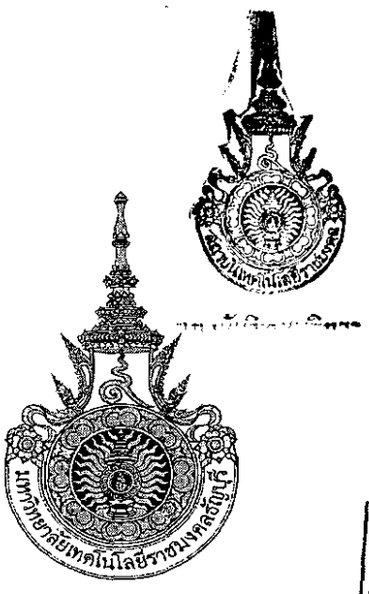


ลงทะเบียนวันที่ 12 ก.พ. 2550
เลขทะเบียน 072839
เลขหมู่ ว
ว ว
299.S4
ส 552ง
หัวเรื่อง

โครงการวิจัย

เรื่อง

ชุดเครื่องผลิตน้ำมันงา (Sesame oil Press Machine)

โดย

หัวหน้าโครงการ
นายสญชัย เข็มเจริญ
ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8

ผู้ร่วมวิจัย
นายชลิตต์ มธุรสมนตรี
ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8
นายประจักษ์ อ่างบุญตา
ตำแหน่ง อาจารย์ ระดับ 7

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
งบประมาณประจำปี 2548

โครงการวิจัย : ชุดเครื่องผลิตน้ำมันงา

ชื่อนักวิจัย : นายสญชัย เข็มเจริญ ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8
นายชลิตต์ มธุรสมนดรี ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8
นายประจักษ์ อ่างบุญตา ตำแหน่ง อาจารย์ ระดับ 7

ประจำปีงบประมาณ : 2549

บทคัดย่อ

ปัจจุบันงาเป็นพืชที่ผู้บริโภคให้ความนิยมเป็นจำนวนมาก เนื่องจากมีสารอาหารสูง และมีกลิ่นหอมเมื่อนำไปทำการปรุงเป็นอาหาร แต่การสกัด น้ำมันงายังคงใช้สารเคมีในการสกัดอยู่ จึงทำให้มีสารปนเปื้อนและสารเคมีตกค้างอยู่บ้าง

คณะวิจัยจึงได้ออกแบบและสร้างชุดเครื่องผลิตน้ำมันงา แบบเกลียวเดี่ยวขึ้นเพื่อที่จะทำการบีบอัดให้ได้น้ำมันที่บริสุทธิ์และได้ทำการทดลองบีบอัดเมล็ดงา 2 ชนิด คือ เมล็ดงาขาว เมล็ดงาดำ โดยจะมีชุดอบเมล็ดงาเพื่อไล่ความชื้นในเมล็ดงาออกก่อน โดยการอบจะใช้อุณหภูมิที่ 50°C เป็นเวลา 10 นาที ให้ความร้อนชุดอบด้วยขดลวดฮีทเตอร์ขนาด 300W แล้วทำการบีบอัดที่ความเร็วรอบที่แตกต่างกัน พร้อมกับเลือกขนาดช่องคายกากที่เหมาะสมไปพร้อมๆ กันด้วย และมีอุปกรณ์กรองกากอีกชั้น จากนั้นจึงปล่อยให้ตกตะกอน ในการทำงานของเกลียวเดี่ยวนี้จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 1 เฟส ขนาด 2 แรงม้า ทดรอบด้วยชุดเฟืองทดขนาดอัตราทด 1 : 10 รอบต่อนาที ที่ความเร็วรอบ 45, 60, 70 และ 90 รอบต่อนาที เป็นตัวส่งกำลังขับชุดเกลียวเดี่ยวกับชุดหัวบีบอัด โดยสามารถปรับค่าความเร็วรอบมอเตอร์ด้วยอินเวอร์เตอร์

การทดลองใช้ชุด เครื่องผลิตน้ำมันงานั้นได้ทำการทดลองบีบน้ำมัน โดยทำการเปลี่ยนขนาดความโตของช่องคายกากถึง 4 ขนาด คือ ∅9 มม., ∅10 มม., ∅11 มม. และ ∅13 มม. และใช้อุณหภูมิในการบีบ 110°C โดยใช้งาครั้งละ 500 กรัม ใช้ความเร็วรอบในการทดลอง 45, 60, 70 และ 90 รอบต่อนาที จะได้ปริมาณน้ำมันสูงสุดของเมล็ดงาขาวอยู่ที่ 40 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดงาดำอยู่ที่ 33 เปอร์เซ็นต์ จากน้ำหนักงาที่ใช้แต่ละครั้ง (500 กรัม) ได้ความเร็วรอบที่เหมาะสมคือ 45 รอบต่อนาที และดายที่เหมาะสมคือ 11 มม.

Project Title : Sesame oil Press Machine

Name : Mr. Sonchai Kamcharlearn

Mr. Chalit Mathurosemontri

Mr. Pajak Angboonta

Academic year : 2005

Abstract

At present, sesame is popular vegetable that many people preferred because of it is high nutrient and fragrant smell when cook it. But in extraction process still use chemical substance so it will be have contaminant and chemical left over on it.

With above reason, authors therefore design and construct the single-screw type sesame oil compression machine to obtain pure sesame oil and evaluate it to compress 2 sesame seeds namely white and black sesame seeds. This machine include baking set that use to remove the moisture within sesame seed at 45 $^{\circ}$C for 10 minutes, this baking set use heating coil of 300 W. After that compress with different speed and select appropriate waste ejection opening simultaneously and it also have additional waste sieving equipment then wait for precipitation. For single-screw operation, it uses 1-phase 2 HP motor and round compensation with ratio of 1:10 rpm and vary its speed of 45, 60, 70 and 90 rpm which transfer power to single screw and compression head. This machine can adjust motor speed using inverter.

In testing procedure for this machine to compress the sesame oil with vary diameter of waste ejection opening as 9, 10, 11 and 13 mm and use compression temperature of 110 $^{\circ}$C. In each evaluation use sesame seed of 500 grams and vary speed of 45, 60, 70 and 90 rpm which can obtain maximum quantity of 40 and 33 percent for white and black sesame seed, respectively from each 500 grams with die of 11 mm in diameter at 45 rpm for both sesame kinds.

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินงานวิจัย ชุดเครื่องผลิตน้ำมันงาได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยการได้รับความร่วมมือจากภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ขอขอบคุณ บริษัท เทค เอ็นซี จำกัด ซึ่งเป็นผู้ดำเนินการจัดทำชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องจักร และขอขอบคุณ บุคลากรทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่ทำให้โครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้ดำเนินงานวิจัยหวังว่างานวิจัยนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติต่อไป และขอมอบคุณความดีที่เกิดจากโครงการนี้ ต่อมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 จุดประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 ระเบียบวิธีวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับ	2
บทที่ 2 แนวคิดและทฤษฎีที่สำคัญ	3
2.1 คำสำคัญ (Keywords) ของโครงการวิจัย	3
2.2 แนวคิด	3
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.4 ทฤษฎีที่สำคัญ	4
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	40
3.1 แผนการดำเนินงาน	40
3.2 วิธีการดำเนินงาน	41
3.3 การสร้างเครื่องและติดตั้งระบบ	52
3.4 การทดสอบระบบ	57
3.5 ทดสอบเพื่อหาอัตราการบีบอัดน้ำมันงา	57
3.6 ตรวจสอบ	58
3.7 สรุป	58

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน	59
4.1 ผลการทดลอง	59
4.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง	64
4.3 สรุปผลการทดลอง	67
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	69
5.1 สรุปผล	69
5.2 อภิปรายผลการทดลอง	70
5.3 ข้อเสนอแนะ	71
บรรณานุกรม	72
ภาคผนวก ก	
ตารางแสดงผลการทดลองการบีบน้ำมันงา	74
ภาคผนวก ข	
ต้นทุนการผลิตน้ำมันงา	79

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย	11
2.2	แฟคเตอร์ความแข็ง ณ อุณหภูมิใช้งาน	30
2.3	วัสดุที่ใช้ทำฮีทเตอร์ท่อกลมและการใช้งาน	35
3.1	แผนการดำเนินโครงการ	41
3.2	ค่าตัวคูณที่ใช้งาน(Application Service Factor)	44
3.3	การเลือกวัสดุลูกยางแฉก	45
3.4	การเลือกขนาดประกับเพลาที่เหมาะสม	45
ก.1	ผลการทดลองการบีบน้ำมันงาจากเมล็ดงาขาว โดยใช้ขนาดของดาย ∅9 mm. ใช้อุณหภูมิ 110 °C ปริมาณงาที่ใช้ 500 กรัม	74
ก.2	ผลการทดลองการบีบน้ำมันงาจากเมล็ดงาขาว โดยใช้ขนาดของดาย ∅10 mm. ใช้อุณหภูมิ 110 °C ปริมาณงาที่ใช้ 500 กรัม	74
ก.3	ผลการทดลองการบีบน้ำมันงาจากเมล็ดงาขาว โดยใช้ขนาดของดาย ∅11 mm. ใช้อุณหภูมิ 110 °C ปริมาณงาที่ใช้ 500 กรัม	75
ก.4	ผลการทดลองการบีบน้ำมันงาจากเมล็ดงาขาว โดยใช้ขนาดของดาย ∅13 mm. ใช้อุณหภูมิ 110 °C ปริมาณงาที่ใช้ 500 กรัม	75
ก.5	ผลการทดลองการบีบน้ำมันงาจากเมล็ดงาดำ โดยใช้ขนาดของดาย ∅9 mm. ใช้อุณหภูมิ 110 °C ปริมาณงาที่ใช้ 500 กรัม	76
ก.6	ผลการทดลองการบีบน้ำมันงาจากเมล็ดงาดำ โดยใช้ขนาดของดาย ∅10 mm. ใช้อุณหภูมิ 110 °C ปริมาณงาที่ใช้ 500 กรัม	76
ก.7	ผลการทดลองการบีบน้ำมันงาจากเมล็ดงาดำ โดยใช้ขนาดของดาย ∅11 mm. ใช้อุณหภูมิ 110 °C ปริมาณงาที่ใช้ 500 กรัม	77
ก.8	ผลการทดลองการบีบน้ำมันงาจากเมล็ดงาดำ โดยใช้ขนาดของดาย ∅13 mm. ใช้อุณหภูมิ 110 °C ปริมาณงาที่ใช้ 500 กรัม	77

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	เมล็ดงาขาว	5
2.2	งาดำพันธุ์ มก.18	6
2.3	งาดำพันธุ์ มข.2	6
2.4	งาขาวพันธุ์มหาสารคาม 60	7
2.5	งาแดงพันธุ์อุบลราชธานี 1	8
2.6	งาแดงพันธุ์ มข.3	8
2.7	การปลูกแบบหว่าน	10
2.8	การปลูกแบบโรยเป็นแถว	10
2.9	Drying curve in constant rate and falling rate.	15
2.10	คัปปลิ้งแบบแข็ง และ ระบบเพลาเสมือนเมื่อเกิดการเยื้องศูนย์	16
2.11	ส่วนประกอบของคัปปลิ้งแบบยืดหยุ่นแสดงภาพตัดของชนิด A และ AZ	17
2.12	คัปปลิ้งแบบปากเสียบเลื่อน (Claw or Jaw coupling)	18
2.13	คัปปลิ้งแบบสลักเกลียว (Stud coupling)	19
2.14	คัปปลิ้งชนิดเริ่มหมุนเชิงกล หรือคัพปลิ้งสลิปนิรภัย	20
2.15	แรงบิดเริ่มหมุนมอเตอร์	20
2.16	หลักการและส่วนประกอบของไฮดรอไดนามิกส์คัปปลิ้ง	21
2.17	ลักษณะของเกลียวอัดแบบกระบอกเกลียวคงที่และระยะพิตเกลียวคงที่	23
2.18	ส่วนต่างๆทางเรขาคณิตของเกลียวอัด	23
2.19	แรงต่าง ๆ ที่กระทำกับเพลา	26
2.20	มอเตอร์สามเฟส	27
2.21	Cylindrical Roller bearing	29
2.22	Ball Thrust bearing	29
2.23	Deep Groove ball bearing	30
2.24	ฮีทเตอร์แท่งแบบไฮ เดนซิตี้	32
2.25	ฮีทเตอร์แท่งแบบโลว์ เดนซิตี้	32
2.26	อินฟราเรด ฮีทเตอร์แบบต่าง ๆ	33
2.27	การจำลองแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล	34

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
2.28	การนำความร้อนโดยตัวกลาง	34
2.29	ฮีทเตอร์แบบจุ่ม	36
2.30	ฮีทเตอร์แบบครีบ	37
2.31	บอบบิ้นฮีทเตอร์	37
2.32	ฮีทเตอร์รัดท่อ	38
2.33	ฮีทเตอร์แผ่น	38
3.1	เกลียวเดี่ยว (ซ้ายแบบที่ 1 , ขวาแบบที่ 2)	46
3.2	โครงเครื่องที่พร้อมจะติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ	52
3.3	การติดตั้งชุดส่งกำลัง	52
3.4	การประกอบกระบอกเกลียวกับชุดส่งกำลัง	53
3.5	การประกอบเกลียวเดียว	53
3.6	การประกอบกระบอกรูน้ำมันกับกระบอก	54
3.7	การประกอบระบบให้ความร้อน	54
3.8	การประกอบระบบคายกากงา	54
3.9	การติดตั้งเสาคอลโทรล	55
3.10	การติดตั้งชุดถังอบงา	55
3.11	การติดตั้งตู้คอลโทรล	56
3.12	ตู้คอลโทรล	56
3.13	เครื่องบีบอัดน้ำมันจากเมล็ดงา	57
4.1	กราฟเปรียบเทียบขนาดของช่องคายกากกับความเร็วรอบในการบีบอัดน้ำมันจากเมล็ดงาขาว โดยใช้ขนาดของดาย ∅ 10 mm.	59
4.2	กราฟเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเมล็ดงาขาวที่บีบได้ ขนาดของดาย ∅ 10 mm.	60
4.3	กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันจากเมล็ดงาขาวที่บีบได้ ขนาดของดาย ∅ 11 mm.	60
4.4	กราฟเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเมล็ดงาขาวที่บีบได้ ขนาดของดาย ∅ 11 mm.	60

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.5	กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันจากเมล็ดงาขาวที่บีบได้จากเมล็ดงาขาว โดยใช้ขนาดของดาย ∅ 13 mm.	61
4.6	กราฟเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเมล็ดงาขาวที่บีบได้ขนาดของดาย ∅ 13 mm.	61
4.7	กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันจากเมล็ดงาดำที่บีบได้จากเมล็ดงาดำ โดยใช้ขนาดของดาย ∅ 10 mm.	62
4.8	กราฟเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเมล็ดงาดำที่บีบได้ขนาดของดาย ∅ 10 mm.	62
4.9	กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันจากเมล็ดงาดำที่บีบได้จากเมล็ดงาดำ โดยใช้ขนาดของดาย ∅ 11 mm.	62
4.10	กราฟเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเมล็ดงาดำที่บีบได้ขนาดของดาย ∅ 11 mm.	63
4.11	กราฟกราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันจากเมล็ดงาดำที่บีบได้จากเมล็ดงาดำ โดยใช้ขนาดของดาย ∅ 13 mm.	63
4.12	กราฟเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเมล็ดงาดำที่บีบได้ขนาดของดาย ∅ 13 mm.	63
4.13	กากงาแห้ง	64
4.14	กากงาแห้งแข็งในรูดาย	65
4.15	กากงาไม่แห้ง	65
4.16	แสดงการตั้งค่าศูนย์ให้กับเครื่อง	65
4.17	แสดงการชั่งน้ำมันงาที่ได้	66
4.18	แสดงการชั่งกากของงาขาว	66
4.19	แสดงการชั่งกากของงาดำ	67
4.20	กราฟการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์น้ำมันงาในการทดลอง	68
4.21	กราฟการเปรียบเทียบระยะเวลาการบีบน้ำมันงา	68
4.22	กราฟการเปรียบเทียบระยะเวลาการดกดะกอน	68
5.1	กราฟการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบีบน้ำมัน	70

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

งาเป็นพืชน้ำมันเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกประมาณ 380,000 ไร่ผลผลิต 35,000 ตัน ใช้ในการบริโภคภายในประเทศ 40 % และส่งออกไปต่างประเทศ 60 % คิดเป็นมูลค่าประมาณ 700 ล้านบาท เป็นพืชที่มีศักยภาพด้านการผลิตและการตลาดสูง ปลูกง่าย อายุสั้น ทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดีพอสมควร

จากการผลิตน้ำมันงาของชาวบ้าน ณ หมู่บ้านสบสอย และหมู่บ้านปางหมู ตำบลปางหมู อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ได้มีกรรมวิธีการผลิตโดยใช้ครกไม้ที่ชาวบ้านได้ประดิษฐ์ขึ้นมาใช้งานเอง โดยหมู่บ้านสบสอยได้ใช้ระบบกังหันน้ำและหมู่บ้านปางหมูได้ใช้แรงวัวเป็นพาหนะในการขับเคลื่อนครกให้หมุน เพื่อให้ครกและสากไม้ที่อยู่กับที่บดงาจนได้น้ำมันงาออกมา แล้วนำไปยังขั้นตอนการพักแยกกากและตะกอน จนถึงขั้นตอนการบรรจุจำหน่าย ซึ่งใช้เวลาในขั้นตอนการบด หรืออีดงาให้เป็นน้ำมันงานั้น ใช้เวลาโดยประมาณ 3 ชั่วโมง ต่องา 15 กิโลกรัม ส่วนขั้นตอนของการกรองเพื่อแยกตะกอนและตกตะกอนนั้นใช้เวลาประมาณ 30 วัน ซึ่งเป็นการใช้เวลาที่นานมากในการผลิตแต่ละครั้ง

ทางคณะผู้วิจัยจึงได้คิดค้นเพื่อพัฒนาเครื่องบีบ (อีด) น้ำมันงา ซึ่งจะใช้เวลาในการผลิตที่สั้นกว่า มีความสะอาดและเที่ยงตรงในทุกขั้นตอนการผลิตน้ำมันงา

1.2 จุดประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อออกแบบกระบวนการผลิตน้ำมันงาโดยไม่ใช้สารเคมีช่วยในการสกัด

1.2.2 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องในกระบวนการผลิตน้ำมันงา

1.2.3 เพื่อหาอัตราการผลิตของกระบวนการผลิต

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 ทำการศึกษาขั้นตอนกระบวนการผลิตน้ำมันงาโดยไม่ใช้สารเคมีใดๆ นำมาช่วยในการสกัด

1.3.2 พื้นฐานการออกแบบกระบวนการผลิตอย่างน้อย 15 กิโลกรัมต่อครั้ง

1.3.3 มุ่งให้กระบวนการผลิตเป็นแบบต่อเนื่อง

1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

1.4.1 แบบการวิจัย (Research Design)

เป็นเป็นการศึกษาขั้นตอนกระบวนการผลิตและออกแบบสร้างเครื่อง และทำการทดลอง หาประสิทธิภาพของเครื่อง

1.4.2 ขั้นตอนและวิธีการวิจัย

1) ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดงา

2) ศึกษาขั้นตอนกระบวนการผลิตน้ำมันงา

3) ศึกษาออกแบบสร้างชุดอบแห้ง

4) ศึกษาออกแบบสร้างชุดบดละเอียด

5) ศึกษาออกแบบสร้างชุดบีบน้ำมัน

6) ศึกษาออกแบบสร้างชุดกรอง

7) ดำเนินการสร้างเครื่องจักร

8) ทำการทดลองหาอัตราการผลิต

9) ตรวจสอบความบริสุทธิ์ของน้ำมันงา

10) ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

11) จัดทำรายงานรูปเล่ม

1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับ

1.5.1 ได้กระบวนการผลิตน้ำมันงาโดยเครื่องจักรที่ไม่ใช้สารสกัดใด ๆ ช่วยแยกน้ำมันงา

1.5.2 บุคคลทั่วไปสมารถนำไปใช้ประโยชน์ และสร้างอาชีพพัฒนาเป็นการอุตสาหกรรมในครัวเรือนได้

1.5.3 เกษตรกรสามารถนำไปใช้เพื่อแปรรูปผลผลิตทำให้เพิ่มค่าของผลผลิตได้

1.5.4 ได้เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตน้ำมันงา

บทที่ 2
แนวคิดและทฤษฎีที่สำคัญ

ในบทนี้ จะกล่าวถึงแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการออกแบบชุดเครื่องผลิตน้ำมันงา ด้วยวัตถุประสงค์โครงการวิจัยแล้ว แนวคิดและทฤษฎีที่สำคัญจำเป็นต่อการออกแบบ โดยต้องทำการศึกษาเกี่ยวกับ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบการบีบน้ำมันงา การอบงา ระบบฉีดน้ำและระบบการกรองตะกอน ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่เป็นส่วนสำคัญของชุดเครื่องผลิตน้ำมันงา รวมถึงต้องใช้ความรู้ในการออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักร เพื่อช่วยในการออกแบบโครงสร้างของเครื่องจักรให้ได้เครื่องผลิตน้ำมันงาที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด และสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

2.1 คำสำคัญ (Keywords) ของโครงการวิจัย

2.1.1 งา (sesame) หมายถึง พืชน้ำมันประเภทล้มลุก ที่มีเมล็ดขนาดเล็กสีดำหรือสีขาวขึ้นอยู่กับสายพันธุ์

2.1.2 น้ำมันงา (sesame oil) หมายถึง น้ำมันที่ได้จากการบีบ (อีด) งาดำหรืองาขาว

2.1.3 การอบ หมายถึง การให้ความร้อนกับวัตถุดิบที่มีความชื้นที่ต้องการ จนทำให้ความชื้นนั้นหมดไป

2.1.4 งาดิบ หมายถึง เมล็ดงาสดที่ได้จากการเก็บจากต้นงา โดยยังไม่ผ่านกรรมวิธีใดๆ

2.1.5 งาสุข หมายถึง เมล็ดงาแห้งที่ได้จากงาสด ที่ผ่านกรรมวิธีการตากแดด หรือการให้ความร้อนเพื่อให้ความชื้นหมดไป

2.1.6 การกรองตะกอน หมายถึง การกรองเศษหรือสิ่งเจือปนออกจากน้ำหรือน้ำมัน เพื่อให้ได้น้ำหรือน้ำมันที่สะอาดปราศจากเศษสิ่งเจือปน

2.1.7 การอีดงา หมายถึง การบีบหรือการทำให้เมล็ดงานั้นแตก เพื่อให้น้ำมันที่อยู่ภายในเมล็ดไหลออกมา

2.2 แนวคิด

ในการออกแบบและสร้างชุดเครื่องผลิตน้ำมันงา เพื่อทำการนำเมล็ดงามาบีบให้เป็นน้ำมัน ได้ทำการพัฒนาจากเครื่องจักรแบบชาวบ้าน ซึ่งเป็นการใช้วัว หรือกังหันน้ำเป็นพาหนะในการขับเคลื่อนครกให้หมุนอัดงากับสากที่อยู่กับที่โดยครกและสากนั้นทำจากไม้ โดยโครงการวิจัยนี้ ได้ศึกษาภาพแบบของเครื่องอัดงาของชาวบ้าน เพื่อทำการออกแบบใหม่ รวมทั้งการศึกษาชนิดของวัสดุที่นำมาผลิตเครื่อง ออกแบบเครื่องให้กะทัดรัด สามารถทำงานได้รวดเร็วและสะดวกมากขึ้น

ซึ่งจากเครื่องต้นแบบที่ใช้กันแต่เดิมนั้น เครื่องจะต้องใช้พื้นที่ในการทำงานที่กว้าง พร้อมทั้งปรับปรุงระบบใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์เป็นการอบแทน และระบบการกรองตะกอนเป็นการใช้ไมโครฟิลเตอร์ในการกรอง เพื่อให้มีประสิทธิภาพและรวดเร็วขึ้น

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงการวิจัยนี้ เป็นโครงการวิจัยที่ต้องใช้งานวิจัยอื่นๆ ที่ใช้ในการออกแบบชุดเครื่องผลิตน้ำมันงา เพื่อที่จะทำให้การออกแบบเครื่องจักรได้ตรงตามความต้องการใช้งานและมีประสิทธิภาพสูงสุด ดังนี้

2.3.1 การอบแห้งข้าวเปลือกแบบถังทรงกระบอกหมุน จัดทำโดย กิตติพงษ์ กุลมาตย์ สายวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2.3.2 การออกแบบและสร้างเครื่องบีบอัดน้ำมันสะเดาแบบเกลียวอัดแนวนอน จัดทำโดย ประสพ และพัฒนวิทย์, 2540.

