ 30 กิโลกรัมต่อชั่วโมง
- ปริมาตรของอ่างสามารถบรรจุผงสบู่ได้

สิ่งที่จะใช้มาเป็นตัวประกอบในการเลือกขนาดของถาดผสม คือ น้ำหนักสบู่ที่ต้องการผสม โดยความต้องการการผสมอยู่ที่ 30 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จากการทดสอบการผสม 3 กิโลกรัม ใช้เวลา 5 นาที ดังนั้น ใน 1 ชั่วโมง จะสามารถผสมได้เป็นปริมาณ 36 กิโลกรัม โดยทำการผสม 12 ครั้ง และเมื่อมาพิจารณาความจุของเครื่องผสมที่ 5 กิโลกรัม จะพบว่าสามารถผสมได้ในอัตรา 30 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยทำการผสม 6 ครั้ง ดังนั้นทำการออกแบบเครื่องผสมสบู่สมุนไพร ที่ความจุ 5 กิโลกรัม

จากการทดสอบหาความหนาแน่นของเม็ดสบู่คือ 0.389 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร นำไปคำนวณหาปริมาตรของถาดผสมได้จากสมการ

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (3.1)$$

โดย ρ = ความหนาแน่น (g/cm^3)

m = มวล (g)

v = ปริมาตร (cm^3)

จะได้ว่า

$$v = \frac{m}{\rho}$$

แทนค่า

$$v = \frac{5000}{0.389}$$

ได้ปริมาตรของผงสบู่

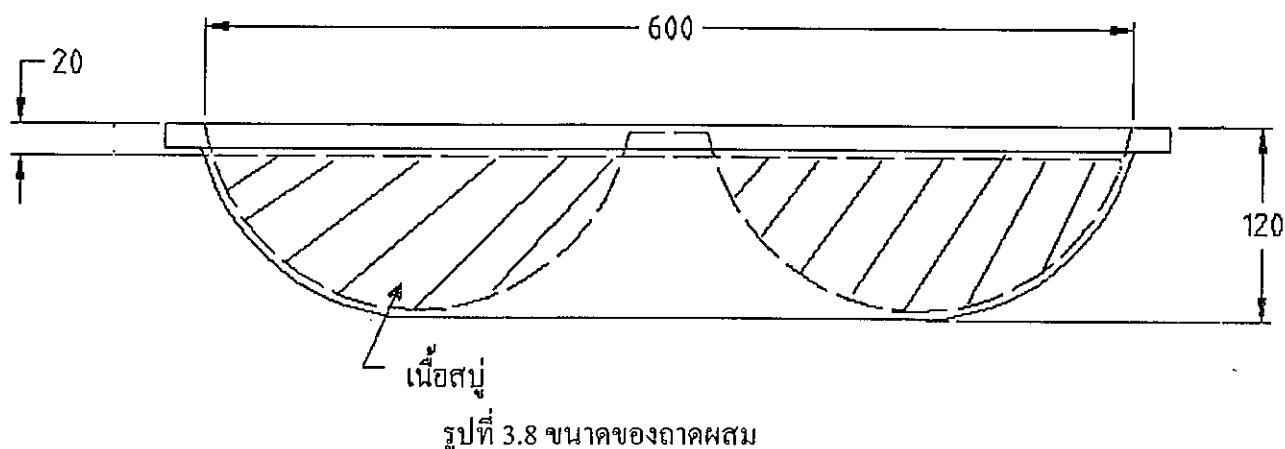
$$v = 12,853.47 \text{ cm}^3$$

การทำงานของเครื่องผสม ในบางครั้งมวลของของผสมอาจไปรวมกันเป็นก้อนสูงกว่าขอบของถาดผสม ดังนั้นผู้ออกแบบจึงได้เพิ่มขนาดของถาดผสมอีก 30 % จึงได้ปริมาตรเป็น

$$v = 12,853.47 \times 1.30$$

$$v = 16,709.51 \text{ cm}^3$$

นำปริมาตรที่ได้นี้ไปหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถาดผสมโดยการเขียนแบบ 3 มิติ เพื่อที่จะใช้หาปริมาตร โดยใช้โปรแกรมเขียนแบบ Mechanical Desktop 2004 ซึ่งออกแบบได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอ่างผสมเป็น 600 มิลลิเมตร และส่วนโค้งที่รองรับใบมีดรัศมี 140 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.8



3.3.3 ขนาดของใบมีด

เนื่องจากส่วนโค้งที่รองรับใบมีดรัศมี 140 มิลลิเมตร และระยะห่างระหว่างปลายใบมีดกับผิวของอ่างเป็น 2 มิลลิเมตร ดังนั้นใบมีดจึงมีรัศมีเป็น

$$r = 140 - 2$$

$$r = 138 \text{ มิลลิเมตร}$$

3.3.4 ขนาดมอเตอร์

จากการออกแบบเครื่องผสมจะได้รัศมีของใบมีดผสมเป็น 138 มิลลิเมตร และหาค่าของแรงที่ใช้ในการตัดของผสมด้วยเครื่อง Instron ซึ่งใช้แรง 4.255 Kgf. ดังนั้น