2.3.3 การออกแบบและสร้างเครื่องบีบอัดน้ำมันจากเมล็ดทานตะวันแบบใช้เกลียว จัดทำโดย มาลิณีย์ และคณะ, 2545.

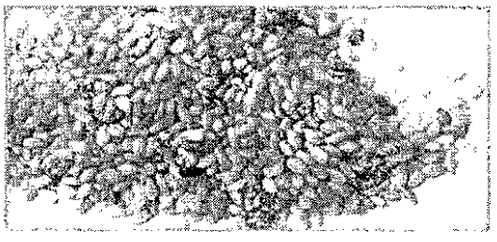
2.4 ทฤษฎีที่สำคัญ

ในส่วนนี้ได้กล่าวถึงหลักการทางวิชาการต่างๆ ที่ทำการศึกษาเพื่อจะได้นำไปประยุกต์ใช้ในการทำการสร้างชุดเครื่องผลิตน้ำมันงาให้บรรลุจุดประสงค์โครงการวิจัย โดยทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่ได้นำมาประยุกต์ใช้คือ

2.4.1 งา

งาเป็นพืชน้ำมันเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย มีพื้นที่ปลูกประมาณ 380,000 ไร่ ผลผลิต 35,000 ตัน ใช้ในการบริโภคภายในประเทศ 40 % และส่งออกไปต่างประเทศ 60 % คิดเป็นมูลค่าประมาณ 700 ล้านบาท เป็นพืชที่มีศักยภาพด้านการผลิตและการตลาดสูง ปลูกง่าย อายุสั้น ทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดีพอสมควร (พัชรี, 2543)

งาเป็นเมล็ดพืชน้ำมัน ในเมล็ดงามีน้ำมันมากถึง 35 – 57% เป็นน้ำมันที่เก็บได้นานไม่หืน งาอุดมไปด้วยสารอาหารแบะวิตามินมากมาย งามีธาตุเหล็กช่วยบำรุงเลือด ธาตุไอโอดีนป้องกันโรคคอพอกธาตุสังกะสีบำรุงผิวหนัง มีแคลเซียมและฟอสฟอรัสช่วยบำรุงกระดูกและฟัน งามีแคลเซียมมากกว่าพืชผักชนิดอื่นๆ ถึง 40 เท่า มีฟอสฟอรัสมากกว่าพืชผักถึง 20 เท่า มีวิตามินบี ไม่ว่าจะเป็นวิตามิน บี1 บี2 บี3 บี5 บี6 บี9 ไบโอดีน โคลีน ไอโพลิตอล กรดอะมิโนแบนโซอิน ซึ่งล้วนเป็นวิตามินบีทั้งสิ้น จะขาดก็แต่วิตามิน บี 12 เท่านั้น (พัชรี, 2543)



ภาพที่ 2.1 เมล็ดงาขาว

[ที่มา : http://women.sanook.com/health/foods/know_eat/knoweat_08597.php (27 มีนาคม 2548)]

1) ชนิดพันธุ์งาและแหล่งปลูก

งาที่ปลูกในประเทศไทยแบ่งตามสีของเมล็ดได้ 3 ชนิด ดังนี้

- งาดำ ที่ใช้ปลูกกันทั่วไปมี 4 พันธุ์ ได้แก่

- งาดำบุรีรัมย์ เป็นพันธุ์พื้นเมืองมีลักษณะฝัก 4 กลีบ 8 พู เมล็ดมีขนาดใหญ่ สีค่อนข้างดำสนิท อายุเก็บเกี่ยว 90-100 วัน ผลผลิต 60-130 กิโลกรัมต่อไร่

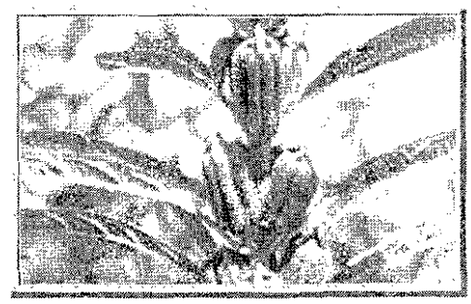
- งาดำนครสวรรค์ เป็นพันธุ์พื้นเมืองที่ปัจจุบันเป็นพันธุ์ส่งเสริม มีการแนะนำให้ปลูกในพื้นที่หลายจังหวัดมี ลักษณะการเจริญเติบโตแบบทอดยอด เมล็ดมีสีดำขนาดใหญ่และเด่น ลักษณะฝักเป็นแบบ 4 กลีบ 8 พู ฝักแตกง่ายเมื่อสุกแก่ ลำต้นค่อนข้างสูง แตกกิ่งก้านมาก ใบมีขนาดใหญ่ค่อนข้างกลม มี 1 ฝักต่อ 1 มุมใบ การเกิดฝักจะเวียนสลับ รอบลำต้น 1 ข้อ มี 1 ฝัก อายุเก็บเกี่ยว 95-100 วัน ผลผลิต 60-130 กิโลกรัมต่อไร่ นิยมปลูกมากในท้องที่จังหวัดบุรีรัมย์ ศรีสะเกษ สุรินทร์ นครราชสีมา มหาสารคาม ชัยภูมิ สระบุรี ลพบุรี เพชรบูรณ์ พิษณุโลก อุตรดิตถ์ นครสวรรค์ สุพรรณบุรี กาญจนบุรี ปราจีนบุรี และสุราษฎร์ธานี

- งาดำมก.18 เป็นพันธุ์แท้ มีการปรับปรุงพันธุ์โดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งได้คัดเลือกพันธุ์โดยวิธีจดประวัติจากคู่ผสมระหว่าง col.34 กับงาดำนครสวรรค์ในระหว่างปี 2528-2530 มีการทดสอบผลผลิตในสถานีทดลองและในสภาพไร่เกษตรกรในปี 2534 งาดำพันธุ์ มก.18 มี ลักษณะการเจริญเติบโตแบบทอดยอด ใบสีเขียวเข้ม ลำต้นไม่แตกกิ่งก้านและค่อนข้างสูง เมล็ดมีสีดำสนิท ลักษณะฝัก 2 พู ฝักเกิดตรงกันข้าม ดังนั้น 1 ข้อจะมี 2 ฝัก การเรียงตัวของฝักจะเป็นแบบเวียนสลับรอบลำต้น ความยาวปล้องสั้นทำให้จำนวนของฝักต่อต้นสูง น้ำหนักเมล็ด 3 กรัม ต่อ 1,000 เมล็ด อายุเก็บเกี่ยวปลายฤดูฝน 85 วัน ต้นฤดูฝน 90 วัน ผลผลิต 60-148 กิโลกรัมต่อไร่ ทนทานต่อโรคราแป้งและทนต่อการหักล้ม ในปีการเพาะปลูก 2538/39 กรมส่งเสริมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บริษัท คาเนมัสซุ จำกัด บริษัท นานาพรรณ เอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด และสมาคมพ่อค้าข้าวโพดและพืชพันธุ์ไทย ส่งเสริมการปลูกงาดำ มก.18 ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมาและกาญจนบุรี เพื่อส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่น ซึ่งมีความต้องการงาพันธุ์ มก.18 สูงถึงปีละ 10,000 - 30,000 ตัน (กรมส่งเสริมการเกษตร)

ภาพที่ 2.2 งาดำพันธุ์ มก.18

[ที่มา : http://www.doae.go.th/library/html/detail/nga/sesame3.htm (27 มีนาคม 2548)]

- งาดำ มข.2 เป็นพันธุ์ที่มหาวิทยาลัยขอนแก่นปรับปรุง และคัดเลือกพันธุ์มาจากงาดำพันธุ์ ซีบี 80 ของจีน ลักษณะฝักเป็นแบบ 4 พู เมล็ดสีดำสนิท ไม่ไวต่อช่วงแสง แตกกิ่ง 3-4 กิ่งต่อต้น ต้นสูง 105-115 เซนติเมตร น้ำหนักเมล็ด 2.77 กรัมต่อ 1,000 เมล็ด ปลูกได้ดีทั้งต้นฝนและปลายฤดูฝน มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น 70-75 วัน ผลผลิต 80-150 กิโลกรัมต่อไร่ ต้านทานต่อโรคเน่าดำและทนแล้งได้ดี เขตส่งเสริมการปลูก ได้แก่ จังหวัดบุรีรัมย์ และมหาสารคาม



ภาพที่ 2.3 งาดำพันธุ์ มข.2

[ที่มา : http://www.doae.go.th/library/html/detail/nga/sesame3.htm (27 มีนาคม 2548)]

- งาขาว ที่ใช้ปลูกกันทั่วไปมี 6 พันธุ์ ได้แก่

- พันธุ์เมืองเลย มีขนาดเมล็ดเล็ก เรียกว่า งาไข่ปลา ลักษณะฝัก 2 กลีบ 4 พู แตกกิ่งก้านมาก ตอบสนองต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยว 110-120 วัน ผลผลิต 60-90 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นพันธุ์ที่ตลาดต้องการ เพราะนำไปสกัดน้ำมันมีกลิ่นหอม ปลูกมากที่จังหวัดเลยและบริเวณชายแดนไทย-ลาว ช่วงจังหวัดเลยถึงอุตรดิตถ์

- พันธุ์เชียงใหม่ มีลักษณะฝัก 2 กลีบ 4 พู มีขนาดเมล็ดเล็ก แต่ใหญ่กว่าพันธุ์เมืองเลยเล็กน้อย เมล็ดมีภาพร่างคล้ายหัวใจ ไวต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยว 110-120 วัน ผลผลิต 60-90 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกมากที่จังหวัดแม่ฮ่องสอนและเชียงใหม่ (กรมส่งเสริมการเกษตร)

- พันธุ์ชัยบาดาล หรือสมอทอด มีลักษณะฝัก 2 กลีบ 4 พู เมล็ดมีขนาดปานกลาง อายุเก็บเกี่ยว 80-85 วัน ผลผลิต 50-80 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกมากที่จังหวัดเพชรบูรณ์และลพบุรี แต่ปัจจุบันมีปริมาณน้อยมาก

- พันธุ์ร้อยเอ็ด1 เป็นพันธุ์ที่กรมวิชาการเกษตรปรับปรุงคัดเลือกพันธุ์ สีเมล็ดขาวสม่ำเสมอ ลำต้นตรงไม่แตกกิ่ง ลักษณะฝัก 4 กลีบ 8 พู เมล็ดมีขนาดปานกลางอายุเก็บเกี่ยว 70-75 วัน ผลผลิต 50-120 กิโลกรัมต่อไร่ เหมาะสำหรับปลูกเป็นแถว ไม่ต้านทานต่อหนอนห่อใบงาและหนอนผีเสื้อหัวกะโหลก ฝักแตกง่าย จะต้องเก็บเกี่ยวทันที ที่ครบอายุเก็บเกี่ยว

- พันธุ์ มข.1 เป็นพันธุ์ที่มหาวิทยาลัยขอนแก่นปรับปรุงมาจากงาขาวซีดับบลิว 103 ของจีน ลักษณะฝักเป็นแบบ 2 พู ไม่ไวต่อแสงช่วงแสง ไม่แตกกิ่งก้าน ฝักมีการเรียงตัวเป็นแบบตรงกันข้าม ฝักตก 3-7 ฝักต่อซอกใบ เมล็ดสีขาวค่อนข้างใหญ่ น้ำหนักเมล็ด 2.79 อายุเก็บเกี่ยว 70-75 วัน ผลผลิต 80-150 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่ต้านทานหนอนห่อใบงาและหนอนผีเสื้อกะโหลก

- พันธุ์มหาสารคาม 60 เป็นพันธุ์ที่กรมวิชาการเกษตร ปรับปรุงพันธุ์จากพันธุ์ที-85 ของประเทศอินเดียลักษณะฝัก 2 กลีบ 4 พู ต้นโปร่ง ไม่แตกกิ่งฝักมีการเรียงตัวเป็นแบบตรงกันข้าม มี 1ฝักต่อ 1 ซอกใบ ขนาดเมล็ดโตสีขาว น้ำหนัก 2.90 กรัมต่อ 1,000 เมล็ด อายุเก็บเกี่ยว 80-85 วัน ผลผลิต 107 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่ต้านทานโรคราแป้ง เขตางเสริมการปลูก ได้แก่ จังหวัดสระบุรี ลพบุรี เพชรบูรณ์ พิษณุโลก และกาญจนบุรี (กรมส่งเสริมการเกษตร)

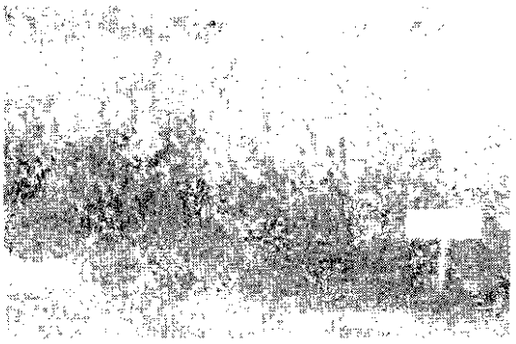
ภาพที่ 2.4 งาขาวพันธุ์มหาสารคาม 60

[ที่มา : http://www.doae.go.th/library/html/detail/nga/sesame3.htm (27 มีนาคม 2548)]

- งาดำ-แดง หรือเรียกกันโดยทั่วไปว่า งาเกษตร ที่ใช้ปลูกมี 3 พันธุ์ ได้แก่

- พันธุ์พื้นเมืองพิษณุโลก และพันธุ์พื้นเมืองสุโขทัย ลักษณะฝักมี 2 กลีบ 4 พู แตกกิ่งก้านมาก ขนาดเมล็ดโต สีของเมล็ดมีทั้งสีดำและสีน้ำตาลแดงปนอยู่ด้วยกันอายุเก็บเกี่ยว 80-85 วัน ผลผลิต 60-90 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกมากที่จังหวัดเพชรบูรณ์ นครสวรรค์ พิษณุโลก สุโขทัย ลพบุรี สระบุรี อุตรดิตถ์ แพร่ และน่าน

- งาแดงอุบลราชธานี 1 คัดเลือกปรับปรุงพันธุ์โดยกรมวิชาการเกษตร จากงาพันธุ์นานนี 25/160/85-9 ของประเทศพม่า ได้รับการรับรองพันธุ์เมื่อ 19 มกราคม 2536 มีขีดเมล็ดโดสม่ำเสมอ น้ำหนักเมล็ด 3.16 กรัมต่อ 1,000 เมล็ด ลักษณะฝักเป็นแบบ 2 พู ต้นแตกกิ่ง 3-5 กิ่ง อายุเก็บเกี่ยว 80-85 วัน ผลผลิต 141 กิโลกรัมต่อไร่ ด้านทานโรคเหี่ยวหนอนห่อใบงาไรขาว และมวนฝื่น ใช้เป็นพันธุ์แนะนำให้เกษตรกรปลูกแทนพันธุ์พื้นเมือง (กรมส่งเสริมการเกษตร)



ภาพที่ 2.5 งาแดงพันธุ์อุบลราชธานี 1

[ที่มา : http://www.doae.go.th/library/html/detail/nga/sesame3.htm (27 มีนาคม 2548)]

- งาแดงพันธุ์มข.3 คัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์โดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น จากงาพันธุ์นานนี ของประเทศพม่า ลักษณะฝักเป็นแบบ 2 พู เมล็ดโดสีแดง น้ำหนักเมล็ด 3.12 กรัมต่อ 1,000 เมล็ด แตกกิ่ง 4-6 กิ่งต่อต้น ต้นสูง 130-150 เซนติเมตร อายุเก็บเกี่ยว 80-85 วัน ผลผลิต 100-180 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกได้ทั้งต้นฝนและปลายฤดูฝนเหมาะที่จะปลูกแบบหว่าน ค่อนข้างด้านทานโรคและแมลง

ภาพที่ 2.6 งาแดงพันธุ์ มข.3

[ที่มา : http://www.doae.go.th/library/html/detail/nga/sesame3.htm (28 มีนาคม 2548)]

2) ฤดูปลูก

- ต้นฤดูฝน เริ่มปลูกตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ – เมษายนและเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่ปลายเดือนเมษายน – มิถุนายน ส่วนใหญ่จะปลูกในพื้นที่นาก่อนการปลูกข้าว มีพื้นที่ปลูกประมาณร้อยละ 70 ของพื้นที่ปลูกงาทั้งประเทศ แหล่งปลูกงาต้นฤดูฝน ได้แก่ อุบลราชธานี ศรีสะเกษ บุรีรัมย์ สุรินทร์ นครราชสีมา สระบุรี ลพบุรี นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ สุโขทัย ลำพูน สุราษฎร์ธานี และน่าน

- ปลายฤดูฝน เริ่มปลูกตั้งแต่เดือนกรกฎาคม – สิงหาคมและเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่ปลายเดือนพฤศจิกายน – ธันวาคม ส่วนใหญ่จะปลูกในสภาพพื้นที่ไร่หรือที่ดอน ปลูกหลังการเก็บเกี่ยวพืชไร่ มีพื้นที่ปลูกประมาณร้อยละ 30 ของพื้นที่ปลูกงาทั้งประเทศ แหล่งปลูกงาปลายฤดูฝนที่สำคัญ ได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี พิษณุโลก สุพรรณบุรี เพชรบูรณ์ อุตรดิตถ์ และเลย (กรมส่งเสริมการเกษตร)

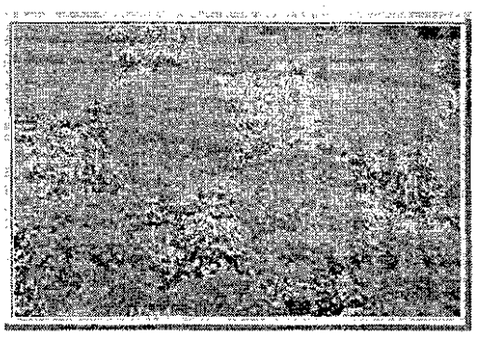
3) การพิจารณาเลือกพื้นที่ปลูกงา

- เป็นดินร่วนปนทราย มีการระบายน้ำดี และมีความอุดมสมบูรณ์พอสมควร
- เป็นพื้นที่ดอนหรือสูง สามารถระบายน้ำได้สะดวกไม่มีน้ำขังแฉะ
- ความเป็นกรด – ด่างของดิน ควรอยู่ระหว่าง 5.5-6.5 ไม่เป็นดินเปรี้ยวหรือดินเค็ม
- ไม่เป็นพื้นที่ที่มีการปลูกงาติดต่อกันมาเป็นเวลานานหลายๆ ปี เพราะจะทำให้งาเกิดโรคระบาดได้ง่าย

4) วิธีการปลูกงา

วิธีการปลูกงามี 2 วิธี คือ

- การปลูกแบบหว่าน เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมปลูกงาด้วยวิธีนี้โดยหลังจากเตรียมดินดีแล้ว จะใช้เมล็ดงาหว่านให้กระจายสม่ำเสมอ ในแปลงปลูก แล้วคราดกลบทันทีเพราะถ้ารอจนหน้าดินแห้ง หรือเมล็ดถูกแดดเผานานๆ เมล็ดงาจะตกมัน ทำให้ไม่งอกหรืองอกไม่สม่ำเสมอ สำหรับเมล็ดพันธุ์ที่หว่านจะใช้ประมาณ 1-2 กิโลกรัมต่อไร่ ขึ้นอยู่กับสภาพการเตรียมดินและความเคยชินของเกษตรกร ในการหว่านอาจใช้ทรายละเอียด ขี้เถ้า แกลบ หรือมูลสัตว์ ผสมในอัตรา 1:1 เพื่อช่วยให้เมล็ดงากระจายสม่ำเสมอมากขึ้น ปัจจุบันมีการนำเครื่องปลูกงาแบบหว่านมาใช้ในเขตจังหวัดลพบุรี เป็นเครื่องปลูกที่ใช้ติดท้ายรถแทรกเตอร์ ตัวเครื่องประกอบด้วยผาน 4 ผาน ถ้าบรรจุเมล็ดพันธุ์และมีช่องปล่อยเมล็ดพันธุ์ให้งาออกตามอัตราที่กำหนดไว้ เมื่อเมล็ดงาตกลงพื้นดินผานทั้ง 4 ผานจะไถดินตาม ทำให้เมล็ดถูกกระจายออกและถูกดินกลบ ต้นงาที่งอกขึ้นมาจะกระจายตัวคล้าย ๆ กับการหว่าน เครื่องปลูกงา เมื่อพ่วงกับรถไถเดินตามขนาดเล็ก จะใช้เวลาปลูกประมาณ 20 นาทีต่อไร่ หากพ่วงกับรถไถขนาดใหญ่จะใช้เวลาเพียง 10 นาที ต่อไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร)



ภาพที่ 2.7 การปลูกแบบหว่าน

[ที่มา : http://www.doae.go.th/library/html/detail/nga/sesame5.htm (27 มีนาคม 2548)]

- การปลูกแบบโรยเป็นแถว ในการทำร่องสำหรับโรยเมล็ด ส่วนใหญ่ใช้คราดกาแถว จะช่วยให้ทำแถวปลูกได้เร็วขึ้น ระยะแถวปลูก 50x10 เซนติเมตร หรือใช้เครื่องปลูกชนิด 4 แถว ระยะปลูก 30x10 เซนติเมตร หรือในแถวยาว 1 เมตร ให้มีต้นงา 10-20 ต้น หลังจากปลูกแล้ว 15-20 วัน ให้ทำการถอนแยกให้ได้ระยะต้นตามความต้องการ อัตราเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ประมาณ 2-3 กิโลกรัมต่อไร่ การปลูกด้วยวิธีนี้จะใช้เมล็ดพันธุ์มากกว่าวิธีหว่าน เสียเวลาและแรงงานมากต้องกำจัดวัชพืชระหว่างแถวปลูก แต่จะสะดวกในการพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช การปลูกแบบเป็นแถวนี้จะให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกด้วยวิธีหว่าน (กรมส่งเสริมการเกษตร)

ภาพที่ 2.8 การปลูกแบบโรยเป็นแถว

[ที่มา : http://www.doae.go.th/library/html/detail/nga/sesame5.htm (27 มีนาคม 2548)]

5) การใส่ปุ๋ย

ปุ๋ยเคมีที่ใช้กับงา ในดินทรายหรือดินร่วนทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ให้ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ในอัตรา 20-30 กิโลกรัม/ไร่ สำหรับดินร่วนปนดินเหนียว ใช้ปุ๋ยสูตร 20-20-0 ในอัตรา 20-25 กิโลกรัม/ไร่ การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ควรใส่ขณะที่งาจะออกดอกในปริมาณที่ไม่มากเกินไปเพราะปุ๋ยไนโตรเจนจะทำให้งาแก่ข้าและปริมาณน้ำมันในเมล็ดลดลง

วิธีการใส่ปุ๋ยเคมีให้แก่งา พิจารณาจากวิธีการปลูกดังนี้

- ปลูกแบบหว่าน ให้ใช้ปุ๋ยหว่านแล้วคราดกลบก่อนปลูก
- ปลูกแบบโรยเป็นแถว ให้ใช้ 2 วิธี คือ
  - ใช้ปุ๋ยทั้งหมดโรยก้นร่องแถวปลูกก่อนปลูก
  - แบ่งให้ 2 ครั้ง ครั้งละเท่า ๆ กัน โดย ครั้งแรก โรยก้นร่องของแถวปลูก ก่อนปลูก ครั้งที่สอง โรยข้างแถวปลูกเมื่องาอายุไม่เกิน 15 วัน หลังจากงอก ควรมีการใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก หรือไถกลบปุ๋ยพืชสด ในดินในช่วงเตรียมดินก่อนปลูกงาจะทำให้ได้ผลผลิตสูง เพราะ งาตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ได้ดีกว่าปุ๋ยเคมี (กรมส่งเสริมการเกษตร)

6) การดูแลรักษา

งาเป็นพืชที่ต้องการการดูแลรักษาน้อยกว่าพืชชนิดอื่น เพียงแต่เตรียมดินให้ถูกวิธีและเหมาะสม และปลูกงาให้งอกอย่างสม่ำเสมอ ก็สามารถจะให้ผลผลิตพอสมควรแล้วส่วนใหญ่เกษตรกรที่ปลูกงาเมื่อหว่านเมล็ดงาแล้วก็ปล่อยทิ้งจนถึงเก็บเกี่ยว อย่างไรก็ตาม หากได้มีการปฏิบัติดูแลรักษาบ้างก็จะช่วยให้ผลผลิตสูงขึ้น ทั้งนี้ควรจะเริ่มจากการปลูกงาเป็นแปลงใหญ่ ๆ ขนาด 3-5 เมตร ให้มีร่องระหว่างแปลงเพื่อจะได้ตรวจแปลงได้สะดวกเมื่อมีโรคและแมลงระบาดสามารถที่จะป้องกันกำจัดได้ง่ายและรวดเร็ว (กรมส่งเสริมการเกษตร)

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย

	แคลเซียม (มิลลิกรัม)	เหล็ก (มิลลิกรัม)	โปรตีน (กรัม)	ไขมัน (กรัม)	วิตามิน บี1 (มิลลิกรัม)	วิตามิน บี2 (มิลลิกรัม)	ไนอาซีน (มิลลิกรัม)
งาดำคั่ว	1452	22	23.3	52.1	0.97	1.11	1.5
งาขาวคั่ว	90	13	26.1	64.2	0.83	1.54	5.0
น้ำมันงา	10	0.1	0.2	99.7	0.01	0.07	0.1
นมวัว	118	0.1	3.4	3.2	0.04	0.16	0.1

ที่มา : กองโภชนาการ กรมอนามัย, 2535

2.4.2 น้ำมันงา

น้ำมันงามี 2 ชนิด คือน้ำมันงาดิบ เป็นน้ำมันงาที่ถูกบีบจากงาดิบ และน้ำมันงาสุข เป็นน้ำมันงาที่ถูกบีบจากงาที่คั่วสุก น้ำมันงาสุกจะมีสีน้ำตาลแดงมีกลิ่นหอมเป็นที่นิยมนำมาปรุงอาหาร ส่วนน้ำมันงาดิบนั้นมีสีเหลืองแกมเขียว กลิ่นไม่หอมเท่าน้ำมันงาสุก น้ำมันงาดิบนี้มีคุณสมบัติที่ดีกว่าน้ำมันงาสุก น้ำมันงาดิบสามารถนำมาบริโภค เช่น การนำมาปรุงอาหารแทนน้ำมันพืชอื่นๆ ได้ แต่ราคาสูงกว่า

2.4.3 การผลิตน้ำมัน

วิธีการที่นิยมในการบีบน้ำมันมี 2 วิธี คือ

1) การบีบ (Pressing หรือ Expelling)

การบีบเป็นวิธีการแยกน้ำมันออกจากวัตถุดิบที่ใช้กันมานานแล้ว โดยเฉพาะนิยมใช้กับเมล็ดพืชน้ำมัน เครื่องบีบมีหลายชนิดและกระบวนการมีทั้งเป็นชุด (batch pressing) และต่อเนื่อง (continuous pressing) ซึ่งอาจเป็นการบีบเย็น (cold pressing) หรือการบีบร้อน (hot pressing) ก็ได้

- การบีบเย็น นิยมใช้กับเมล็ดพืชที่มีปริมาณน้ำมันสูง เช่น งา ถั่วลิสง ถั่วเหลือง มะกอก และมะพร้าว เป็นต้น แรงกดที่กระทำต่อเนื้อเยื่อของเมล็ดพืชจะทำให้ผนังเซลล์แตกและบีบน้ำมันแยกออกมา น้ำมันที่ได้สามารถนำไปใช้ได้เลย โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ น้ำมันที่ได้จะมีคุณภาพดีและคงสภาพเช่นเดียวกับเมื่ออยู่ในเมล็ด และไม่มีปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเกิดขึ้นได้ในน้ำมัน ตัวอย่างเช่น น้ำมันงาและน้ำมันถั่วลิสงที่สกัดแยกโดยวิธีนี้จะมีกลิ่นหอม (nutty flavour) ส่วนน้ำมันมะกอกจะมีกลิ่นแรง แต่เป็นกลิ่นที่คนยอมรับ อย่างไรก็ตาม การทำ cold pressing มีประสิทธิภาพที่ต่ำ เพราะในกากยังมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันเหลืออยู่อีกมาก

- การบีบร้อน มีประสิทธิภาพดีกว่าการบีบเย็น กากที่เหลือจากการบีบเย็นจะนำมากระทำขั้นตอนต่อไปโดยใช้การบีบร้อน ซึ่งอาจเป็นเครื่องอัดแบบไฮโดรลิก (hydraulic batch press) หรือเครื่องอัดแบบเกลียวอัด (continuous screw press) หรือ expeller การสกัดแยกน้ำมันโดยวิธีเหล่านี้จะใช้ความดันประมาณ 1-15 ตันต่อตารางนิ้ว และจะยังคงมีน้ำมันเหลืออยู่ในกากเพียง 2-4 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น

กระบวนการบีบน้ำมัน มีขั้นตอนที่ควรกระทำดังนี้

- การคัดเลือกและทำความสะอาด ก่อนนำเมล็ดพืชเข้าเครื่องบีบ ต้องคัดเลือกเอาเมล็ดอ่อนแตกหัก เสียหาย หรือถูกทำลายทางกลออกเสียก่อน เพราะน้ำมันในเมล็ดเหล่านี้อาจเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นหรือไฮโดรไลซิสแล้ว หลังคัดเลือกเอาแต่เมล็ดที่ดีแล้วนำมาทำความสะอาด เพื่อยัดแยกเอาสิ่งปนปลอมอื่นๆ และส่วนของพืชไม่ให้น้ำมันออกเสียก่อน

- การอบแห้งและเก็บรักษา เมล็ดพืชที่สะอาดแล้วหากต้องการเก็บรักษาไว้ระยะหนึ่งก่อนนำไปสกัดน้ำมัน ควรนำไปอบแห้งเพื่อไล่ความชื้น เพราะเมล็ดที่มีความชื้นสูงจะทำให้น้ำมันเกิดการหืนได้เร็วขึ้น

- การเอาเปลือกออกและบด เมล็ดพืชที่สะอาดและแห้งแล้วจะถูกนำไปบด หรือทำให้แตกเป็นชิ้นเล็ก เพราะการบดทำให้ผนังเซลล์ของเมล็ดแตกออกและเพิ่มพื้นที่ผิวจะทำให้บีบเอาน้ำมันออกมาได้ง่าย การบดยิ่งละเอียดเท่าไหร่ยิ่งบีบน้ำมันออกได้ง่าย แต่ต้องรีบ

กระทำโดยเร็ว หากปล่อยทิ้งไว้ให้สัมผัสกับอากาศเป็นเวลานาน จะทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นและไฮโดรไลซิสได้อย่างรวดเร็ว

- การทำให้สุก เมล็ดพืชบางชนิดหลังจากบดให้ละเอียดแล้ว จะนำไปนึ่งให้ร้อนเพื่อทำลายโปรดีนที่ผนังเซลล์ ทำลายเอนไซน์ไลพอกซิจิเนสและไลเพสที่ถูกปล่อยออกมาจากเซลล์ที่แตกระหว่างการบด ช่วยป้องกันไม่ให้ไปเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชั่นและไฮโดรไล-ซิล ความร้อนยังช่วยลดความหนืดของน้ำมัน ทำให้น้ำมันไหลออกมาง่าย การนึ่งจะขึ้นอยู่กับเวลา อุณหภูมิ ความชื้นของเมล็ดพืช และเครื่องมือที่ใช้บีบน้ำมัน อย่างไรก็ตาม การใช้ความร้อนต้องควบคุมให้เหมาะสม เพราะหากใช้ความร้อนสูงเกินไปจะเร่งให้เกิดออกซิเดชั่นได้

- การบีบน้ำมัน เครื่องมือที่ใช้บีบน้ำมันชนิดเครื่องอัดแบบไฮโดรลิกจะให้ผลดีที่สุด โดยเฉพาะเมื่อใช้กับเมล็ดฝ้ายที่มีความชื้น 5-6 เปอร์เซ็นต์ ถ้าเป็นเครื่องอัดแบบเกลียวอัดหากเป็นเมล็ดถั่วเหลืองควรมีความชื้นประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ มะพร้าวและเมล็ดงาความชื้นประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ ถ้าเมล็ดพืชมีความชื้นสูงจะทำให้มีน้ำมันเหลืออยู่ในกากมาก กากที่ได้จากเครื่องอัดแบบเกลียวอัดจะมีน้ำมันอยู่ประมาณ 3-9 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับความเร็วของการหมุนของเกลียวอัด เกลียวอัดที่หมุนเร็วมากจะอัดเมล็ดพืชและบีบน้ำมันออกมาเร็ว ทำให้มีน้ำมันเหลืออยู่ในกากมาก กากที่เหลือจากการบีบด้วยเครื่องอัดซึ่งมีน้ำมันเหลืออยู่นี้ จะถูกนำไปสกัดแยกน้ำมันที่เหลืออกอีกครั้งหนึ่ง โดยวิธีสกัดด้วยตัวทำละลาย หรืออาจส่งกากขายให้กับโรงงานทำอาหารสัตว์ (นิธิยา, 2548)

2) การสกัดน้ำมันด้วยตัวทำละลาย

การสกัดน้ำมันออกจากวัตถุดิบด้วยตัวทำละลายเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมาก และใช้สกัดน้ำมันออกจากเมล็ดพืชที่มีปริมาณน้ำมันต่ำ หรือสกัดน้ำมันออกจากกากที่เหลือจากการบีบด้วยเครื่องอัด ตัวทำละลายที่ใช้จะต้องไม่เป็นพิษต่อร่างกาย ได้แก่ เฮกเซน (n-henxane) คาร์บอนไดซัลไฟด์และไดเอทิลอีเทอร์ เป็นต้น ตัวทำละลายที่นิยมใช้กันมาที่สุดคือ เฮกเซน

วิธีการสกัดทำได้โดยให้ตัวทำละลายไหลซึมผ่านเมล็ดที่บดละเอียด น้ำมันที่อยู่ในเมล็ดจะละลายออกมากับตัวทำละลาย เมื่อน้ำมันละลานออกมาแล้ว นำไปกลั่นแยกเอาตัวทำละลายออก สารละลายของน้ำมันในตัวทำละลายบางทีเรียกว่า misscella ซึ่งประกอบด้วยตัวทำละลาย น้ำ หรือความชื้น น้ำมัน และกาก ซึ่งกากจะแยกออกจากน้ำมันโดนการกรอง ส่วนเฮกเซนและน้ำแยกออกโดยการระเหย (evaporation) ที่ความดันต่ำ และได้น้ำมันออกมาประมาณ 98 เปอร์เซ็นต์ และมีความชื้นเหลืออยู่น้อยกว่า 0.15 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ขั้นตอนการระเหยเอาตัวทำละลายออกต้องใช้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำที่สุด เพราะหากใช้อุณหภูมิสูงเกินไป จะเร่งให้เกิดออกซิเดชั่น ทำลายสารต้านออกซิเดชั่นและทำให้น้ำมันที่ได้มีสีเข้มขึ้น

ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการสกัดน้ำมัน ได้แก่

- ปริมาณของตัวทำละลาย ถ้าใช้ปริมาณตัวทำละลายในการสกัดมาก จะทำให้สกัดน้ำมันออกมาได้มากและมีน้ำมันเหลืออยู่ในกากน้อย แต่ถ้าใช้ตัวทำละลายมากก็ต้องใช้เวลานานในการระเหยแยกเอาตัวทำละลายออกทำให้สูญเสียตัวทำละลายที่ระเหยออกไปมากขึ้น

- ชนิดของตัวทำละลาย ตัวทำละลายหลายชนิดใช้สกัดน้ำมันได้ และตัวทำละลายแต่ละชนิดจะมีสมบัติเฉพาะแตกต่างกันออกไป ต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับชนิดของเมล็ดพืช และไม่เป็นพิษต่อร่างกาย ตัวทำละลายที่นิยมมากที่สุด คือ เฮกเซน

- อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัด การสกัดน้ำมันด้วยตัวทำลายต้องใช้อุณหภูมิสูงประมาณ 60 องศาเซลเซียส เพื่อช่วยให้น้ำมันละลายออกมาจากเมล็ดพืชได้ง่าย

- ความหนาแน่นของแผ่นเมล็ดพืชอัด เมล็ดพืชก่อนนำมาสกัด จะถูกบดให้แตกเป็นชิ้นเล็กๆและอัดให้เป็นแผ่นแล้วปล่อยให้ตัวทำละลายไหลซึมเข้าไปสัมผัสกับแผ่นเมล็ดพืชอัด ถ้าเมล็ดพืชถูกบดให้ละเอียดเกินไปจะอัดแน่น ตัวทำละลายจะซึมผ่านเข้าไปได้ยาก

- ความชื้นของเมล็ดพืช เมล็ดพืชที่นำมาสกัดน้ำมันควรมีความชื้นไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ และตัวทำละลายจะต้องไม่มีน้ำหรือความชื้นปนอยู่ เพราะจะทำให้สกัดน้ำมันออกได้ยาก

- เวลาที่ใช้ในการสกัด การสกัดน้ำมันด้วยตัวทำละลาย ต้องใช้เวลานานพอสมควร เพื่อให้ตัวทำละลายสามารถสกัดเอาน้ำมันออกมาได้มากที่สุด โดยทั่วๆ ไป จะใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง (นิธิยา, 2548)

2.4.4 กระบวนการอบแห้ง

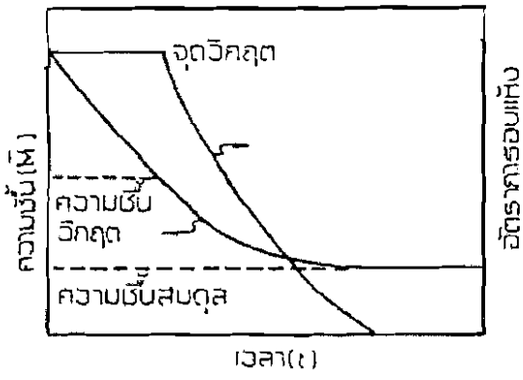
กระบวนการที่ความร้อนถูกถ่ายเทด้วยวิธีการใดวิธีหนึ่งไปยังวัสดุที่มีความชื้น เมื่อวัสดุได้รับความร้อนจะเกิดกระบวนการถ่ายเทมวลจากวัสดุไปยังอากาศ ดังนั้น กระบวนการอบแห้งจึงขึ้นอยู่กับกระบวนการถ่ายเทความร้อน เช่น การนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสี และกระบวนการถ่ายเทมวล โดยกระบวนการทั้งสองจะเกิดขึ้นพร้อมกัน การที่ความร้อนถ่ายเทให้วัสดุก็เพื่อทำให้น้ำหรือความชื้นในวัสดุระเหยกลายเป็นไอ

ส่วนมากความร้อนจะถูกถ่ายเทจากอากาศที่ใช้อบแห้งหรือผิวโลหะที่ร้อนไปยังวัสดุ หรือจุดใดจุดหนึ่งที่ไกลจากแหล่งความร้อน อัตราการอบแห้งที่เกิดจากการถ่ายเทความร้อนนั้น จะมีการเปลี่ยนแปลงไปในทางตรงกันข้ามกับระยะทางแหล่งความร้อนและวัสดุ นอกจากนี้ อัตราการอบแห้งยังขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวของวัสดุที่ถูกความร้อนจากแหล่งความร้อน อัตราการกวนของวัสดุ และลักษณะการปั่นป่วนของความร้อน

เนื่องจากวัสดุที่มีชีวิตส่วนใหญ่ มีโครงสร้างภายในที่มีลักษณะเป็นรูพรุน เมื่อถูกทำให้แห้งในลักษณะชั้นบางที่สภาวะของอากาศคงที่ (อุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วของกระแส

อากาศ) อัตราการอบแห้งจะคงที่ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง หลังจากนั้นจึงเริ่มลดลง ความชื้นของวัสดุขณะที่ทำการอบแห้งเริ่มเปลี่ยนจากคงที่เป็นลดลง เรียกว่าความชื้นวิกฤต ดังแสดงในภาพที่ 2.9 ในเมล็ดส่วนมาก จะมีช่วงระยะเวลาการอบแห้งลดลงเท่านั้น

เนื่องจากอัตราการอบแห้งอยู่ในช่วงการอบแห้งที่ลดลง ดังนั้นอัตราการถ่ายเทมวลจึงถูกควบคุมโดยกระบวนการถ่ายเทมวลจากภายในมวลวัสดุไปยังผิววัสดุ เป็นที่เข้าใจกันว่าการเคลื่อนที่ของน้ำในภาพของเหลวจะเกิดขึ้นในระยะแรกๆ ขณะที่วัสดุยังมีความชื้นที่สูง แต่เมื่อความชื้นลดลงมากๆ น้ำอาจจะเคลื่อนที่ในภาพของไอน้ำ จากเหตุผลดังกล่าวแสดงว่า ความเร็วลมไม่มีผลต่อการอบแห้ง



ภาพที่ 2.9 Drying curve in constant rate and falling rate.

[ที่มา : พิรพงศ์, 2546]

2.4.5 การส่งกำลังจากมอเตอร์เพื่อขับโหลด

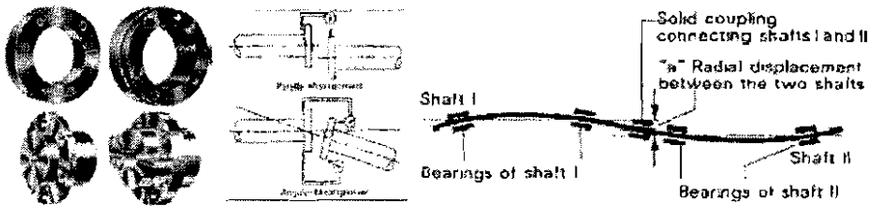
เครื่องจักรต้นกำลังมากกว่า 90% ในอุตสาหกรรมจะเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า ทำหน้าที่แปลงพลังงานจากพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานทางกลเพื่อขับโหลดหรือในงานบางอย่าง การส่งกำลังของมอเตอร์ไปยังโหลด อาจจะส่งกำลังโดยทางอ้อมผ่านทางเกียร์ หรือใช้สายพานขับต่ออีกทอดหนึ่ง ซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบของวิศวกร และความต้องการของผู้ใช้งานว่าจะต้องการส่งกำลังจากมอเตอร์แบบใดจึงจะเหมาะสมกับการนำไปใช้งานมากที่สุด

ชนิดต่างๆของคัปปลิ้ง มีดังนี้

1) คัปปลิ้งแบบแข็ง (Solid or Rigid couplings)
2) คัปปลิ้งแบบยืดหยุ่น (Flexible couplings)
3) คัปปลิ้งแบบปากเสียบเลื่อน (Claw or Jaw Coupling)
4) คัปปลิ้งแบบสลักเกลียว (Stud coupling)
5) คัปปลิ้งสำหรับการเริ่มหมุน (Starting couplings)

1) คัปปลิ้งแบบแข็ง (Solid or Rigid couplings)

ลักษณะการต่อคัปปลิ้งแบบแข็ง เป็นการนำปลายสุดของเพลามอเตอร์ และปลายเพลาของโหลดต่อเข้าด้วยกันโดยมีน็อตยึด ผลของการต่อคัปปลิ้งวิธีนี้ดูเหมือนจะง่ายกว่าทุกวิธีแต่หากการจัดวางแนวแกนเพลาไม่ได้ระดับ หรือเกิดเยื้องศูนย์เกิดขึ้นแบริ่งทั้ง 4 ตัวจะถูกงัด ทำให้เกิดแรงกดที่จุดแบริ่งแต่ละตัว จะทำให้เกิดปัญหาตามมาในภายหลังอาจจะทำให้เพลาคดงอหรือหักได้



ภาพที่ 2.10 คัปปลิ้งแบบแข็งและระบบเพลาเสมือนเมื่อเกิดการเยื้องศูนย์
[ที่มา : พิรพงศ์, 2546]

ในภาพที่ 2.10 แสดงภาพร่างไดอะแกรมของระบบเพลา ถ้าส่วนหมุนของแกนเพลา 2 แกนที่อยู่ระหว่างแนวแกนเส้นศูนย์เยื้องกันมาก จะเป็นผลให้เกิดการเพิ่มโหลดที่เพลา แบริ่ง และที่คัปปลิ้ง ซึ่งอาจจะเป็นผลให้การหมุนไม่เรียบ เกิดการสั่นสะเทือนมากกว่าปกติ และอาจส่งผลให้เกิดความบกพร่อง เช่น เพลาร้าวหรือหักงอได้ ดังนั้นการติดตั้งโดยใช้คัปปลิ้งแบบแข็งสำหรับมอเตอร์ตัวไม่ใหญ่มากนักควรจะใช้เครื่องมืออย่างน้อยเป็นฟิลเล่อร์เกจ (Feeler auge) แล้วหมุนคัปปลิ้งตรวจสอบระดับหน้าแปลนของคัปปลิ้งว่าตั้งฉากกับแกนเพลาได้ 90 องศาหรือไม่ และคัปปลิ้งทั้ง 2 ฝาที่ประกบจะต้องหมุนได้ระยะห่างที่ขนานกัน ไม่ควรมีค่าผิดพลาดเกินกว่า 0.05 มม.