$$\text{แรงที่ปลายใบมีดที่ใบมีดต้องใช้ในการตัดผสม} = 4.255 \times 9.81$$

$$= 41.742 \text{ N}$$

จากสมการ

$$P = 2\pi nT$$

ให้ค่าความปอดกัยมีค่าเป็น 3 จะได้มอเตอร์ขนาด

$$P = 2 \times \pi \times (1900/60)(41.742 \times 0.138)(3)$$

$$P = 3,474.58 \text{ watt}$$

หรือ

$$\text{Horsepower} = \text{watt} / 745.69$$

$$= 3,474.58 / 745.69$$

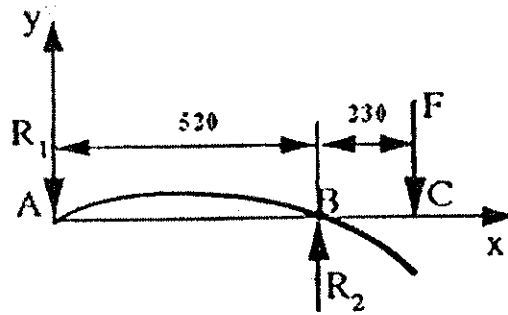
$$= 4.65 \text{ Hp.}$$

เพราะฉะนั้น ต้นกำลังที่จะใช้คือมอเตอร์ขนาด 5 แรงม้า

3.3.5 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลลาที่ใช้หมุนใบมีด

เนื่องจากเพลลาที่ใช้มีการติดตั้งเป็นลักษณะแบบคานปลายยื่น เลือกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลลาโดยคำนวณจากระยะการโก่ง เนื่องจากว่า ปลายใบมีดผสมที่ออกแบบไว้มีระยะห่างจากผิวของถาดผสมเพียง 2 มิลลิเมตร เพื่อป้องกันไม่ให้ปลายใบมีดสัมผัสกับถาดผสม จึงยอมให้ระยะโก่งเมื่อเทียบกับระยะห่างนี้ เป็น 1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะได้ระยะโก่ง ที่ยอมได้เป็น 0.02 มิลลิเมตร ความยาวของเพลลาที่ยาวออกมาจากจุดรองรับ คือ 355 มิลลิเมตร และใช้เพลลา stainless steel ซึ่งมีค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น $190 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$ จากสมการของคานแบบงายมีปลายยื่น

$$y_{\max} = -\frac{Fa^2(L+a)}{3EI}$$



รูปที่ 3.9 แผนภาพแสดงแรงกระทำที่เพลา

ให้ค่าความปลอดภัยเป็น 2 และแทนค่าแรงในสมการจะได้

$$0.02 = \frac{(41.742 \times 2)(230^2)(520 + 230)}{3 \times 190 \times 10^3 I}$$

$$I = 29,0546.3$$

และค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของวงกลมคือ

$$I = \frac{\pi D^4}{64}$$

แทนค่า \$I\$ ที่ได้ลงในสมการ

$$29,0546.3 = \pi \frac{D^4}{64}$$

$$D^4 = 5,918,960.6$$

$$D = 49.32 \text{ mm.}$$

ดังนั้น จากขนาดเพลามาตรฐาน จึงเลือกใช้เพลาขนาด 50 มิลลิเมตร

3.4 การทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องผสมสมุนไพร

3.4.1 การทดสอบหาปริมาณการผสม

1. เตรียมอุปกรณ์

- 1) เครื่องผสมสมุนไพร
- 2) เครื่องวัดกระแส
- 3) สบู่ น้ำมันมะพร้าว 0.5 กิโลกรัม 6 ถัง
- 4) สบู่ น้ำมันปาล์ม 0.5 กิโลกรัม 6 ถัง

2. วิธีการทดลอง

- 1) เปิดสวิตช์เครื่องผสม
- 2) ใส่เม็ดสบู่ 0.5 กิโลกรัม สังเกตกระแสเมื่อเริ่มคกที่ทำการบันทึก
- 3) ใส่เม็ดสบู่ทีละ 0.5 กิโลกรัม ไปเรื่อยๆ โดยไม่ให้กระแสเกิน 19.9 แอมป์(เนื่องจากมอเตอร์รับกระแสได้สูงสุด 19.9 แอมป์)
- 4) เปลี่ยนจากสบู่ น้ำมันมะพร้าวเป็นสบู่ น้ำมันปาล์ม

3.4.2 การทดสอบหาเวลาที่ใช้ในการผสม

1. เตรียมอุปกรณ์

- 1) เครื่องผสมสมุนไพร
- 2) นาฬิกาจับเวลา
- 3) สบู่ น้ำมันมะพร้าว 2.0 กิโลกรัม 3 ถัง
- 4) สบู่ น้ำมันปาล์ม 2.5 กิโลกรัม 6 ถัง
- 5) ผงขมิ้น 20 กรัม 6 ถัง

2. วิธีการทดลอง

- 1) เปิดสวิตช์เครื่องผสม
- 2) ใส่เม็ดสบู่ 2000 กรัม
- 3) เก็บตัวอย่างการผสมที่เวลา 30, 40, 50, 120, 180 และ 240 วินาที
- 4) ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง
- 5) เปลี่ยนจากสบู่ น้ำมันมะพร้าวเป็นสบู่ น้ำมันปาล์ม

3.4.3 การทดสอบหาค่าตั้งการผลิตของเครื่องผสม

1. เตรียมอุปกรณ์

- 1) เครื่องผสมสมุนไพร
- 2) นาฬิกาจับเวลา

- 3) สบู่ น้ำมันมะพร้าว 2.0 กิโลกรัม 3 ถุง
- 4) สบู่ น้ำมันปาล์ม 2.5 กิโลกรัม 6 ถุง
- 5) ผงขมิ้น 20 กรัม 6 ถุง

2. วิธีทำการทดลอง

- 1) เปิดสวิตช์เครื่องผสม
- 2) ใส่เม็ดสบู่ 2.0 กิโลกรัม
- 3) เก็บตัวอย่างการผสมที่เวลา 30, 40, 50, 120, 180 และ 240 วินาที
- 4) ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง
- 5) เปลี่ยนจากสบู่ น้ำมันมะพร้าวเป็นสบู่ น้ำมันปาล์ม