ส่วนเครื่องมือที่ดีขึ้นมาอีกหน่อย คือ ใช้ไดอัลเกจสองตัวติดตั้ง ดังในภาพที่ 2.10 ไดอัลเกจทั้งสองวางอยู่บนคัปปลิ้งของแต่ละด้าน และลองหมุนเพลาขับไปในทิศทางตรงกันข้าม อันหนึ่งจะอ่านระยะตามแนวแกน อีกอันหนึ่งจะอ่านระยะตามแนวรัศมี โดยการหมุนเพลาไปอย่างช้าๆ และอ่านค่าที่หน้าปัดทั้งสองพร้อมๆ กัน จะทำให้รู้ว่าควรจะปรับระดับตามแนวแกนใดให้ถูกต้องตรงแนวซึ่งกันและกันทั้งสองด้าน นอกจากนี้ ยังมีเครื่องวัดที่ละเอียดขึ้นมากอีกเป็นเลเซอร์ตรวจสอบแนวระดับ เพื่อความมั่นใจว่าคัปปลิ้งต่อเข้ากับโหลดได้ระดับ

จากเหตุผลดังกล่าว ทำให้คัปปลิ้งแบบแข็งไม่ค่อยจะได้รับความนิยมนำมาใช้กับมอเตอร์ตัวเล็กๆ เพราะจะเสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสูงกว่าการเลือกใช้คัปปลิ้งแบบยืดหยุ่น แต่คัปปลิ้งแบบแข็งจะนิยมใช้กับเครื่องจักรกลขนาดใหญ่มากกว่าเพราะค่าเสียเวลาติดตั้งและค่าแรงในการติดตั้งคุ้มค่ากว่าการเลือกใช้คัปปลิ้งแบบยืดหยุ่น

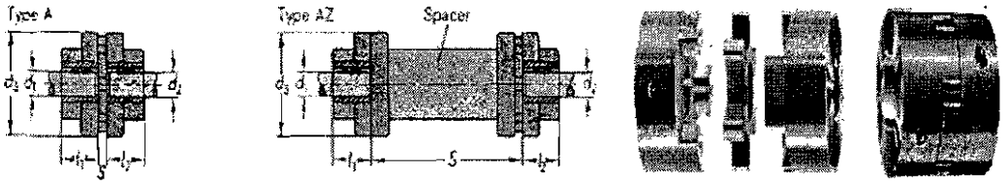
วิธีการเลือกขนาดของคัปปลิ้ง จะเลือกตามขนาดของแกนเพลา และกำลังของมอเตอร์ หรือแรงบิดสูงสุดที่ส่งไปซึ่งเรียกว่าโหลดแฟกเตอร์ ซึ่งแฟกเดอร์นี้จะขึ้นอยู่กับลักษณะของโหลด และความถี่ในการเริ่มหมุน ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของแรงบิด และความเฉื่อยของโหลดทำให้โหลดแฟกเตอร์สูงด้วย ทั้งนี้ค่าของโหลดแฟกเดอร์สามารถดูได้จากผู้ผลิตคัปปลิ้ง

2) คัปปลิ้งแบบยืดหยุ่น (Flexible couplings)

คัปปลิ้งแบบยืดหยุ่น พัฒนามาจากแบบแข็งโดยเพิ่มจุดที่ยืดหยุ่นส่วนใหญ่ จะทำมาจากส่วนประกอบของยาง หรือ ยูรีเทรน ถูกผลิต และออกแบบมาให้สอดคล้องกับความต้องการการใช้งานของดลาดจะทำให้สะดวกสำหรับกับการดิดตั้งหรือถอดและต่อแกนเพลาทั้งด้านมอเดอร์ขับและด้านโหลด

ในการทำงานของส่วนประกบที่ทำมาจากยาง ถ้าไม่ได้รับการบำรุงรักษาที่ถูกต้องหรือเมื่อใช้ไปนานๆจะทำให้เสียภาพทรง ทำให้ยางไปเบียดด้านใดด้านหนึ่งของคัปปลิ้งทำให้เกิดการเบียดกันที่คัปปลิ้ง เกิดแรงบิดฝืนที่แบริ่งเพิ่มขึ้นอาจจะส่งผลให้อายุการใช้งานของคัปปลิ้งและแบริ่งสั้นลง เพื่อลดสาเหตุข้างต้นให้น้อยลง มอเดอร์และโหลดควรจะถูกวางให้ได้ศูนย์ให้ได้มากที่สุด และควรเลือกใช้ยางชนิดที่เหมาะกับสภาพแวดล้อมในการนำไปใช้งาน

ในมอเตอร์ตัวใหญ่ๆ เกินกว่า 1 mW บางครั้งความถี่ของการสั่นสะเทือนตามธรรมชาติ (Naturalfrequency) ของทั้งระบบ ที่เกิดจากมอเตอร์ที่คัปปลิ้งแบบยืดหยุ่น (Elastic Coupling) ในช่วงระหว่างที่เกิดความถี่ของการสั่นสะเทือนที่เท่ากัน ทั้งสองความถี่ของแรงบิดสั่นสะเทือนอาจทำให้เกิดความถี่เรโซแนนซ์ (Resonance Of Torsional Vibration) ในกรณีนี้ ความถี่เรโซแนนซ์ของโหลดต่อการต่อคัปปลิ้งถูกออกแบบ และจำกัดให้สูงกว่าที่ควรจะเป็น



ภาพที่ 2.11 ส่วนประกอบของคัปปลิ้งแบบยืดหยุ่นแสดงภาพตัดของชนิด A และ AZ
[ที่มา : พิรพงศ์, 2546]

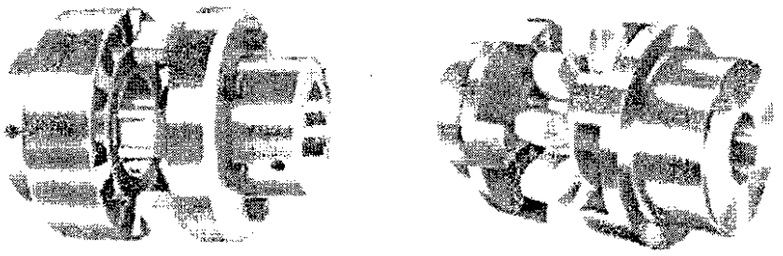
ตามภาพที่ 2.11 สามารถแบ่งความแตกต่างของคัปปลิ้งแบบยืดหยุ่นได้หลายแบบหลายขนาด แล้วแต่ชนิดของวิธีการคัปปลิ้ง ในขณะที่ความยาวของ Spacer (S) ก็มี หลายขนาด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบของผู้ผลิตคัปปลิ้ง ยกตัวอย่างเช่น

3) คัปปลิ้งแบบปากเสียบเลื่อน (Claw or Jaw Coupling)

- แบบ DIN 740 ,Part 1, type A เป็นคัปปลิ้งแบบยืดหยุ่น ที่มีลักษณะมีส่วนเว้าเข้าในเป็นเหล็กหล่อตัวหนึ่ง มีลักษณะเป็นร่องอีกตัวเป็นแบบซี่เตือยยื่นเข้าร่องคัปปลิ้ง อาจจะมีโครงสร้างแบบสองหรือสามส่วน มีความเป็นไปได้ที่จะเสริมยางเพื่อลดแรงกระแทก

- แบบ DIN 740 , Part 1, type B เป็นคัปปลิ้งแบบยืดหยุ่นที่มีลักษณะมีส่วนเว้าเข้าข้างใน คัปปลิ้งนี้มี hubs 2 ตัว ใช้ประกอบกับยางในลักษณะของฟันเฟืองแบบ pinion การต่อของคัปปลิ้งแบบนี้ มั่นใจได้ว่าสามารถส่งแรงบิดได้เรียบ และจะทำให้ไม่เกิดการหมุนไม่ที่สม่ำเสมอ ของแรงบิดเอาต์พุดจากมอเตอร์ได้

คัปปลิ้งทั้งสองชนิดนี้ เหมาะกับมอเตอร์ที่มีขนาดเฟรมเล็กๆ ที่ความสูงเพลาไม่ควรเกินกว่า 400 มม. ช่วยลดการกระตุกของแรงบิดขณะเริ่มหมุนและลดแรงบิดกระตุก impulse สามารถยอมรับการเยื้องศูนย์ของแกนเพลาระหว่างมอเตอร์กับโหลดได้เล็กน้อย และสามารถต่อได้ทั้งแบบแนวตั้งและแบบแนวนอนได้

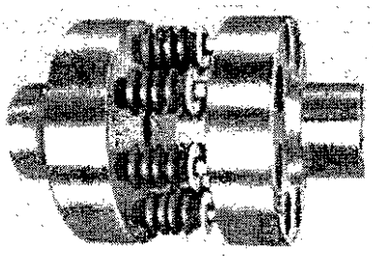


ภาพที่ 2.12 คัปปลิ้งแบบปากเสียบเลื่อน (Claw or Jaw coupling)
[ที่มา : พิรพงศ์, 2546]

4) คัปปลิ้งแบบสลักเกลียว (Stud coupling)

คัปปลิ้งแบบสลักเกลียว เป็นคัปปลิ้งแบบยืดหยุ่นเป็นไปตามมาตรฐาน DIN 740, Part , type A hub ของคัปปลิ้งจะมีภาพร่างอันหนึ่งจะมีรูเป็นทรงกระบอกกลม ส่วนอีกอันจะเป็นสลักเกลียวยื่นออกมา hub ตัวที่มีสลักเกลียวจะเป็นของเพลาขับ คัปปลิ้งแบบสลักเกลียวสามารถต่อได้ทั้งแบบแนวตั้งและแนวนอน โดยที่ hub ส่วนใหญ่จะทำมาจากวัสดุที่เป็นเหล็กกล้า

นอกจากนี้ ยังมีคัปปลิ้งแบบอื่นๆ อีกหลายแบบ หลายชนิดตามแต่ผู้ผลิตจะผลิตออกมาเพื่อทางการค้า ดังตัวอย่างภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2-13 คัปปลิ้งแบบสลักเกลียว (Stud coupling)
[ที่มา : พิรพงศ์, 2546]

5) คัปปลิ้งสำหรับการเริ่มหมุน (Starting couplings)

การเริ่มหมุนมอเตอร์ในขณะที่มีโหลดหนักมาก เช่น กรณีโหลดมีความเฉื่อยสูง ทำให้ขณะเริ่มหมุนต้องใช้เวลานาน เวลานี้มีค่ามากกว่าค่าสูงสุดที่มอเตอร์ยอมให้เกิดขึ้นได้ ซึ่งเวลาในการเริ่มหมุนเกินกว่าโรงงานผู้ผลิตมอเตอร์ได้การรันตีไว้ ทำให้มอเตอร์มีความร้อนสูง จนถึงอาจจะเสียหายได้

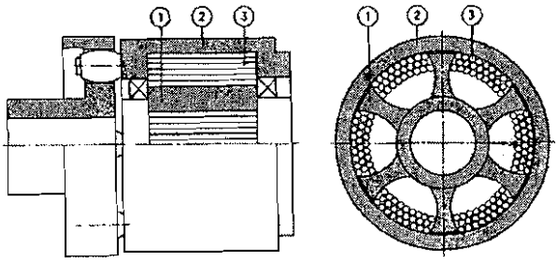
วิธีแก้ปัญหาดังกล่าว สามารถทำได้โดยใช้มอเตอร์ชนิดสลิปริงที่มีการเริ่มหมุนหลายขั้นโดยใช้ Resistor starter อย่างไรก็ตามมอเตอร์ชนิดสลิปริงจะมีราคาแพง ต้องการการบำรุงรักษามาก ไม่ประหยัดเหมือนกับมอเตอร์เหนี่ยวนำชนิดกรงกระรอกแล้วใช้คู่กับคัปปลิ้งแบบเริ่มหมุนโดยหลักการทำงาน และการออกแบบของคัปปลิ้งแบบเริ่มหมุนสามารถแบ่งออกได้เป็น สองแบบด้วยกันคือ

- คัปปลิ้งเริ่มหมุนเชิงกล (Mechanical starting couplings)

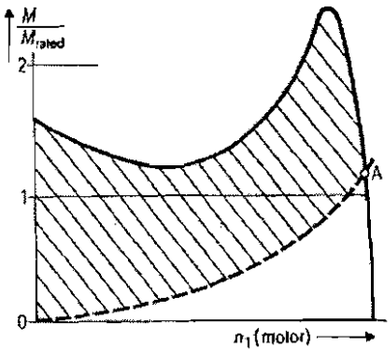
คัปปลิ้งเริ่มหมุน หรือคัปปลิ้งสลิปนิรภัย (safety slip coupling) จะทำงานโดยอาศัยหลักการของแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง คัปปลิ้งเริ่มหมุนจะไม่ต่อเพลาของมอเตอร์เข้ากับเพลาของโหลดโดยตรง และไม่ส่งแรงบิดให้เต็มที่ก่อนที่มอเตอร์จะเร่งความเร็วรอบถึงความเร็วรอบพิกัด ถ้ามอเตอร์มีโหลดเกินคัปปลิ้งจะทำหน้าที่โดยอัตโนมัติให้เกิดสลิป โดยการลื่นไถลทางกลเนื่องจากแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางจะทำให้ความเร็วรอบของโหลดลดลงในทันที เป็นการ Limited แรงบิดสูงสุดไม่ให้เกินค่าที่คัปปลิ้งออกแบบได้

โครงสร้างในการออกแบบทางกลของคัปปลิ้งเริ่มหมุนเชิงกล ดังแสดงในภาพที่ 2.16 ประกอบด้วย (1) driving pocket wheel (2) driven shell และ (3) โรลเลอร์ทรงกระบอก ซึ่งโรลเลอร์ถูกจัดวางในห้องระหว่าง driving pocket wheel กับ shell. pocket wheel ต่อเข้ากับเพลามอเตอร์ส่วน driven shell จะคัปปลิ้งเข้ากับเพลาของโหลด

การทำงานของคัปปลิ้งชนิดนี้ คือ เมื่อมอเตอร์เริ่มหมุนทำให้ driving pocket wheel และโรลเลอร์หมุนไปได้ ขณะที่ driven shell และโหลดจะยังคงอยู่กับที่



ภาพที่ 2.14 คัปปลิ้งชนิดเริ่มหมุนเชิงกลหรือคัปปลิ้งสลิปนิรภัย
[ที่มา : พิรพงศ์, 2546]



ภาพที่ 2.15 แรงบิดเริ่มหมุนมอเตอร์
[ที่มา : พิรพงศ์, 2546]

เมื่อความเร็วมอเตอร์เพิ่มขึ้นทำให้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางค่อยๆ เพิ่มขึ้นเป็นกำลังสองของความเร็วทำให้ความฝืดสเตติก (static friction) ของโรลเลอร์สามารถคัปปลิ้งติดกับ driven shell ทำให้แรงบิดมอเตอร์ส่งได้เต็มที่ ในกรณีของโหลดถูกบล็อกคัปปลิ้งจะเกิดสลิปขึ้นเพื่อป้องกันอันตรายของการขับเคลื่อน

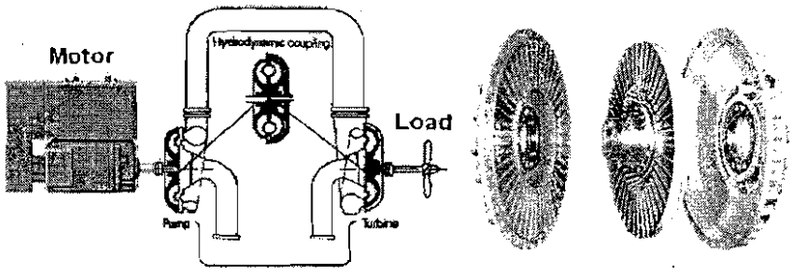
ความร้อนที่เกิดขึ้นที่โรลเลอร์อันเนื่องมาจากความฝืดในขณะที่ทำการเริ่มหมุนคัปปลิ้งอาจจะทำความเสียหายได้ ดังนั้น จะต้องมีการตรวจสอบถึงความสามารถทนต่อความร้อนของคัปปลิ้งสูงสุดในขณะนำไปใช้งาน

เส้นโค้งในภาพที่ 2.15 อ้างอิงกับการเริ่มหมุนโดยตรง (DOL) ของมอเตอร์ที่ขับพัดลมผ่านสตาร์ทคัปปลิ้งลักษณะแรงบิดโหลดของพัดลมพอจะอนุโลมประมาณเหมือนกับลักษณะสมบัติของคัปปลิ้งเริ่มหมุน แรงบิดเร่งของมอเตอร์จะเร่งความเร็วได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างเส้นโค้งทั้งสอง (พื้นที่ระบายเส้นขนาน) ส่วนเวลาเริ่มหมุนที่ใช้จะขึ้นอยู่

กับแรงบิดเร่งหรือความแตกต่างของเส้นโค้งทั้งสอง และขนาดของน้ำหนักเฉื่อยของโหลด ทั้งนี้ การเริ่มหมุนโดยตรงจากไลน์ (DOL) สามารถนำมาใช้ได้กับวิธีการคัปปลิ้งแบบนี้ และจะทำให้ปริมาณของกระแสเริ่มหมุนน้อยกว่าการต่อคัปปลิ้งโดยตรง

- ไฮดรอไดนามิกส์คัปปลิ้ง (Hydrodynamic couplings)

ไฮดรอไดนามิกส์คัปปลิ้ง มีวัตถุประสงค์ใช้งานเพื่อเริ่มหมุน และเป็นคัปปลิ้งนิรภัย ในอดีตนิยมนำไปใช้กับเครื่องยนต์ขนาดใหญ่ เพื่อไปขับโหลดเช่นเรือเดินทะเลเป็นต้น ไฮดรอไดนามิกส์คัปปลิ้งประกอบด้วยปั๊มแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางกับเทอร์ไบน์ต่อเข้าด้วยกันในถังเก็บน้ำมัน หลักการทำงานแสดงเป็นไดอะแกรมอย่างง่ายดังภาพที่ 2.16 โดยมอเตอร์หรือเครื่องยนต์จะไปขับคัปปลิ้งที่ทำหน้าที่เป็นเสมือนปั๊มจะเปลี่ยนจากพลังงานกลเอาต์พุตของมอเตอร์ไปเป็นพลังงานจลน์ในภาพของของไหล น้ำมันจะถูกบังคับให้ไหลไปเปลี่ยนเป็นพลังงานกลอีกครั้งด้วยเทอร์ไบน์



ภาพที่ 2.16 หลักการและส่วนประกอบของไฮดรอไดนามิกส์คัปปลิ้ง
[ที่มา : พิรพงศ์, 2546]

ในภาพที่ 2.16 แสดงโครงสร้างภายใน ของไฮดรอไดนามิกส์คัปปลิ้ง ประกอบด้วยส่วนของอินพุตคือ impeller หรือใบพัดขับ (ด้านซ้าย), ส่วนเอาต์พุตหรือตัวหมุน (ตรงกลาง) และฝาครอบ (ด้านขวา) ฝาครอบและ impeller ประกบเข้าด้วยกันก็คือ โครงของคัปปลิ้ง ซึ่งมีปริมาตรประมาณ 50 ถึง 80% ของทั้งหมดกำลังสูญเสียขณะทำงานมีสลิปนั้นคือความร้อน ซึ่งความร้อนจะถูกระบายโดยธรรมชาติ

จากหลักการทำงานของไฮดรอไดนามิกส์คัปปลิ้ง จะเห็นว่าการทำงานของระบบต้องเปลี่ยนพลังงานไป-กลับ ทำให้เกิดค่าสูญเสียในการถ่ายเทพลังงานจากมอเตอร์ไปยังโหลดมีมาก ทำให้ประสิทธิภาพของทั้งระบบไม่ค่อยดี ประกอบกับราคาค่อนข้างสูง จึงไม่ค่อยจะเป็นที่นิยมแพร่หลายมากนัก แต่จะนิยมนำไปใช้กับงานประเภทที่ต้องการเริ่มหมุนบ่อยๆ หรือต้องการปรับความเร็วโดยสลิปด้วยวิธีการควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันที่ไหลวนก่อนไปขับเทอร์ไบน์ได้

การคำนวณหาแรงบิดที่เกี่ยวข้องกับการเลือกขนาดคัปปลิ้ง

1) แรงบิดใช้งาน (Norminal Torque)

$$\text{นิ้ว.ปอนด์ (in.lb)} = \frac{\text{HP x 63025}}{\text{RPM}} \quad (2.1)$$

$$\text{Nm} = \frac{kWx9550}{RPM} \quad (2.2)$$

2) แรงบิดออกแบบ (Design Torque)

งานในการขับเคลื่อนระบบการหมุน และใช้มอเตอร์แรงบิดมาตรฐาน(Electric

$$\text{นิ้ว.ปอนด์ (in.lb)} = \text{แรงบิดใช้งาน} \times \text{ค่าแฟคเตอร์ที่ใช้งาน} \quad (2.3)$$

เมื่อ แรงบิดใช้งาน = การคำนวณต้นกำลัง

ค่าตัวคูณใช้งาน(S.F.) = หาจากตารางที่ 3.2

HP = กำลังม้าของมอเตอร์

2.4.6 เกลียวอัด(Extruder)

การบีบแบบใช้เกลียวนี้วัสดุจะถูกบีบด้วยแรงผ่านเกลียว เกลียวจะเป็นตัวบีบเพื่อบีบเอาของเหลวออก ของเหลวที่ได้จะไหลผ่านช่องตะแกรง ส่วนกากจะถูกลำเลียงออกทางท้ายเครื่อง ซึ่งเหมาะที่จะใช้บีบอัดผลไม้และการรีดน้ำมันออกจากเมล็ด การส่งกำลังจากเพลาสู่เกลียวเป็นวิธีที่ทำให้เกิดการอัดสูง โดยที่ลักษณะของเกลียว ความห่างของเกลียว การลดลงของพื้นที่หน้าตัดเกลียวจะมีผลกระทบต่อการบีบหรือบดอัดเมื่อใช้หลักการนี้ การอัดจะเกิดขึ้นระหว่างเกลียวกับผนังกระบอกจึงทำให้มีความเสียดทานสูงระหว่างการบีบคั้น เป็นผลให้เกิดความร้อนเพิ่มขึ้น ซึ่งความร้อนนี้จะช่วยลดความหนืดของน้ำมัน เครื่องสกัดน้ำมันบางชนิดอาจติดตั้งเครื่องทำความร้อนกับตัวเครื่องเพื่อเพิ่มผลผลิตจากการสกัด ความจุในการทำงานของเครื่องอยู่ในระดับ 40-800 กิโลกรัมต่อชั่วโมง กากหลังจากบีบอัดน้ำมันจะมีปริมาณค้างอยู่ประมาณ 5-18 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักกาก (มาลิณีย์ และคณะ, 2545)

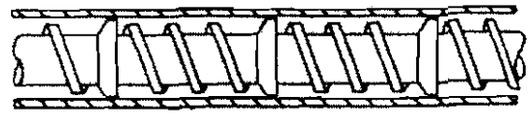
การบีบผ่านเกลียวอัดกำลังได้รับความนิยมมากคือ

1) ความหลากหลาย กระบวนการดังกล่าวสามารถสร้างความหลกาหลายของผลิตภัณฑ์ได้ มีความยืดหยุ่นสูง สามารถดัดแปลงให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ซึ่งตรงกับความต้องการของผู้บริโภคได้

2) ลดค่าใช้จ่าย การบีบผ่านเกลียวอัดเป็นวิธีที่ใช้ค่าใช้จ่ายต่ำและให้ผลผลิตสูงกว่าวิธีอื่นๆ

3) ให้อัตราการผลิตสูงและสามารถผลิตในลักษณะต่อเนื่องแบบอัตโนมัติได้

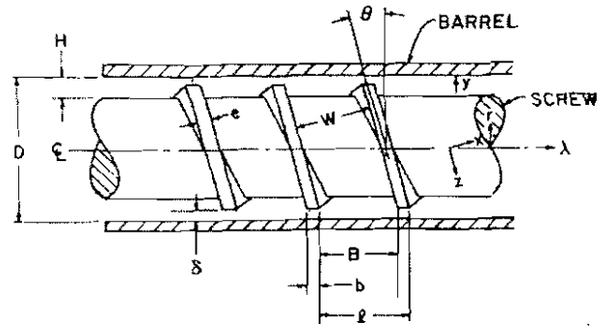
4) ไม่มีข้อเสียจากกระบวนการ



CONSTANT ROOT DIAMETER, CONSTANT PITCH SCREW WITH RESTRICTIONS IN CONSTANT DIAMETER BARREL

ภาพที่ 2.17 ลักษณะของเกลียวอัดแบบกระบอกเกลียวคงที่และระยะพิตเกลียวคงที่

[ที่มา : Judson (1981)]



ภาพที่ 2.18 ส่วนต่างๆทางเรขาคณิตของเกลียวอัด

[ที่มา : Judson (1981)]

การคำนวณขนาดเกลียวอัด จำเป็นต้องใช้ข้อมูลในการคำนวณดังนี้ (Judson, 1981)

คำนวณหาขนาดของเกลียวอัดในการใช้งาน(Ds)

$$Ds = D - 2\delta \qquad (2.4)$$

เมื่อ D = เส้นผ่านศูนย์กลางกำหนด

δ = พิกัดความโตระหว่างสันเกลียวกับผิวบาเรล

คำนวณหาความรัศมีของสันเกลียวในการใช้งาน(Hs)

$$Hs = H - \delta \qquad (2.5)$$

เมื่อ H = พิกัดความเผื่อของความโตระหว่างกระบอกเกลียวกับผิวบาเรล

δ = พิกัดความเผื่อความโตระหว่างสันเกลียวกับผิวบาเรล

คำนวณหาความโตของโคนเกลียว(Dr)

$$Dr = Ds - 2Hs \qquad (2.6)$$

คำนวณหาพิกัดความเผื่อของเกลียวอัด (2δ)

$$2\delta = D - Ds \tag{2.7}$$

คำนวณหารัศมีพิกัดความเผื่อของเกลียวอัด(δ)

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{l}{\pi \times Ds}\right) \tag{2.8}$$

คำนวณหาความกว้างของระยะห่างฟันเกลียว

$$W = C \times \cos\theta \tag{2.9}$$

เมื่อ B = ความกว้างของระยะฟันเกลียวตามแกน

คำนวณหาความกว้างสันเกลียว(e)

$$e = b \times \cos\theta \tag{2.10}$$

เมื่อ b = ความกว้างสันเกลียววัดตามแนวแกน

คำนวณหาความยาวร่องเกลียวทั้งหมด(Z)

$$Z = \frac{l}{\sin\theta} \tag{2.11}$$

คำนวณหาความเร็วรอบเส้นรอบวงนอกของเกลียวอัด(V)

$$V = \pi \times Ds \times N \tag{2.12}$$

เมื่อ N = ความเร็วรอบเพลาส่งกำลัง (ผ่านการทดรอบโดยเกียร์ทดรอบ อัตราส่วน 1 :10 รอบต่อนาที)

คำนวณหามุมเอียงของเกลียว (α)

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{p}{\pi d_2}\right) \tag{2.13}$$

เมื่อ p = ระยะพิตต์

d_2 = เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย

คำนวณหาพื้นที่ผิวร่องเกลียว(A)

$$A = \left[\frac{\pi(d^2 - {d_3}^2) \times \cos\alpha}{4}\right] \tag{2.14}$$

เมื่อ d = เส้นผ่านศูนย์กลางกำหนด

d_3 = เส้นผ่านศูนย์กลางเกลียวใน

คำนวณหาค่าความดัน(P)

$$P = \frac{F}{A} \tag{2.15}$$

เมื่อ F = Fv = แรงอัดในเกลียวเกลียวอัด

P = ความดันเกลียวเกลียวอัด คือ 3.6 นิวตันต่อตารางเมตร (ค่าที่ได้จากการทดลองโดยการกดอัดเมล็ดงาด้วยเครื่องอัดไฮโดรลิก)

คำนวณหาแรงในแนววงกลมของเกลียวเกลียวอัด(F_u)

$$F_u = Fv \times \tan \alpha \tag{2.16}$$

คำนวณหาโมเมนต์บิดในแกนเกลียวเกลียวอัด(M_{af})

$$(M_{af}) = \left[Fv \times (\frac{d_2}{2}) \times \tan(\alpha + \rho) \right] + \left[Fv \times \mu(\frac{d_2}{2}) \right] \tag{2.17}$$

เมื่อ ρ = มุมเสียดทาน

μ = 0.15(ค่าคงที่)

คำนวณหาแรงบิดเกลียวอัด(T)

$$T = 9.55 \times \frac{H}{h} \tag{2.18}$$

เมื่อ H = กำลังไฟฟ้ามอเตอร์ (วัตต์)

h = ความเร็วรอบเกลียวอัด(ทดรอบโดยเกียร์ทดอัตราส่วน 1 :10 รอบ/นาที)

คำนวณหาแรงบิดมอเตอร์(T)

$$T = 9.55 \times \frac{H}{h} \tag{2.19}$$

เมื่อ H = กำลังไฟฟ้ามอเตอร์ (วัตต์)

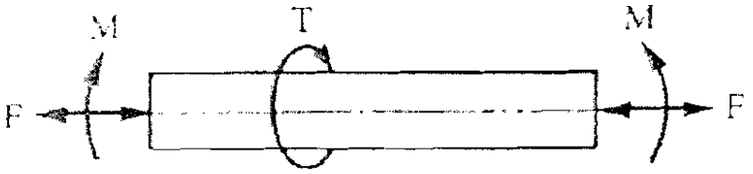
h = ความเร็วรอบมอเตอร์

$$= 9.55 \times \frac{1492}{1450}$$

$$= 9.826 \text{ N.m}$$

2.4.7 เพลา (Shaft)

เพลาเป็นชิ้นส่วนเครื่องมือกล ที่มีความสำคัญของระบบการส่งผ่านกำลัง กำลังที่ส่งผ่านเพลาอยู่ในภาพของ โมเมนต์แรงบิด (Torque) ในการส่งผ่านกำลังระหว่างเพลาหนึ่งไปอีกเพลาหนึ่งจำเป็นต้องอาศัยตัวกลาง เช่น เฟือง โซ่ สายพาน ฯลฯ ดังนั้นจึงเกิดแรงเนื่องจากการขบกันของเฟือง แรงเนื่องจากแรงฉุดของโซ่ หรือแรงดึงของสายพานมากระทำต่อเพลาอันเป็นผลให้เกิด โมเมนต์ดัด (Bending Moments) ขึ้นบนเพลา และบางกรณีอาจมีแรงกระทำตามแนวแกนของเพลาด้วย ดังนั้นในขณะที่เพลาทำหน้าที่ส่งผ่านกำลัง เพลาจะรับทั้งโมเมนต์บิด และโมเมนต์ดัด พร้อม ๆ กัน



ภาพที่ 2.19 แรงต่าง ๆ ที่กระทำกับเพลา
[ที่มา : ชาญ และวริทธ์, 2537]

โดยปกติทั่วไป ภาพหน้าตัดของเพลาจะเป็นวงกลม ขนาดไม่เท่ากัน แต่จะตกบ่าเป็นชั้น ๆ บางตำแหน่งจะมีร่องลิ่ม เพื่อใช้ในการติดตั้ง มูเล่ย์ เฟือง แบริ่ง หรือชิ้นส่วนอื่น ๆ เพลาที่ใช้โดยทั่วไปจะมีทั้งเพลากลวง และเพลาตัน สำหรับวัสดุที่ใช้ทำเพลาส่วนใหญ่จะเป็น เหล็กเหนียว (Steel) เช่น St50 หรือ St70 ในกรณีที่ต้องการความแข็งแรงสูง ๆ และคงทนต่อการใช้งานมาก ๆ อาจใช้พวกเหล็กผสม (Alloy Steel) เช่น Chrom-Nickel หรือ Chrom-Varadium Steel 40 Mn, 4 34 Cr4, 16 Mn Cr 5 หรือ 18 CrNi 8 เป็นต้น การออกแบบคำนวณหาขนาดของเพลา จะต้องพิจารณาถึงสิ่งเหล่านี้คือ

1) กำลังงาน (Power) และภาระ (Load) ที่ใช้เพลาส่งกำลัง

2) ความเค้นที่เกิดขึ้นกับเพลารวมทั้งภาพร่าง ขนาด วัสดุ และผิวงานสำเร็จ ซึ่งจะเป็นสาเหตุในการเกิด Stress Concentration ขึ้น ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของเพลา

3) ความแกร่ง (Stiffness หรือ Rigidity) หมายถึง ความคงทนต่อการแอ่นตัว หรือการบิดไปของเพลา เมื่อใช้รับภาระ

4) Critical Speed หรือ Whrilling Speed หมายถึง การสั่นตัวของเพลา อันเป็นผลต่อเนื่องมาจากการแอ่นตัว

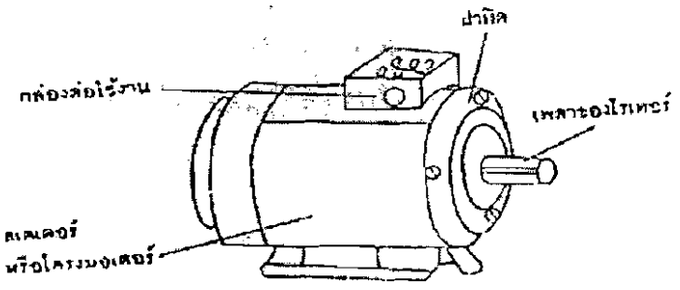
ในการออกแบบขนาดของเพลาสำหรับงานปกติทั่วไป จะพิจารณาเฉพาะกำลังงานภาระ และคำนวณตรวจความเค้นที่เกิดขึ้นกับเพลา เพื่อให้ได้ค่าความปลอดภัยที่เหมาะสม สำหรับงานพิเศษในบางกรณี จึงจะพิจารณาถึงความแกร่ง และ Critical Speed ด้วย (ชาญและวริทธ์, 2537)

2.4.8 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ สามเฟส (Three Phase Induction Motors)

มอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสเป็นมอเตอร์ที่ใช้กับระบบไฟฟ้าทั้งสามเฟส 3 สาย และสามเฟส 4 สาย มีขนาดตั้งแต่ 0.5 แรงม้า และขนาดใหญ่ 400 แรงม้าขึ้นไป แต่ก็มีใช้กันบ้างไม่มากนัก ส่วนประกอบของมอเตอร์สามเฟสที่สำคัญมี 3 อย่างคือ ดังภาพที่ 2.20

1) สเตเตอร์ หรือโครงมอเตอร์

2) โรเตอร์



ภาพที่ 2.20 มอเตอร์สามเฟส

[ที่มา : ชาญ และวริทธ์, 2537]

1) สเตเตอร์ของมอเตอร์ 3 เฟสจะเหมือนกับสเตเตอร์ของมอเตอร์สปลิทเฟส และคาปาซิเตอร์ ที่เป็นมอเตอร์ 1 เฟสทุกประการ แต่ขดลวดที่พับไว้ที่สเตเตอร์แทนที่จะมีขดสตาร์ท และขดรันเหมือนกับมอเตอร์ 1 เฟสนั้น มอเตอร์ 3 เฟส จะมีเฉพาะขดรันอย่างเดียวและมีขดลวดแยกกันอยู่เป็น 3 ชุด คือ ขดลวดเป็นของเฟส A เฟส B และเฟส C

2) โรเตอร์ซึ่งเป็นตัวหมุนของมอเตอร์ 3 เฟสแยกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท คือ แบบวาล์วโรเตอร์ และแบบสควิเรลเคจ

- แบบวาล์วโรเตอร์ (Wound Rotor) คือโรเตอร์ที่มีลวดอาบน้ำยา หรือลวดหุ้มด้ายพันอยู่มีวงแหวน หรือสลิปริง (Slip Ring) อยู่ 3 วง ขดลวดที่พันอยู่บนโรเตอร์จะพันเป็นสามเฟสต่อเป็นแบบสตาร์ปลายของคอยล์ทั้ง 3 เฟส ต่อออกมาเข้าสลิปริงทั้งสาม จะมีแปรงถ่าน 3 ชุด และต่อไปเข้ากับตัวควบคุมกระแส หรือรีโอสตัต (Rheostat) จะมีลวดความต้านทาน 3 ชุด แต่ละชุดจะมีไว้แต่ละเฟสของคอยล์โรเตอร์ และสวิตช์สำหรับเลือกหาความต้านทานการควบคุมมอเตอร์ให้เริ่มหมุนช้า ๆ จนกระทั่งหมุนเร็วสูงสุด เมื่อมอเตอร์เริ่มหมุนความต้านทานทั้ง 3 ชุด จะ

ต่ออันดับกับขดลวดทั้งสามเฟสของโรเตอร์ ขณะเริ่มหมุนไปจะค่อย ๆ ลดความต้านทานทั้ง 3 ชุดทีละน้อย ๆ พร้อม ๆกัน ทำให้ความเร็วของมอเตอร์เพิ่มขึ้น เมื่อมอเตอร์หมุนไปเต็มที่ความต้านทานทั้ง 3 ชุดจะถูกตัดออกหมดและคอยล์ทั้ง 3 เฟส จะถูกตัดวงจรกันได้ตรงสุดของ รีโอสตัต แบบวาล์ว โรเตอร์จะมีในมอเตอร์ 3 เฟสขนาดใหญ่

- แบบสควิเรลเคจ (Squirel Gage) โรเตอร์แบบนี้เมื่อโรเตอร์ของสปลิทเฟส และคาปาซิเตอร์ มอเตอร์ขนาดเล็กจะมีโรเตอร์แบบสควิเรลเคจ บางทีจะออกแบบให้มีสควิเรลเคจ 2 ชุด หรือ 2 ชั้น เพื่อให้มอเตอร์มีกำลังสตาร์ทสูง

ในกรณีที่จะเลือกใช้มอเตอร์อย่างถูกต้อง ลักษณะของเครื่องจักร โหลดขณะทำงานสิ่งที่สำคัญที่จะกำหนดความต้องการ (ชาญและวริทธ์, 2537)

การหากำลังของมอเตอร์

$$W_P = \frac{2\pi Tn}{60\times 1000} \qquad (2.20)$$

เมื่อ W_P = กำลังงานที่เพลารับ(kw)

T = โมเมนต์แรงบิดของเพลา(Nm)

n = ความเร็วรอบของเพลา(rpm)

2.4.9 แบริ่ง (Bearing)

1) แบริ่งลูกปืน

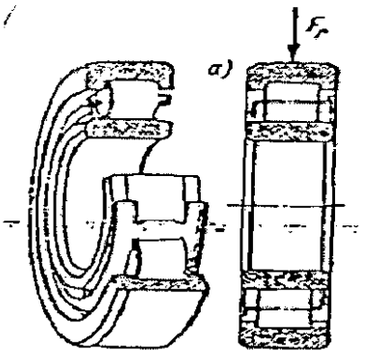
แบริ่งที่ใช้ในการทำงานของเครื่องบีบอัดน้ำมันจากเมล็ดงาจะใช้แบริ่ง แบบที่เป็นแบริ่งลูกปืน แบริ่งลูกปืนใช้สำหรับรองรับเพลา โครงสร้างของแบริ่งประกอบด้วยแหวนนอก แหวนใน จะมีลูกปืนเป็นตัวลดแรงเสียดทานลักษณะเป็นลูกทรงกลม ลูกปืนจะวิ่งอยู่บนทางวิ่งของแหวนนอกและแหวนใน โดยมีกรอบบังคับระยะห่างลูกปืนแต่ละลูก ความเสียดทานที่เกิดขึ้นกับแบริ่งลูกปืน จะเป็นแบบ Rolling Friction จึงมีความเสียดทานน้อยกว่าแบริ่งปลอกประมาณ 25 ถึง 50 % ทำให้กำลังงานสูญเสียไปเนื่องจากความเสียดทานน้อย นอกจากนี้การเยื้องศูนย์ของเพลา และตัวแบริ่งมีน้อย เนื่องจากมีระยะคลอนน้อยการบำรุงรักษา และการหล่อลื่นทำได้ง่าย การผลิตแบริ่งลูกปืนจะเป็นมาตรฐานเหมือน ๆ กัน ดังนั้น การถอดเปลี่ยนอะไหล่จึงทำได้ทุกเวลา และทุกสถานที่ สำหรับข้อเสียของแบริ่งลูกปืนก็คือ ทนต่อแรงกระแทกไม่ดีขณะใช้งาน จึงมีเสียงดังกว่าแบริ่งปลอก และยังต้องมีชิ้นส่วนไว้ใช้จับยึดตัวแบริ่ง การประกอบจึงยุ่งยาก

071839

การแบ่งชนิดของแบริ่งลูกปืน อาจแบ่งตามลักษณะการรับแรง แบริ่งที่ใช้รับแรงในแนวรัศมีเรียกว่า Radial bearing ใช้รับแรงในแนวแกน เรียกว่า Axial bearing หรือ Thrust bearing บางชนิดอาจใช้รับแรงในแนวรัศมีและในแนวแกนพร้อมกันก็ได้

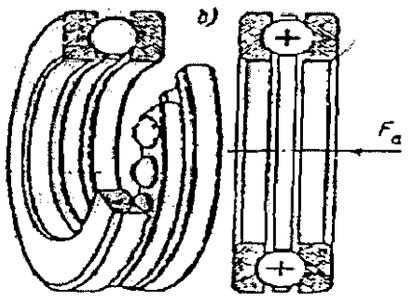
แบริ่งลูกปืนสำหรับแรงในแนวแกนต่าง ๆ ของบริษัท SKF มีดังนี้

- Cylindrical Roller bearing ใช้รับแรงในแนวรัศมี
- Ball Thrust bearing ใช้รับแรงในแนวแกน
- Deep Groove ball bearing ใช้รับแรงบนแนวแกนและแรงแนวรัศมี



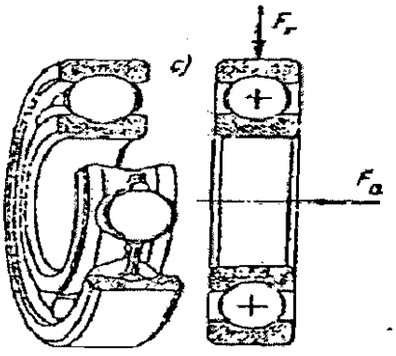
ภาพที่ 2.21 Cylindrical Roller bearing

[ที่มา : ชาญ และวริทธ์, 2537]



ภาพที่ 2.22 Ball Thrust bearing

[ที่มา : ชาญ และวริทธ์, 2537]



ภาพที่ 2.23 Deep Groove ball bearing

[ที่มา : ชาญ และวริทธ์, 2537]

2) การกำหนดมาตรฐานของแบริ่ง

การกำหนดมาตรฐานของแบริ่ง ทำให้ผู้ผลิตสามารถผลิตแบริ่ง ได้ราคาถูกลงทำให้ผู้ออกแบบสามารถเลือกใช้ได้สะดวก และทำให้การดูแลรักษาตลอดจนการเก็บแบริ่งสำรองกระทำได้ง่ายขึ้น ด้วยเหตุนี้เอง สมาคม AFBMA ซึ่งเป็นผู้รับผิดชอบในการจัดพิมพ์มาตรฐานของแบริ่งชนิดต่าง ๆ จึงรวมกับสมาคมเกี่ยวกับโรลลิ่งแบริ่งอื่น ๆ จัดทำมาตรฐานให้เข้ากับองค์การมาตรฐาน ระหว่างประเทศ (ISO) มาตรฐานนี้จะบอกถึงมิติภายนอกของแบริ่ง คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก – ภายใน และความหนา ส่วนมิติภายในแบริ่งให้เป็นไปตามที่ผู้ผลิตจะออกแบบ (ชาญ และวริทธ์, 2537)

ประสิทธิภาพของการรับภาระแบบ Dynamic load จะเป็นดังสมการ

$$L = 10^6\left(\frac{f_H.C}{F}\right)^x \qquad (2.21)$$

เมื่อ L = อายุการใช้งานกำหนดเป็นจำนวนรอบ

F_H = แฟคเตอร์ความแข็ง ณ อุณหภูมิใช้งาน

ตารางที่ 2.2 แฟคเตอร์ความแข็ง ณ อุณหภูมิใช้งาน

T	150°C	200°C	250°C	300°C
F_H	1	0.9	0.75	0.6

ที่มา : ชาญ และวริทธ์ (2537)

เมื่อ C = Dynamic load rating

X = 3 เมื่อเป็น Baller bearing ทุกชนิด

= เมื่อเป็น Baller Needle Taper Tonn bearing

F = Dynamic equivalent load

$= XF_r + YF_a$ (2.22)

F_R = แรงในแนวรัศมี (kN)

F_A = แรงในแนวแกน

X = แฟคเตอร์ของแรงในแนวรัศมี Ball bearing

Y = แฟคเตอร์ของแรงในแนวรัศมี Ball bearing

อายุการใช้งานของแบริ่งเมื่อคิดเป็นชั่วโมงการใช้งาน จะได้สมการ

$$L_h = \frac{L}{n.60} \quad (2.23)$$

เมื่อ Lh = อายุการใช้งานกำหนดของแบริ่ง (ชม.)

L = อายุการใช้งานกำหนด (รอบ)

N = ความเร็วรอบในการใช้งาน

2.4.10 อินเวอร์เตอร์ (Inverter)

อินเวอร์เตอร์เป็นอุปกรณ์แปลงไฟชนิดหนึ่ง ที่แปลงไฟตรงที่มีแรงดันและความถี่คงที่ ไปเป็นไฟสลับที่มีแรงดันและความถี่ขนาดต่างๆ แหล่งจ่ายไฟที่ป้อนอินพุทของอินเวอร์เตอร์ จะมีคลื่นไซน์ แต่เอาท์พุทของอินเวอร์เตอร์จะมีภาพคลื่นแตกต่างจากภาพไซน์ โครงสร้างของอินเวอร์เตอร์ มีอินพุทเป็นไฟสลับจากแหล่งจ่าย (50 Hz หรือ 60Hz) ไฟสลับนี้จะเปลี่ยนเป็นไฟตรงโดยวงจรคอนเวอร์เตอร์ (Converter) จากนั้นไฟตรงจะถูกแปลงเป็นไฟสลับที่สามารถปรับค่าแรงดันและความถี่ได้โดยวงจรอินเวอร์เตอร์ วงจรทั้งสองส่วนนี้เป็นวงจรหลักที่แปลงภาพคลื่นผ่านพลังอินเวอร์เตอร์ นอกจากนี้ยังมีวงจรสำหรับควบคุมการทำงานของวงจรทั้งสองส่วนนั้น (ชาญ และวริทธ์, 2537)

2.4.11 ฮีทเตอร์ (Heater)

ฮีทเตอร์(Heater) เป็นอุปกรณ์ทำความร้อนในอุตสาหกรรม ที่มีหลักการพื้นฐานคือ เมื่อมีกระแสไหลผ่านลวดตัวนำที่มีค่าความต้านทานสูง ลวดตัวนำจะร้อน ดังนั้น ลวดที่ใช้ผลิตฮีทเตอร์จะต้องมีคุณสมบัติเหนียวและทนอุณหภูมิได้สูงส่วนประกอบอื่นๆ (http://www.hi-den.com/products.html, 27 มีนาคม 2548.)

2.4.12 ระบบทำความร้อนประเภทต่างๆ

1) ฮีทเตอร์แท่ง (Cartridge Heater)

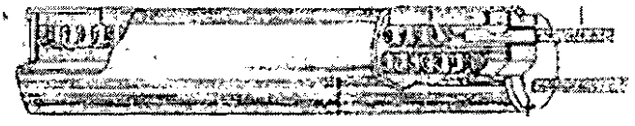
ลักษณะการใช้งานทั่วไปของ ฮีทเตอร์แท่ง (Cartridge Heater) คือ ใส่ไว้ในช่องบนวัตถุ ความร้อนจะถูกส่งผ่านจาก ฮีทเตอร์ ไปยังวัตถุที่ต้องการให้ความร้อน ตัวอย่างงาน เช่นให้ความร้อนแม่พิมพ์ของเครื่องบรรจุหีบห่อ

ฮีทเตอร์แท่ง แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ไฮเดนซิตี้ (High Density) ดังภาพที่ 2.24 และโลว์เดนซิตี้ (Low Density) ดังภาพที่ 2.25 หลักการทำ Cartridge Heater ชนิด High Density มีขั้นตอนที่ต้องรีดท่อโลหะที่มีตัวนำและฉนวนแมกนีเซียมออกไซด์ภายในลง ทำให้ทนอุณหภูมิได้สูง และมีกำลังวัตต์ต่อพื้นที่(Watt/cm^2) สูงขึ้น (http://www.hi-den.com/hcartridge.html, 27 มีนาคม 2548)

ภาพที่ 2.24 ฮีทเตอร์แท่งแบบไฮ เดนซิตี้

[ที่มา : http://www.hi-den.com/hcartridge.html (27 มีนาคม 2548)]

หลักการทำ ฮีทเตอร์แท่ง ชนิด Low Density คือ ร้อยลวดตัวนำในฉนวนเซรามิค แล้วใส่ไว้ในท่อโลหะ ช่องว่างระหว่างท่อโลหะกับลวดอัดด้วยผงแมกนีเซียมออกไซด์



ภาพที่ 2.25 ฮีทเดอร์แท่งแบบโลว์ เดนซิตี้

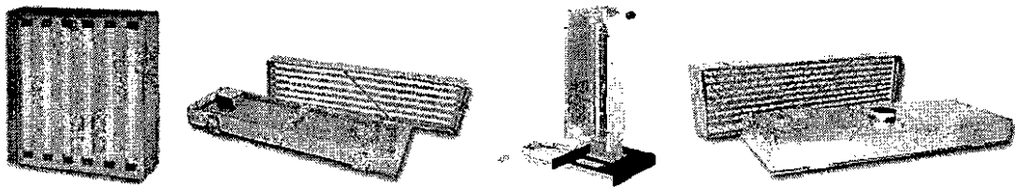
[ที่มา : http://www.hi-den.com/hcartridge.html (27 มีนาคม 2548)]

การกำหนดว่าฮีทเตอร์แท่ง ตัวใดเป็น High Density หรือ Low Density จะพิจารณาจากค่า วัตต์ เดนซิตี้ (Watt Density) ซึ่งเป็นหน้าที่ของทางผู้ผลิต สามารถผลิตฮีทเตอร์ให้ตามที่ต้องการได้ โดยผู้ใช้งานเพียงระบุค่า 4 ค่าเท่านั้น คือ

- เส้นผ่าศูนย์กลาง
- ความยาว
- แรงดัน
- กำลังวัตต์

2) อินฟราเรด ฮีทเตอร์ (Infrared Heater)

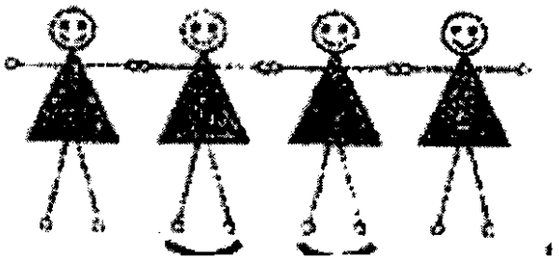
อินฟราเรด ฮีทเตอร์ มีหลักการทำความร้อน คือ ให้กำเนิดแสงอินฟราเรดและส่งไปยังวัตถุ โดยเป็นแสงคลื่นยาวที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตามนุษย์ ซึ่งรังสีคลื่นยาวนี้ จะทำให้โมเลกุลของวัตถุที่ได้รับรังสีนี้เข้าไปเกิดการสั่น ทำให้เกิดความร้อนขึ้น หลักการนี้จะมีประสิทธิภาพมาก เมื่อนำไปประยุกต์ใช้กับวัตถุที่มีโครงสร้างโมเลกุลขนาดใหญ่ เรียงกันเป็นแถวยาว เช่น สี, กาว, อาหาร, พลาสติก, แลกเกอร์ดังแสดงในภาพที่ 2.26 (http://www.hi-den.com/hinfrared.html,27 มีนาคม 2548.)



ภาพที่ 2.26 อินฟราเรด ฮีทเตอร์แบบต่าง ๆ

[ที่มา : http://www.hi-den.com/hinfrared.html (27 มีนาคม 2548)]

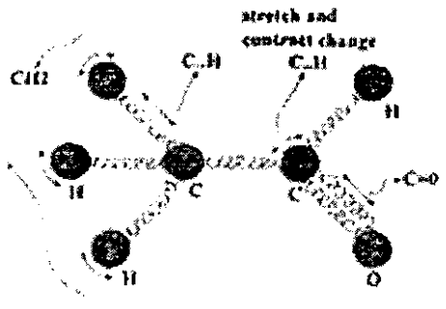
หน่วยเล็กที่สุดของวัตถุ คือ โมเลกุล ซึ่งประกอบด้วยอะตอมของธาตุต่าง ๆ การที่วัตถุสามารถอยู่รวมกันเป็นกลุ่มก้อนได้ เนื่องจากโมเลกุลเหล่านั้นมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกัน ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นได้ ดังภาพที่ 2.27



ภาพที่ 2.27 การจำลองแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล

[ที่มา : http://www.hi-den.com/hinfrared.html (27 มีนาคม 2548)]

อะตอมของวัตถุไฮโมเลกุล (โมเลกุลที่เกาะกันเป็นสายยาว เช่น สี, พลาสติก, ยาง) จะยึดเกาะกันคล้ายสปริง ซึ่งจะมีการสั่นอยู่บ้าง เมื่อวัตถุไฮโมเลกุลได้รับรังสีอินฟราเรด ซึ่งมีความถี่ของคลื่นใกล้เคียงกับการสั่นของโมเลกุล จะส่งผลให้โมเลกุลต่าง ๆ มีการสั่นที่รุนแรงขึ้น เนื่องจากอิเลคตรอนอิสระ มีพลังงานมากขึ้น จึงส่งผลให้เกิดความร้อนขึ้นที่ตัววัตถุ ช่วงรังสีที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการทำความร้อนกับวัตถุ คือ ช่วงรังสีคลื่นยาว คลื่นความยาวช่วงอื่นจะถือเป็นความสูญเสีย (เนื่องจากวิ่งทะลุวัตถุ หรือถูกสะท้อนกลับ) ดังนั้น Infrared Heater ที่มีประสิทธิภาพ จะต้องมีความสามารถในการแปลงพลังงานไฟฟ้า ให้อยู่ในภาพของคลื่นอินฟราเรดให้มากที่สุด คือ ช่วง 3 – 10 mm.องค์ประกอบสำคัญที่ต้องพิจารณา คือแหล่งกำเนิดคลื่นอินฟราเรดและวัตถุเป้าหมาย ในขณะที่การทำความร้อนด้วยวิธีการพา และการนำความร้อน จะเน้นที่ตัวกลาง ดังภาพที่ 2.28



ภาพที่ 2.28 การนำความร้อนโดยตัวกลาง

[ที่มา : http://www.hi-den.com/hinfrared.html (27 มีนาคม 2548)]

ลักษณะของ อินฟราเรด ฮีทเตอร์

เป็นการส่งผ่านความร้อนแบบแผ่รังสี (เหมือนกับที่ดวงอาทิตย์ส่งความร้อนมายังโลก) จึงมีประสิทธิภาพสูง ความสูญเสียต่ำ ประหยัดไฟได้ 30-50% สามารถให้ความร้อนวัตถุได้ถึงเนื้อใน จึงทำให้ประหยัดเวลาได้ 1-10 เท่า การให้ความร้อนแบบการพาและการนำความร้อน จะทำให้วัดถุร้อนเฉพาะที่ผิว แล้วค่อย ๆ ซึมเข้าไปเนื้อใน จึงใช้เวลามาก มีขนาดเล็กกว่าฮีทเตอร์แบบทั่ว ๆ ไป ทำให้ประหยัดเนื้อที่ การติดตั้ง และการถอดเปลี่ยนเพื่อซ่อมบำรุงง่าย มีความปลอดภัยสูง เนื่องจากไม่มีเปลวไฟ ตัวเรือนมีความเป็นฉนวนสูง ไฟไม่รั่ว ให้รังสีช่วง 3 – 10 mm. ซึ่งเป็นช่วงที่วัสดุเกือบทุกชนิดสามารถดูดซับรังสีได้ดี การประยุกต์ใช้งานใช้ในการอบแห้งต่าง ๆ เช่น สี, แลกเกอร์, กาว, เมล็ดพันธุ์พืช, อีพอกซี ใช้กับอุตสาหกรรมพลาสติก อบพลาสติกให้อ่อนตัวก่อนนำไปเข้าเครื่องเป่า ใช้กับอุตสาหกรรมอาหาร ขนมปัง เบเกอรี่ ใช้ในวงการแพทย์ เช่น การอบฆ่าเชื้อ, ห้องอบเด็กทารก ใช้กับอุตสาหกรรมเคลือบผิวต่าง ๆ เช่น เคลือบสี, ผิว, เซรามิค, มีรามีน

ข้อควรระวัง

การให้ความร้อนแบบอินฟราเรด สิ่งที่สำคัญที่สุด คือ ตัววัดถุจะต้องดูดซับรังสีได้ดี ดังนั้น วัตถุบางชนิดที่มีผิวมันวาว หรือมีคุณสมบัติการสะท้อนแสงที่ดีจะไม่เหมาะกับการให้ความร้อนด้วยวิธีนี้ ถ้าต้องการควบคุมอุณหภูมิ พยายามวางหัววัดอุณหภูมิให้ใกล้วัตถุมากที่สุด หรือใช้หัววัดอุณหภูมิแบบ

3) ฮีทเตอร์ท่อกลม

โครงสร้างของ ฮีทเตอร์ท่อกลม คือ มีขดลวดความร้อนบรรจุอยู่ในท่อโลหะ ช่องว่างระหว่างขดลวดความร้อนและท่อโลหะ จะถูกอัดแน่นด้วยผงแมกนีเซียมออกไซด์ และถูกรีดลงให้มีความหนาแน่นตามมาตรฐาน วัสดุที่ใช้ทำ ฮีทเตอร์ท่อกลม มีหลายชนิดต่างกันตามลักษณะการใช้งาน ดังตารางที่ 2.3 (http://www.hi-den.com/htubular.html, 28 มีนาคม 2548)

ตารางที่ 2.3 วัสดุที่ใช้ทำฮีทเตอร์ท่อกลมและการใช้งาน

ทองแดง	ใช้กับ	น้ำสะอาด
สแตนเลส 304	ใช้กับ	อากาศที่มีการหมุนเวียน, เตาอบ, น้ำ, น้ำมัน, ของเหลวหรือในอุตสาหกรรมอาหารที่มี pH 5-9
สแตนเลส 316	ใช้กับ	อากาศที่มีการหมุนเวียน, กรด, สารละลาย, สารเคมีหรือของเหลวที่มีลักษณะกัดกร่อน
อินโคลอย 800	ใช้กับ	อากาศที่ไม่มีการหมุนเวียนเช่นในเตาอบ, น้ำ, น้ำมันและของเหลวทั่วไป

ที่มา : http://www.hi-den.com/htubular.htmll, 29 มีนาคม 2548

การติดตั้งสามารถทำให้ 2 วิธี คือติดตั้งแบบให้ความร้อนโดยตรง และแบบส่งผ่านความร้อนจากห้องเผาไปยังห้องอบโดยใช้ลมร้อนไม่สามารถถ่ายเทได้ ในกรณีที่ให้ความร้อนกับอากาศที่ไม่หมุนเวียน ควรเลือกวัสดุที่ใช้ทำฮีทเตอร์เป็นอินโคลอย เนื่องจากมีคุณสมบัติถ่ายเทความร้อนได้ดี และทนอุณหภูมิได้สูงกว่าชนิดอื่น

4) ฮีทเตอร์จุ่ม

ฮีทเตอร์จุ่ม ทำจาก ฮีทเตอร์ท่อกลม ที่ดัดเป็นภาพตัว U และเชื่อมติดกับเกลียวซึ่งมีขนาดเกลียวตั้งแต่ 1" , 1¼", 1½" , 2", 2½" ขนาดของเกลียวจะขึ้นอยู่กับจำนวนเส้นของฮีทเตอร์ จะมีตั้งแต่ 1U 2U 3U 6U ตามความเหมาะสมของกำลัง Watt และความยาวของตัวฮีทเตอร์ ดังภาพที่ 2.29 (http://www.hi-den.com/himmersion.html, 28 มีนาคม 2548)

ภาพที่ 2.29 ฮีทเตอร์แบบจุ่ม

[ที่มา : http://www.hi-den.com/himmersion.html (28 มีนาคม 2548)]

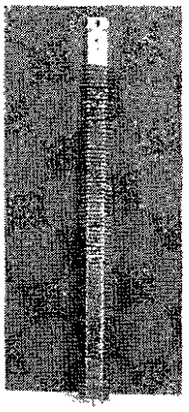
ฮีทเตอร์แบบจุ่มเหมาะสำหรับใช้กับของเหลว เช่น ต้มน้ำและอุ่นน้ำมัน การติดตั้งสามารถทำได้โดยเชื่อมเกลียวตัวเมียติดกับถังแล้วใส่ฮีทเตอร์แบบเกลียวเข้าไป โดยตัวฮีทเตอร์ขนานกับพื้นถัง ควรระวังไม่ให้ส่วนของฮีทเตอร์โผล่พ้นของเหลว เนื่องจากจะทำให้ส่วนที่อยู่เหนือของเหลวร้อนจัดเกินไป ทำให้อายุการใช้งานสั้น และเพื่อให้ความร้อนกระจายอย่างทั่วถึง ควรติดตั้งใบพัดกวนของเหลวด้วย

5) ฮีทเตอร์ครีบ

ฮีทเตอร์ครีบ ทำจาก ฮีทเดอร์ท่อกลม ที่ดัดเป็นภาพต่าง ๆ และเพิ่มแผ่นครีบม้วนติดกับท่อฮีทเตอร์อย่างต่อเนื่องจากปลายด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่ง ส่วนของแผ่นครีบที่เพิ่มขึ้นมาจะทำให้ฮีทเตอร์สามารถถ่ายเทความร้อนได้เร็วขึ้น ส่วนฮีทเตอร์ท่อกลมคือ ฮีทเตอร์ครีบที่ใช้ให้ความร้อนโดยตรงโดยไม่ติดครีบ ฮีทเดอร์ครีบและฮีทเตอร์ท่อกลม ใช้กับงานต่อไปนี้

- ใช้ในเตาอบ
- ใช้ในท่อ
- ใช้กับเครื่องปรับอากาศ

การติดตั้งสามารถทำให้ 2 วิธี คือติดตั้งแบบให้ความร้อนโดยตรง และแบบส่งผ่านความร้อนจากห้องเผาไปยังห้องอบโดยใช้ลมร้อนไม่สามารถถ่ายเทได้ ในกรณีที่ให้ความร้อนกับอากาศที่ไม่หมุนเวียน ควรเลือกวัสดุที่ใช้ทำฮีทเตอร์เป็นอินโคลอย เนื่องจากมีคุณสมบัติถ่ายเทความร้อนได้ดี และทนอุณหภูมิได้สูงกว่าชนิดอื่น ดังภาพที่ 2.30 (http://www.hi-den.com/hfinned.html, 28 มีนาคม 2548)



ภาพที่ 2.30 ฮีทเตอร์แบบครีบ

[ที่มา : http://www.hi-den.com/hfinned.html (28 มีนาคม 2548)]

6) บอบบิ้นฮีทเตอร์ (Bobbin Heater)

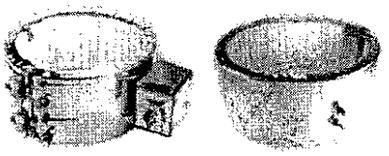
เป็นฮีทเตอร์แบบจุ่มชนิดหนึ่งถูกออกแบบสำหรับให้ความร้อนกับของเหลว สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายปลอกฮีทเตอร์สามารถเลือกให้เหมาะสมกับการใช้งาน มีให้เลือกทั้งสเตนเลส 304,สเตนเลส 316 และควอทซ์ โดยแบบสเตนเลสมีข้อดี คือ เมื่อฮีทเตอร์เสียสามารถ ซ่อมได้ แบบควอทซ์ใช้สำหรับงานชุบโดยใช้ไฟฟ้า, แช่ในกรด หรือสารละลาย ดังภาพที่2.31 (http://www.hi-den.com/hbobbin.html, 28 มีนาคม 2548)

ภาพที่ 2.31 บอบบิ้นฮีทเตอร์

[ที่มา : http://www.hi-den.com/hbobbin.html (28 มีนาคม 2548)]

7) ฮีทเตอร์รัดท่อ

ฮีทเตอร์รัดท่อได้รับการออกแบบสำหรับถัง หรือท่อภาพทรงกระบอก ฉนวนของฮีทเตอร์ทำจากแผ่น ไมก้า (Mica) และ ลวดฮีทเตอร์แบบแบน จึงทำให้ฮีทเตอร์ชนิดนี้ มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กขนาด 25 mm. หรืออาจใหญ่ถึง 300 mm. ก็ได้ ส่วนความกว้างอยู่ระหว่าง 20 – 100 mm. ตัวถังด้านนอกจะเป็นแผ่นเหล็ก หรือสแตนเลส เหมาะสำหรับให้ความร้อนกับเครื่องฉีดพลาสติก ดังภาพที่ 2.32 (http://www.hi-den.com/hband.html, 28 มีนาคม 2548)

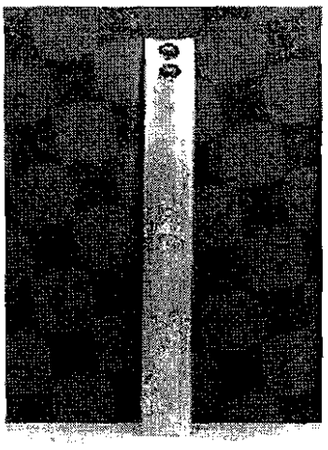


ภาพที่ 2.32 ฮีทเตอร์รัดท่อ

[ที่มา : http://www.hi-den.com/hband.html (28 มีนาคม 2548)]

8) ฮีทเตอร์แผ่น

โครงสร้างจะเป็นแบบเดียวกับฮีทเตอร์รัดท่อ แต่ภาพทรงจะเป็นแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า เหมาะสำหรับให้ความร้อนกับแม่พิมพ์ ดังภาพที่ 2.33 (http://www.hi-den.com/hstrip.html, 28 มีนาคม 2548)



ภาพที่ 2.33 ฮีทเตอร์แผ่น

[ที่มา : http://www.hi-den.com/hstrip.html (28 มีนาคม 2548)]

2.4.13 เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steels)

เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steels) เหล็กชนิดนี้มีธาตุโครเมียมผสมอยู่ 11.5% หรือมากกว่านี้มีคุณสมบัติทนต่อการกัดกร่อน (Corrosion Resisting Steels) แบ่งออกได้เป็นสองชนิด คือชนิดที่ทนต่อการกัดกร่อนเพียงอย่างเดียว และอีกชนิดทนต่อการกัดกร่อนแล้วยังมีผิวสวยงามคงทนอีกด้วย

เหล็กกล้าไร้สนิมโดยทั่ว ๆ ไปแล้วแบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ

1) เหล็กกล้าไร้สนิมชนิดมาร์เทนซิติค (Martensitic Stainless Steels) เหล็กกล้าชนิดนี้มี ธาตุโครเมียมผสมอยู่ตั้งแต่ 11.5 – 18% และมีธาตุอื่นผสมอยู่ด้วยในปริมาณน้อย

2) เหล็กกล้าไร้สนิมชนิดเฟอร์ริติค (Ferritic Stainless Steels) เหล็กกล้าชนิดนี้มีธาตุ โครเมียมผสมอยู่ตั้งแต่ 14 – 27% มีธาตุคาร์บอนผสมอยู่เล็กน้อย

3) เหล็กกล้าไร้สนิมชนิดออสเทนนิติค (Austenitic Stainless Steels) เหล็กกล้าชนิดนี้มี ธาตุโครเมียมผสมอยู่ 18% และธาตุนิเกิลผสมอยู่ 8 – 10% มีธาตุคาร์บอนผสมอยู่ไม่เกิน 0.15% (อนันต์, 2533)

บทที่ 3
วิธีดำเนินงาน

ในการดำเนินงานการสร้างชุดเครื่องผลิตน้ำมันงา ได้คำนึงถึงความเหมาะสมและระยะเวลาในการปฏิบัติงานที่มีระยะเวลาค่อนข้างจำกัด เพื่อให้ทำการดำเนินงานวิจัยเกิดความสะดวกและรวดเร็ว จึงมีการกำหนดแผนการและขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยจะเป็นตัวช่วยบังคับให้งานวิจัยที่กำลังดำเนินการเสร็จตามระยะเวลาที่กำหนด และได้ชุดเครื่องผลิตน้ำมันงาที่มีประสิทธิภาพสูงสุดตามวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย โดยมีแผนการดำเนินงานในการปฏิบัติงานดังต่อไปนี้

3.1 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินการที่วางไว้ขั้นต้นมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดงา
2. ศึกษาขั้นตอนกระบวนการผลิตน้ำมันงา
3. ศึกษาออกแบบสร้างชุดอบแห้ง
4. ศึกษาออกแบบสร้างชุดบดละเอียด
5. ศึกษาออกแบบสร้างชุดบีบน้ำมัน
6. ศึกษาออกแบบสร้างชุดกรอง
7. ดำเนินการสร้างเครื่องจักร
8. ทำการทดลองหาอัตราการผลิต
9. ตรวจสอบความบริสุทธิ์ของน้ำมันงา
10. ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง
11. จัดทำรายงานรูปเล่ม

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงาน

การดำเนินงาน	พ.ศ. 2548			พ.ศ.2549								
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดงา												
2. ศึกษาขั้นตอนกระบวนการผลิตน้ำมันงา												
3. ศึกษาออกแบบสร้างชุดอบแห้ง												
4. ศึกษาออกแบบสร้างชุดบดละเอียด												
5. ศึกษาออกแบบสร้างชุดบีบน้ำมัน												
6. ศึกษาออกแบบสร้างชุดกรอง												
7. ดำเนินการสร้างเครื่องจักร												
8. ทำการทดลองหาอัตราการผลิต												
9. ตรวจสอบความบริสุทธิ์ของน้ำมันงา												
10. ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง												
11. จัดทำรายงานรูปเล่ม												

3.2 วิธีการดำเนินงาน

รายละเอียดขั้นตอนในการดำเนินการต่าง ๆ ของโครงการมีดังต่อไปนี้

3.2.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับงา และอุปกรณ์เครื่องบีบอัดน้ำมันจากเมล็ดพืช

1) ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการปลูกงา สายพันธุ์ คุณค่าทางโภชนาการและข้อมูลของจังหวัดที่มีการปลูกงากันอย่างแพร่หลาย

2) ข้อมูลคุณสมบัติของชิ้นส่วนหลักเครื่องบีบน้ำมันจากเมล็ดงา

3) ศึกษาเครื่องบีบน้ำมันจากพืชแบบต่างๆ

จากการศึกษาทำให้ทราบถึงข้อมูลว่าเมล็ดงามีประโยชน์ทางโภชนาการสูง ตลอดจนการเพาะปลูกต้นงา และวิธีสกัดน้ำมันจากเมล็ดงาของชาวบ้านจนทำให้ทราบหลักการสกัดน้ำมันงา ทำให้ทราบถึงปัญหาที่พบในวิธีแบบเก่า นอกจากนี้ยังได้ศึกษาข้อมูลเครื่องบีบน้ำมันจากพืชรุ่นใหม่ๆ แล้วทางโครงการวิจัยจึงได้ทำการประยุกต์วิธีทั้ง 2 แบบเข้าด้วยกัน โดยอาศัยหลักการข้อมูลต่างๆ ทั้งหมดมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินงานชุดเครื่องผลิตน้ำมันงาต่อไป

3.2.2 การออกแบบเครื่องบีบน้ำมันงา แยกอุปกรณ์เป็นชุด ดังนี้

1) การออกแบบโครงเครื่อง

2) การออกแบบระบบส่งกำลัง

3) การออกแบบชิ้นส่วนต่างๆ

4) การออกแบบระบบให้ความร้อน

5) การออกแบบงานสแตนเลส

1) การออกแบบโครงเครื่อง

เนื่องจากกระบวนการอีดน้ำมันงาของชาวบ้านนั้นใช้อุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่ และใช้พื้นที่ใช้สอยในการทำงานที่ค่อนข้างมาก เนื่องจากจะต้องใช้คานยาวยึดติดกับครก เพื่อให้วัวเป็นพาหนะในการเดินวนรอบครกเพื่อขับเคลื่อนครกให้หมุนอีดงา ทางโครงการวิจัยได้พิจารณาแล้วว่าชุดเครื่องผลิตน้ำมันงานี้ ควรสร้างเครื่องจักรที่มีขนาดเล็กกระทัดรัดและใช้พื้นที่ใช้สอยให้มีขนาดที่น้อยลง เมื่อเปรียบเทียบพื้นที่ใช้งานของเครื่องจักรเป็นดังนี้

พื้นที่ใช้สอยของการอีดน้ำมันงาของชาวบ้านประมาณ 7 x 7 เมตร และเครื่องบีบน้ำมันงาของกลุ่มโครงการใช้พื้นที่ใช้สอยประมาณ 1 x 2 เมตร

การออกแบบสร้างเครื่องอีดน้ำมันงาของชาวบ้าน ได้เน้นในหลักของการใช้ไม้ในการสร้างเครื่องอีดน้ำมันงา ซึ่งต่างกับการออกแบบชุดเครื่องผลิตน้ำมันงานที่ได้ออกแบบโดยการใช้วัสดุจากโลหะทั้งหมด โดยเลือกนำมาใช้ตามความเหมาะสม

วัสดุที่ใช้สร้างเครื่องจักรของโครงการวิจัยจะใช้เหล็กท่อสี่เหลี่ยมขนาด $1\frac{1}{2}$ นิ้ว หนา 1.2 มม. เพื่อทำการขึ้นโครงของเครื่องและใช้เหล็กแผ่นความหนา 1.2 มม. เพื่อทำการปูพื้นให้กับโครงของเครื่อง (แบบโครงเครื่องสามารถดูได้จากภาคผนวก ข.)

2) การออกแบบระบบส่งกำลัง

จากการศึกษากระบวนการอีดน้ำมันของชาวบ้าน โดยใช้หลักการส่งกำลังเพื่อขับเคลื่อนครกให้หมุนรอบตัวเอง โดยการทำคานยาวยึดติดกับครก เพื่อให้วัวเป็นพาหนะในการเดินวนรอบครกเพื่อขับเคลื่อนครกให้หมุนอีดเมล็ดงา ซึ่งจากการศึกษาพบปัญหากับกระบวนการอีดน้ำมันดังกล่าวอีกมาก

ดังนั้น ทางโครงการวิจัยจึงได้พัฒนาการออกแบบระบบส่งกำลังโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ แรงดันไฟฟ้า 220 โวลท์ ที่ 2 แรงม้า เพื่อการขับเคลื่อนเกลียวเดี่ยว โดยส่งกำลังผ่านคัปปลิ้งให้กับเฟืองทดรอบ (อัตราทด 1:10 รอบต่อนาที) และส่งกำลังผ่านคัปปลิ้งให้เกลียวเดี่ยวหมุน

ในการออกแบบระบบส่งกำลังนั้น ทางโครงการวิจัยได้คำนึงถึงความเหมาะสมของวิธีการในการทำงานของเครื่อง ซึ่งในโครงการวิจัยนี้ได้พิจารณาแล้วว่าการใช้ระบบส่งกำลังผ่านคัปปลิ้งเหมาะสมที่สุด โดยชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่ใช้ส่งผ่านการหมุนและแรงบิดจากเพลา

ต้นกำลัง (มอเตอร์) ไปยังเพลาของเครื่องจักรที่ความเร็วรอบเดิมโดยจะให้ประสิทธิภาพการส่งกำลังสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับการส่งกำลังด้วยวิธีอื่น

การคำนวณหาแรงบิดที่เกี่ยวข้องกับการเลือกขนาดคัปปลิ้ง

1) แรงบิดใช้งาน (Norminal Torque)

จากสมการที่ 2.1 จะได้

$$\text{แทนค่าในสมการ} = \frac{2 \times 63025}{1420}$$

$$= 88.767 \text{ in.lb}$$

จากสมการที่ 2.2 จะได้

$$\text{แทนค่าในสมการ} = \frac{(746x2)x9550}{1420}$$

$$= 10034.22 \text{ N.m}$$

คำนวณหาแรงบิดออกแบบ (Design Torque)

จากสมการที่ 2.3 จะได้

$$= 88.767 \times 1.25$$

$$= 110.958 \text{ in.lb}$$

: ค่าตัวคูณใช้งาน Service Factor (S.F.) ได้จากผู้ผลิตคือตารางที่ 3.2 เนื่องจากใช้งานในการขับเคลื่อนระบบการหมุน และใช้มอเตอร์แรงบิดมาตรฐาน(Electric Motor W/Standard Torque) ค่า S.F. คือ 1.25

ตารางที่ 3.2 ตารางค่าตัวคูณที่ใช้งาน (Application Service Factor)

	Service Factors				
	Electric Motor w/ Standard Torque	Electric Motor w/ High Torque	Steam Turbines & Engines w/4 or more cyl.	Reciprocating Engines* 1-Cyl.	Reciprocating Engines* 2-Cyl.
Agitators	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3
Band Resaw (lumber)	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8
Barge Haul Puller	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
Beaters	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8
Blowers					
Centrifugal	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3
Lobe, Vane	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6
Bottling Machinery	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6
Brew Kettles (distilling)	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6
Can Filling Machinery	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3
Car Dumpers	2.50	2.75	2.50	3.2	2.8
Car Pullers	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8
Card Machine	1.75	2.00	1.75	2.5	2.0
Chiller (oil)	1.50	2.00	1.25	2.0	2.0
Compressors					
Centrifugal	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3
Screw, Lobe	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6
Reciprocating	See Note				
Conveyors Uniformly Fed					
Assembly, Belt, Screw	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3
Bucket, Sawdust	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6
Live Roll, Shaker, Reciprocating	3.00	3.25	3.00	3.7	3.3
Conveyors, Not Uniformly Fed					
Assembly, Belt, Oven, Screw	1.20	1.45	1.20	1.9	1.5
Reciprocating	2.50	2.75	2.50	3.2	2.8
Shaker	3.00	3.25	3.00	3.7	3.3
Cookers—Brewing, Distilling Food	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6
Cranes & Hoist	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
Crushers—Cane (sugar), Stone, or Ore	3.00	3.25	3.00	3.7	3.3
Dredges					
Cable reels	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
Conveyors, Pumps					
Maneuvering Winches	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8
Cutter Head Drives	2.50	2.75	2.50	3.2	2.8
Dynamometer	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8
Evaporators	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3
Fans					
Centrifugal	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3
Cooling Towers	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
Forced Draft					
Propeller	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8
Induced draft w/damper control	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
Induced draft w/o damper control	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6

	Service Factors				
	Electric Motor w/ Standard Torque	Electric Motor w/ High Torque	Steam Turbines & Engines w/4 or more cyl.	Reciprocating Engines* 1-Cyl.	Reciprocating Engines* 2-Cyl.
Feeders					
Belt, Screw	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3
Reciprocating	2.50	2.75	2.50	3.2	2.8
Filter, Press-oil	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8
Generators					
Not Welding	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3
Welding	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
Hoist	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8
Hammermills	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
Kilns	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8
Laundry Washers—					
Reversing	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
Lumber Machinery					
Barkers, Edger Feeder, Live Roll	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
Planer, Slab Conveyor	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
Machine Tools					
Punch Press-gear Driven, Plate Planer	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
Tapping Machinery, Bending Roll	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
Main Drive	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8
Auxiliary Drives	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3
Metal Forming Machines					
Draw Bench-carriage & Main Drive	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
Extruder, Forming Machine, Wire Drawing	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
Table Conveyors	2.50	2.75	2.50	3.2	2.8
Wire Winding, Coilers, Slitters	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8
Mills Rotary Type					
Ball, Kilns, Pebble, Rolling, Tube	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
Cement Kilns, Dryers, Coolers	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
Tumbling	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8
Mixers					
Concrete, continuous	1.75	2.00	1.75	2.5	2.0
Muller	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8
Paper Mills					
Agitator (mixers), Reel, Winder	1.20	1.45	1.20	1.9	1.5
Winder	1.20	1.45	1.20	1.9	1.5
Barker (mechanical), Log Haul, Chipper	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
Barking Drum (spur gear)	2.50	2.75	2.50	3.2	2.8

	Service Factors				
	Electric Motor w/ Standard Torque	Electric Motor w/ High Torque	Steam Turbines & Engines w/4 or more cyl.	Reciprocating Engines* 1-Cyl.	Reciprocating Engines* 2-Cyl.
Beater, Pulper, Jordans, Dresses	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
Calenders, Dryers, Washers, Thickener	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8
Converting Machines, Conveyors	1.20	1.45	1.20	1.9	1.5
Printing Presses	1.50	1.75	1.50	1.7	1.3
Pug Mill	1.75	2.00	1.75	2.0	1.6
Pumps					
Centrifugal	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3
Gear, Rotary, Vane	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6
Reciprocating: 1-Cyl. Single or Double Acting	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
2-Cyl. Single Acting	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
2-Cyl. Double Acting	1.75	2.00	1.75	2.5	2.0
3 or more Cyl.	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8
Rubber Machinery					
Mixers	2.50	2.75	2.50	3.2	2.8
Rubber Calender	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
Screens					
Air washing, Water	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3
Rotary—stone or gravel, Dewatering	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8
Vibrating	2.50	2.75	2.50	3.2	2.8
Grizzly	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
Shredders	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8
Steering Gears	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3
Stokers	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3
Suction Roll (paper)	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8
Textile Machinery					
Dryers, Dyeing Machinery, Mangle	1.20	1.45	1.20	2.0	1.6
Loom, Spinner, Tenter frames	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8
Tumbling Barrels	1.75	2.00	1.75	2.5	2.0
Windlass	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
Woodworking Mach.	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3

Caution: Applications involving reciprocating engines and reciprocating driven devices are subject to critical rotational speeds which may damage the coupling and/or connected equipment. Contact Lovejoy Engineering with specific requirements.

ที่มา : Lovejoy (1900)

การเลือกวัสดุลูกยางแฉกสำหรับคัปปลิ้ง หาได้จากตารางที่ 3.3 เนื่องจากการใช้งานภายใต้การทำงานอุณหภูมิปกติ (-40 ถึง +100°C) และต้องการความสามารถในการทนต่อน้ำมันดังนั้นควรเลือกใช้ ชนิด SOX(NBR)

ตารางที่ 3.3 ตารางการเลือกวัสดุลูกยางแฉก

Characteristics	Temperature Range	Misalignment: Angular Degree	Misalignment: Parallel inch	Shore Hardness[1]	Dampening Capacity	Chemical Resistance[2]	Color
SOX (NBR) Rubber—Nitrile Butadiene (Buna N) Rubber is a flexible elastomer material that is oil resistant, resembles natural rubber in resilience and elasticity and operates effectively in temperature range of -40 to +212°F (-40 to +100°C). Good resistance to oil. Standard elastomer. (Also applies to SXB Cushions.)	-40° to +212° F -40° to +100° C	1°	.015	80A	HIGH	GOOD	BLACK
URETHANE—Urethane has greater torque capability than NBR (1.5 times), provides less dampening effect, and operates at a temperature range of -30 to +160°F (-34 to +71°C) Good resistance to oil and chemicals. Not recommended for cyclic or start/stop applications.	-30° to +160° F -34° to +71° C	1°	015	55D L050-L110 90-95A L150-L225	LOW	VERY GOOD	BLUE
HYTREL—Hytrel is a flexible elastomer designed for high torque and high temperature operations Hytrel can operate in temperatures of -60F to +250°F (-51 to+121°C) and has an excellent resistance to oil and chemicals. Not recommended for cyclic or start/stop applications.	-60° to +250° F -51° to 121° C	½°	.015	55D	LOW	EXCELLENT	TAN
BRONZE—Bronze is a rigid, porous oil-impregnated metal insert exclusively for slow speed (maximum 250 RPM) applications requiring high torque capabilities. Bronze operations are not affected by extreme temperatures, water, oil, or dirt.	-40° to +450° F -40° to +232° C	½°	.010	----	NONE	EXCELLENT	BRONZE

ที่มา : Lovejoy (1900)

การเลือกขนาดคัปปลิ้งที่เหมาะสม จะต้องใช้ค่าแรงบิดออกแบบที่คำนวณได้มาใช้ในการเลือกคัปปลิ้งคือ 110.958 in.lb และชนิดวัสดุลูกยางแฉกที่ใช้คือ ชนิด SOX(NBR) ดังนั้นจากข้อมูลที่มีอยู่จะได้ขนาดคัปปลิ้งชนิด L/AL090 ซึ่งมีค่าที่อยู่ในช่วงแรงบิดที่ 144 in.lb จึงสามารถเลือกใช้งานได้ ตารางการเลือกขนาดคัปปลิ้งจากตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 การเลือกขนาดคัปปลิ้งที่เหมาะสม

Size	Maximum Bore: Inch	Maximum Bore: mm	Spider Materiel: SOX(NBR) Torque: in-lbs	SOX(NBR) Torque: Nm	Urethane Torque: in-lbs	Urethane Torque: Nm	Hytrel Torque: in-lbs	Hytrel Torque: Nm	Bronze Torque: in-lbs	Bronze Torque: Nm
L035	.375	9	3.5	0.4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
L/AL050	.625	16	26.3	3.0	39	4.5	50	5.6	50	5.6
L/AL070	.750	19	43.2	4.9	65	7.3	114	12.9	114	12.9
L/AL075	.875	22	90.0	10.2	135	15.3	227	25.6	227	25.6
L/AL090	1.000	25	144.0	16.3	216	24.4	401	45.3	401	45.3
L/AL095	1.125	28	194.0	21.9	291	32.9	561	63.4	561	63.4
L/AL099	1.188	30	318.0	35.9	477	53.9	792	89.5	792	89.5
L/AL100	1.375	35	417.0	47.1	626	70.7	1134	128.0	1134	128.0
L/AL110	1.625	42	792.0	89.5	1188	134.3	2268	256.0	2268	256.0
L150	1.875	48	1240.0	140.0	1860	210.0	3708	419.0	3708	419.0
AL150	1.875	48	1450.0	163.8	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
L190	2.125	55	1728.0	195.0	2592	293.0	4680	529.0	4680	529.0

ตารางที่ 3.4 (ต่อ) การเลือกขนาดคัปปลิ้งที่เหมาะสม

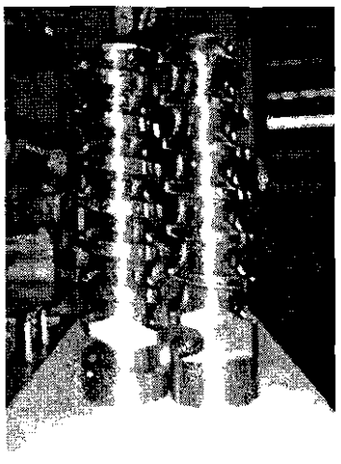
Size	Maximum Bore		Spider Material							
			SOX(NBR) Torque		Urethane Torque		Hytrel Torque		Bronze Torque	
	Inch	mm	in-lbs	Nm	in-lbs	Nm	in-lbs	Nm	in-lbs	Nm
L225	2.625	65	2340.0	264.0	3510	397.0	6228	704.0	6228	704.0
L276	2.875	73	4716.0	533.0	N/A	N/A	N/A	N/A	12500	1412.0
C226	2.500	64	2988.0	338.0	N/A	N/A	5940	671.0	5940	671.0
C276	2.875	73	4716.0	533.0	N/A	N/A	9432	1066.0	N/A	N/A
C280	3.000	76	7560.0	854.0	N/A	N/A	13866	1567.0	N/A	N/A
C285	4.000	102	9182.0	1038.0	N/A	N/A	16680	1882.0	N/A	N/A
C295	3.500	89	11340.0	1281.0	N/A	N/A	22680	2563.0	22680	2563.0
C2955	4.000	102	18900.0	2136.0	N/A	N/A	37800	4271.0	37800	4271.0
H3067	4.500	114	33395.0	3774.0	N/A	N/A	47196	5333.0	47196	5333.0
H3567	5.000	127	46632.0	5269.0	N/A	N/A	63000	7119.0	63000	7119.0
H3867	5.629	143	64812.0	7323.0	N/A	N/A	88200	9966.0	88200	9966.0
H4067	6.250	159	88224.0	9969.0	N/A	N/A	126000	14237.0	126000	14237.0
H4567	7.000	178	119700.0	13525.0	N/A	N/A	170004	19209.0	170000	19209.0

ที่มา : Lovejoy (1900)

3) การออกแบบชิ้นส่วนต่างๆ

- เกลียว

ในการออกแบบได้พิจารณาศึกษาจากข้อมูลต่างๆ แล้วว่าเกลียวเดี่ยวนั้นเหมาะสมที่สุด เพราะมีขั้นตอนการผลิตที่ไม่สลับซับซ้อนมากและทำหน้าที่ลำเลียงเมล็ดงาในอัตราป้อนที่คงที่สม่ำเสมอ และได้ออกแบบส่วนโค้งปลายเกลียวให้เท่ากับเบ้าระบบคายกากเพื่อประสิทธิภาพในการบีบน้ำมันและการคายกากที่สมบูรณ์ นอกจากนี้ยังออกแบบสร้างบ่าที่โคนเกลียว เพื่อรับเมล็ดงาจากถังอบเมล็ดงาอีกด้วย ซึ่งแสดงไว้ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 เกลียวเดี่ยว (ซ้ายแบบที่ 1 , ขวาแบบที่ 2)

- กระบอกเกลียว

การคำนวณขนาดสกรู จำเป็นต้องใช้ข้อมูลในการคำนวณดังนี้ (Judson. 1983)

คำนวณหาขนาดของสกรูในการใช้งาน (Ds)

จากสมการที่ 2.4 จะได้

$= 56 - 2(0.5)$

Ds = 55 มม.

คำนวณหาความรัศมีของสันเกลียวในการใช้งาน (Hs)

จากสมการที่ 2.5 จะได้

$= 12 - 0.5$

$= 11.5$ มม.

คำนวณหาความโตของโคนเกลียว (Dr)

จากสมการที่ 2.6 จะได้

$= 55 - 2(11.5)$

$= 32$ มม.

คำนวณพิกัดความเผื่อของสกรู (2δ)

จากสมการที่ 2.7 จะได้

$= 56\text{-}55$

$2\delta = 1$ มม.

$\delta = \frac{1}{2} = 0.5$ มม.

คำนวณหารัศมีพิกัดความเผื่อของสกรู (δ)

จากสมการที่ 2.8 จะได้

$= \tan^{-1}\left(\frac{25}{\pi \times 55}\right)$

$\theta = \tan^{-1} 0.145$

$\theta = 8.25$ องศา

คำนวณหาความกว้างของระยะห่างฟันเกลียว

จากสมการที่ 2.9 จะได้

$= (18.5) \times \cos 8.25$

$= 18.30$ มม.

คำนวณหาความกว้างสันเกลียว (e)

จากสมการที่ 2.10 จะได้

$= 6.5 \times \cos 8.25$

$= 6.43$ มม.

คำนวณหาความยาวร่องเกลียวทั้งหมด (Z)

จากสมการที่ 2.11 จะได้

$= \frac{25}{\sin 8.25}$

$= 174.22$ มม.

คำนวณหาความเร็วรอบเส้นรอบวงนอกของสกรู (V)

จากสมการที่ 2.12 จะได้

$= \pi \times 55 \times 145$

$= 25054.26$ รอบต่อนาที

เนื่องจากเกลียวสกรูเป็นเพลาตัน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 60 มม. นำมาคำนวณหาแรงที่กระทำต่อเกลียวสกรู และค่าโมเมนต์บิดในแกนเกลียว

การคำนวณแรงที่กระทำต่อเกลียวสกรู สามารถหาได้จากขั้นตอนดังต่อไปนี้

คำนวณหามุมเอียงของเกลียวป้อนสามารถหาได้จากสมการ

จากสมการที่ 2.13 จะได้

$= \tan^{-1}(\frac{25}{\pi(46.75)})$

$\alpha = 9.66$

เนื่องจากสมการพื้นฐานการคำนวณค่าความดัน $P = \frac{F}{A}$ สามารถนำมาคำนวณหาองค์ประกอบของแรงที่กระทำเกลียวสกรูได้จาก

คำนวณหาพื้นที่ผิวร่องเกลียว (A)

จากสมการที่ 2.14 จะได้

แทนค่าในสมการ

$$A = \left[\frac{\pi(55^2 - 38.5^2)\cos 9.66°}{4}\right]$$

A = 1,194.49 ตารางมิลลิเมตร

คำนวณหาค่าความดัน (P)

จากสมการที่ 2.15 จะได้

เมื่อ F = Fv = แรงอัดในเกลียวสกรู

P = ความดันเกลียวสกรู คือ 3.6 นิวตันต่อตารางเมตร (ค่าที่ได้จากการทดลองโดยการกดอัดเมล็ดงาด้วยเครื่องอัดไฮโดรลิก)

$F_v = P \times A$

แทนค่าในสมการ

= 3.6 x 1,194.49

= 4,300.16 นิวตัน

จากมุมเอียงของเกลียวสกรูสามารถนำมาหาค่าของแรงในแนววงกลมของเกลียวสกรู (F_u) มีค่าเท่ากับ

จากสมการที่ 2.16 จะได้

แทนค่าในสมการ

F_u = 4,300.16 x $\tan 9.66°$

F_u = 731.95 นิวตัน

การคำนวณหาโมเมนต์บิดในแกนเกลียวสกรู

ค่าโมเมนต์ที่เกิดขึ้นในสกรู สามารถหาได้จาก (มานพ. 2540)

จากสมการที่ 2.17 จะได้

แทนค่าในสมการ

$$M_{at} = \left[2012.86\left(\frac{0.04675}{2}\right)\tan(9.66° + 8.53°)\right] + \left[2012.86x0.15\left(\frac{0.04675}{2}\right)\right]$$

$M_{at} = 22.65$ นิวตันเมตร

คำนวณหาแรงบิดเกลียวอัด (T)

จากสมการที่ 2.18 จะได้

$$= 9.55 \times \frac{1492}{145}$$

$$= 98.26 \text{ N.m}$$

คำนวณหาแรงบิดมอเตอร์ (T)

จากสมการที่ 2.19 จะได้

$$= 9.55 \times \frac{1492}{1450}$$

$$= 9.826 \text{ N.m}$$

- รูน้ำมัน

ในการออกแบบส่วนนี้ได้ทำการดัดแปลงจากเครื่องรุ่นใหม่คือเพิ่มรูน้ำมันให้มากขึ้นเป็นจำนวน 16 รู แต่ไม่มีร่องบ่า เพื่อช่วยในการระบายน้ำมัน

- ดาย

การออกแบบดายนั้นได้ทำการออกแบบให้มีขนาดที่แตกต่างกัน ซึ่งมีด้วยกัน 5 ขนาดที่เหมาะสมดังนี้ คือ เบอร์ 13, 11, 10, 9, 8 เพื่อศึกษาว่าความสามารถในการคายกากนั้นเป็นอย่างไรเมื่อใช้ทดลอง

- ชุดคายกาก

ได้ดัดแปลงมาจากเครื่องรุ่นใหม่มีส่วนที่เปลี่ยนแปลงคือ มุมของร่องลำเลียงกากงานั้นจะมีมุมที่น้อยลงกว่าเดิมเพื่อเพิ่มความสะดวกในการคายกาก

4) การออกแบบระบบให้ความร้อน

การออกแบบระบบให้ความร้อนที่พิจารณาถึงกระบวนการอีดงาของชาวบ้านที่จะต้องใช้น้ำร้อนในการเติมลงไปในครก เพื่อเป็นตัวกระตุ้นให้น้ำมันในเมล็ดงาเกิดการแตกตัวและนำพาน้ำมันที่ได้นั้นไหลลงมายังสู่ที่พักน้ำมันงา ทางโครงการวิจัยจึงได้ออกแบบการให้ความร้อนกับเมล็ดงาได้โดยตรงโดยที่จะไม่ต้องเสียเวลาในการแยกน้ำกับน้ำมันงาที่ได้ออกจากกัน โดยใช้ขดลวดความร้อนหรือฮีทเตอร์ทดแทนการเติมน้ำร้อนของชาวบ้าน

ในการออกแบบระบบให้ความร้อนนี้จะแบ่งเป็น 2 จุด คือ

- ระบบถังไล่ความชื้น
- ระบบบีบอัดน้ำมัน

1. ระบบถังไล่ความชื้น

จากการศึกษาข้อมูลพบว่าก่อนที่ชาวบ้านจะนำเมล็ดงามาอีดนั้น ได้มีการนำเมล็ดงาตากแดด 1 แดด (1 วัน) เพื่อไล่ความชื้น เพื่อไม่เป็นการสิ้นเปลืองเวลาทางโครงการวิจัยจึงได้พิจารณาออกแบบถังไล่ความชื้น ซึ่งจะให้ความร้อนด้วยขดลวดความร้อน ให้ความร้อนที่ 50 °C เป็นเวลาเพียง 10 นาที เพื่อทำการไล่ความชื้นที่มีตกค้างอยู่ในเมล็ดงาด้วยความร้อน จึงออกแบบโดยใช้ฮีตเตอร์แบบขดลวดแข็ง โดยนำมาดัดเป็นเกลียวแล้วติดตั้งในถังอบ เพื่อให้ความร้อนนั้นกระจายทั่วถึงกัน

2. ระบบบีบอัดน้ำมัน

ระบบบีบอัดน้ำมันจะให้ความร้อนที่ 110 °C ในจุดนี้ความร้อนจะมีหน้าที่ให้กากของงาเกิดการอ่อนตัวทำให้ไม่เกิดการอุดตันของกากงา และยังทำให้เมล็ดงาคายน้ำมันออกมามากขึ้น โดยพิจารณาจากลักษณะของชิ้นส่วนภายในระบบนั้นเป็นท่อกลมจึงออกแบบระบบให้ความร้อนเป็นฮีตเตอร์แบบรัดในแนวแกน ซึ่งมีประโยชน์ในการส่งผ่านความร้อนได้อย่างเต็มที่

เนื่องจากการให้ความร้อนทั้งสองจุดนี้ พิจารณาจากความเหมาะสมของชนิดงานและราคา ตลอดจนชิ้นส่วนทั้ง 2 ชนิดนี้มีหาได้ตามท้องตลาดทั่วไป

5) การออกแบบงานสแตนเลส

ในระบบจะมีชิ้นส่วนด้วยกันคือ ถังไล่ความชื้น ถังพักน้ำมัน ถังใส่กากงา ซึ่งชิ้นส่วน ทั้ง 3 นี้ออกแบบโดยการใช้วัสดุที่ทำจากสแตนเลส ซึ่งเหมาะกับงานทางด้านอาหาร การออกแบบโดยใช้สูตรคำนวณดังต่อไปนี้

คำนวณหาปริมาตรความจุ

1) ถังพักน้ำมัน

= กว้าง x ยาว x สูง

แทนค่าสมการ = 22.3 x 22.7 x 23.7 Cm.

= 11997.177 Cm^3

= 12 Lites

2) ถังใส่กาก

= กว้าง x ยาว x สูง

แทนค่าในสมการ = 29.4 x 30.3 x 20 Cm.

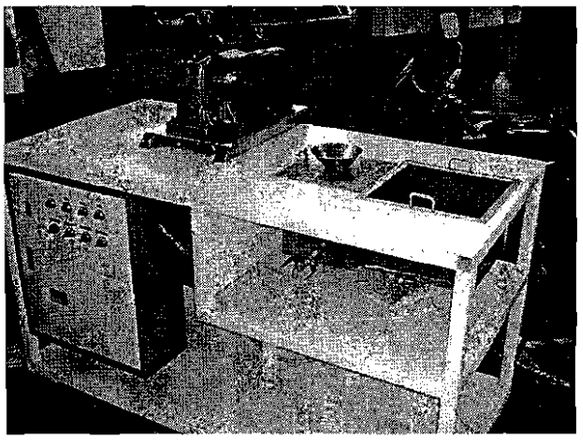
= 17,816.4 Cm^3

= 18 Lites

3.3 การสร้างเครื่องและติดตั้งระบบ

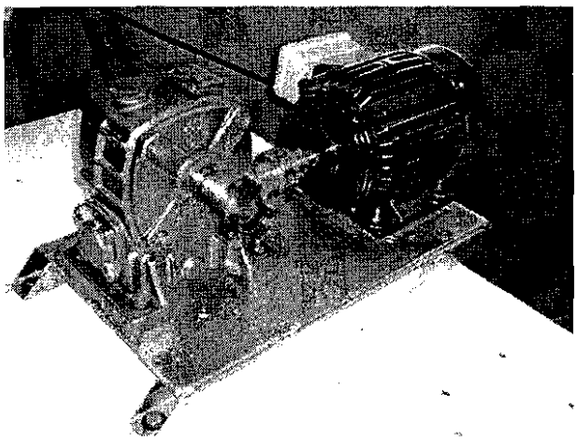
การประกอบโครงเครื่องและวางอุปกรณ์ รวมทั้งการติดตั้งอุปกรณ์พร้อมทั้งการติดตั้งตู้คอนโทรลควบคุมอุปกรณ์ทั้งหมดได้แสดงลายละเอียดของการทำงานไว้ดังต่อไปนี้

3.3.1 โครงเครื่องที่ทำการเชื่อมส่วนต่างๆ เข้าด้วยกันตามแบบที่ได้ออกแบบเพื่อเตรียมติดตั้งอุปกรณ์ในขั้นตอนต่อไป (แสดงดังภาพที่ 3.2)



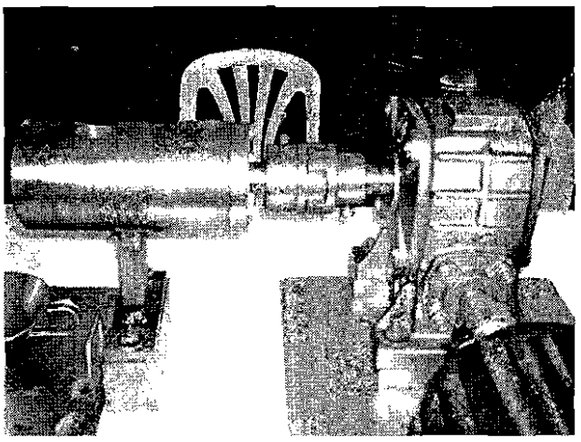
ภาพที่ 3.2 โครงเครื่องที่พร้อมจะติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ

3.3.2 การติดตั้งชุดส่งกำลังซึ่งประกอบด้วย มอเตอร์ เกียร์ทด ส่งกำลังผ่านคัปปลิ้ง ติดตั้งไว้บนฐานรอง(เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้าย) วางตำแหน่งบนคานรองรับไว้ด้านใต้เพื่อความแข็งแรง (แสดงดังภาพที่ 3.3)



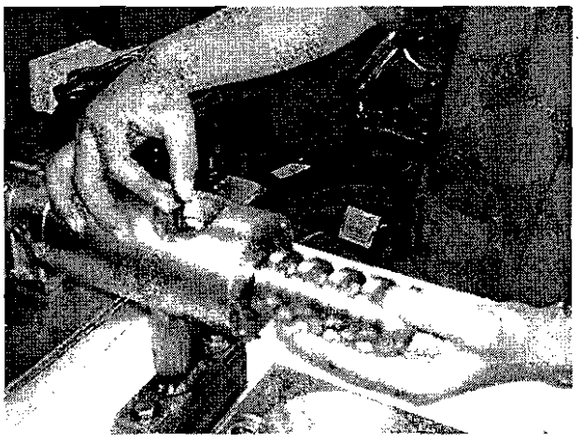
ภาพที่ 3.3 การติดตั้งชุดส่งกำลัง

3.3.3 การติดตั้งชุดกระบอกเกลียวมีฐานรองรับเพื่อทำให้ได้แนวระนาบกับชุดส่งกำลัง โดยมีปะกับเพลาเป็นทำหน้าส่งกำลัง (แสดงดังภาพที่ 3.4)



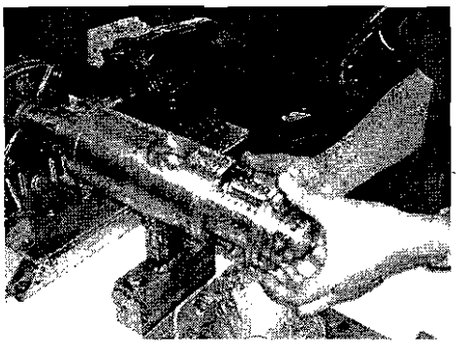
ภาพที่ 3.4 การประกอบกระบอกเกลียวกับชุดส่งกำลัง

3.3.4 ประกอบเกลียวเดียวเข้ากับกระบอกเกลียวโดยใช้สกรูหกเหลี่ยมหัวฝังยึดเกลียวกับเพลา (แสดงดังภาพที่ 3.5)



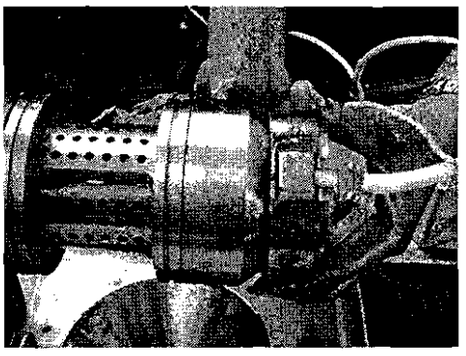
ภาพที่ 3.5 การประกอบเกลียวเดียว

3.3.5 ประกอบกระบอกรูระบายน้ำมันเข้ากับกระบอกเกลียวโดยใช้สกรูหกเหลี่ยมหัวฝังเป็นตัวยึด (แสดงดังภาพที่ 3.6)



ภาพที่ 3.6 การประกอบกระบอกรูน้ำมันกับกระบอก

3.3.6 การติดตั้งระบบชุดให้ความร้อนที่มีฮีทเตอร์สวมอยู่ ประกอบเข้ากับกระบอกรูระบายน้ำมันโดยใช้สกรูหกเหลี่ยมหัวฝังเป็นตัวยึด (แสดงดังภาพที่ 3.7)

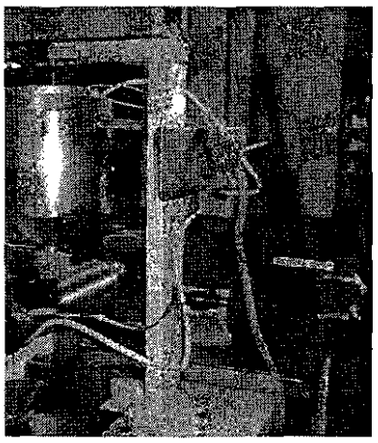


ภาพที่ 3.7 การประกอบระบบให้ความร้อน

3.3.7 การติดตั้งส่วนระบบคายกากงา ประกอบเข้ากับระบบให้ความร้อนโดยการหมุนเกลียว (แสดงดังภาพที่ 3.8)

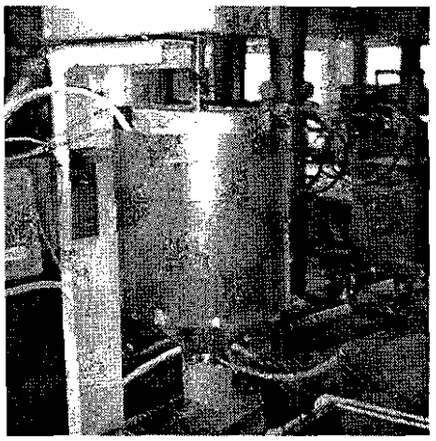
ภาพที่ 3.8 การประกอบระบบคายกากงา

3.3.8 การติดตั้งชุดเสาคอนโทรล ในชุดนี้จะติดตั้งชุดมอเตอร์ที่มีแขนสำหรับกวนเมล็ดงา ประกอบอยู่ด้วย นอกจากนี้ยังมีกล่องควบคุมอุณหภูมิของฮีทเตอร์ทั้ง 2 ตัวติดตั้งอยู่ ในการติดตั้งชุดเสาคอนโทรลนั้นจะใช้สกรูเป็นตัวยึดกับตัวเครื่อง (แสดงดังภาพที่ 3.9)



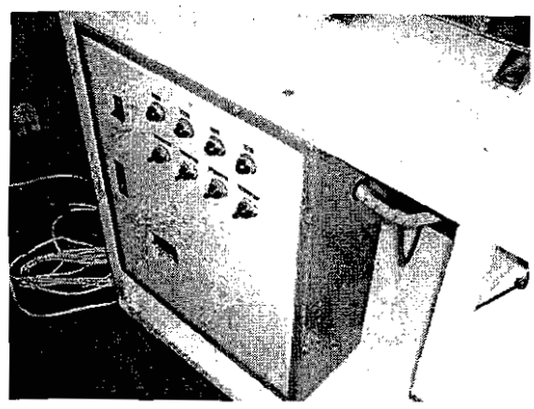
ภาพที่ 3.9 การติดตั้งเสาคอนโทรล

3.3.9 การติดตั้งชุดถังอบเมล็ดงา ในส่วนนี้ติดตั้งโดยการสวมถังอบเข้ากับกระบอกเกลียว แล้วใช้สกรูยึดส่วนขากับเสาคอนโทรล (แสดงไว้ดังภาพ 3.10)



ภาพที่ 3.10 การติดตั้งชุดถังอบงา

3.3.10 การติดตั้งตู้คอนโทรล ตำแหน่งในการติดตั้งนั้นจะสะดวกต่อการใช้งานและไม่กีดขวางการทำงาน (แสดงดังภาพที่ 3.11)



ภาพที่ 3.11 การติดตั้งตู้คอนโทรล

อุปกรณ์หลักภายในตู้คอนโทรล (แสดงดังภาพที่ 3.12)

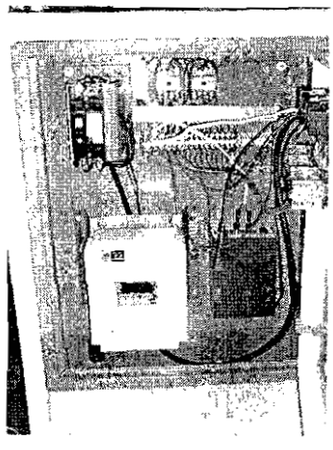
1) หม้อแปลงไฟของมอเตอร์กวนเมล็ดงา

2) อินเวอร์เตอร์ เป็นตัวปรับกระแสไฟ เพื่อปรับความเร็วของมอเตอร์หน่วยที่แสดงเป็น Hz

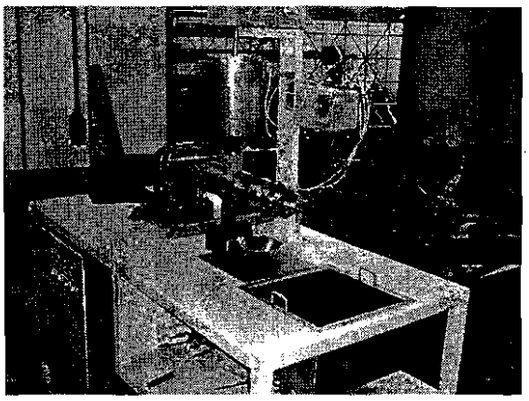
3) เซอร์กิตเบรกเกอร์ สำหรับตัดกระแสไฟเกินและไฟฟ้าลัดวงจร เพื่อป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้าเสียหาย

4) แม็กเนติกส์คอนแท็คเตอร์ ทำหน้าที่เป็นสะพานไฟต่อเข้ากับสวิทซ์ทำงานให้กับระบบฮีทเตอร์

5) สวิทซ์ปิด-เปิดการทำงาน ของแต่ละส่วน



ภาพที่ 3.12 อุปกรณ์หลักภายในตู้คอนโทรล



ภาพที่ 3.13 ชุดเครื่องผลิตน้ำมันงา

3.4 การทดสอบระบบ

ในการทดสอบระบบนี้เพื่อตรวจสอบสภาพของเครื่องจักรและหาจุดบกพร่องของเครื่องจักรในการบีบอัดน้ำมันงา เพื่อทำการแก้ไขปรับปรุงต่อไป ส่งที่ต้องการตรวจสอบมีดังนี้

3.4.1 การทำงานของสวิทซ์ควบคุมเครื่อง

3.4.2 การทำงานของระบบให้ความร้อน

3.4.3 การทำงานของเกลียวเดี่ยวที่ใช้บีบอัดน้ำมัน

3.4.4 การทำงานของสวิทซ์ตัดการทำงานของปั้มเมื่อเกิดการอุดตันของเมล็ดงา

วิธีทดสอบ

1) ใส่เมล็ดงาลงในถังอบเมล็ดงา

2) เปิดระบบให้ความร้อนและระบบคั่วเมล็ดงาเพื่อไล่ความชื้นออกจากเมล็ดงา

3) เปิดระบบลิ้นของหม้อกวนเพื่อให้เมล็ดงาไหลลงสู่ระบบบีบอัดน้ำมัน

4) ปรับความเร็วรอบ อุณหภูมิ ที่แตกต่างกัน ผลการทดลองเครื่องบีบอัดน้ำมันจากเมล็ดงาได้แสดงรายละเอียดไว้ในบทที่ 4

3.5 ทดสอบเพื่อหาอัตราการบีบอัดน้ำมันงา

เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบระบบแล้ว ตรวจเช็คทุกส่วนอุปกรณ์ว่ามีระบบการทำงานตามต้องการ ทำความสะอาดชิ้นส่วนแต่ละชิ้นโดยใช้ลมเป่าไม่ให้มีเศษเมล็ดงาและน้ำมันตกค้างอยู่ในระบบ

3.5.1 การเตรียมการทดสอบการบีบอัดน้ำมันงา มีดังนี้

1) เมล็ดงาขาวและเมล็ดงาดำ จำนวน 500 กรัม

2) เปิดสวิทซ์ระบบให้ความร้อนที่ถังไล่ความชื้นและระบบบีบอัดน้ำมัน

3) ระบบบีบอัดน้ำมัน ที่ 110 องศาเซลเซียส ให้ความร้อนโดยใช้เวลาประมาณ 20 นาที

4) ระบบถังตั่วไล่ความชื้น ที่ 50 องศาเซลเซียส ให้ความร้อนโดยใช้เวลาประมาณ 20 นาที

3.5.2 การทดสอบเพื่อหาอัตราบีบน้ำมันงา

1) ปรับความเร็วรอบให้แตกต่างกัน ในแต่ละรอบของการทดลอง

2) เปลี่ยนชุดดายในระบบคายเศษ โดยมีด้วยกัน 5 ขนาดความโต คือ Ø13 มม., Ø 11 มม., Ø10 มม., Ø 9 มม. และ Ø 8.5 มม.

3.5.3 จากนั้นนำน้ำมันที่บีบอัดได้ไปบรรจุในภาชนะโดยการแยกชนิดของงาแล้วทิ้งให้ตกตะกอน

3.6 ตรวจสอบ

เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนการดำเนินทั้งหมดแล้วจะทำการตรวจขั้นสุดท้ายอีก 1 รอบตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนถึงขั้นตอนสุดท้าย

3.7 สรุป

จากการดำเนินงานและการทดสอบเครื่องบีบน้ำมันจากเมล็ดงาจะเห็นได้ว่าเครื่องที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นสามารถทำงานได้โดยการทำการบีบน้ำมันงาแล้วนำน้ำมันงาที่ได้ไปตรวจสอบโดยการวัดอุณหภูมิน้ำมัน(น้ำมันที่มีคุณภาพไม่ควรมีอุณหภูมิเกิน 60 $^{\circ}C$) และได้ผลการตรวจสอบออกมาเป็นที่น่าพอใจ ซึ่งในการผลิตชิ้นส่วนและการประกอบบางชิ้นอาจมีปัญหาบ้างแต่ก็ได้ทำการแก้ไขและปรับปรุงจนสามารถทำให้เครื่องทำงานได้

บทที่ 4
การวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน

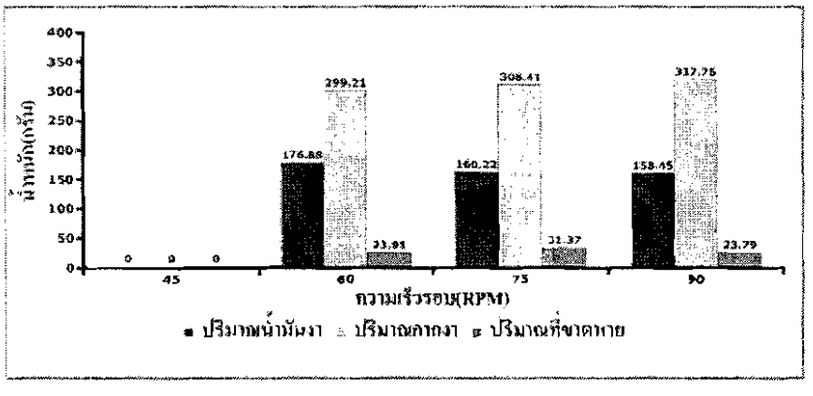
การทดลองใช้ชุดเครื่องผลิตน้ำมันงานั้น ทางโครงการวิจัยได้ทำการทดลองบีบน้ำมัน โดยทำการเปลี่ยนขนาดความโตของช่องคายกาก 4 ขนาด คือ ∅ 9mm., ∅ 10mm., ∅ 11mm., ∅ 13mm. และใช้อุณหภูมิในการบีบ 110 °C โดยใช้งาครั้งละ 500 กรัม ใช้ความเร็วรอบในการทดลอง 45, 60, 75, 90 รอบต่อนาที เพื่อดูว่าที่ความเร็วรอบและขนาดของดายเท่าไร จึงจะได้ปริมาณของน้ำมันงามากที่สุด

4.1 ผลการทดลอง

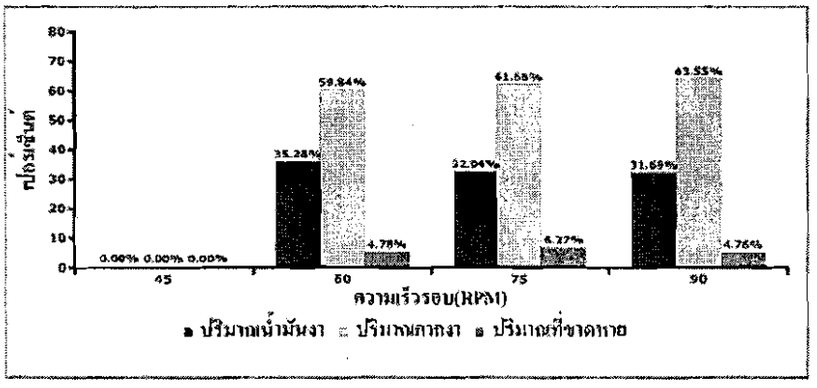
หลังจากทำการทดลอง บีบน้ำมันงาด้วยชุดเครื่องผลิตน้ำมันงาได้ผลการทดลองดังนี้

4.1.1 การทดลองการบีบน้ำมันงาจากเมล็ดงาขาว โดยใช้ขนาดของดาย ∅ 9 mm. ใช้อุณหภูมิ 110 °C ปริมาณงาที่ใช้ 500 กรัม เครื่องชุดเครื่องผลิตน้ำมันงา ไม่สามารถทำงานได้ เนื่องจากกากงาแห้งแข็งในรูดาย ทำให้เครื่องบีบน้ำมันงาหยุดการทำงานและไม่สามารถบันทึกผลการทดลองได้

4.1.2 การทดลองการบีบน้ำมันงาจากเมล็ดงาขาว โดยใช้ขนาดของดาย ∅10 mm. ใช้อุณหภูมิ 110 °C ปริมาณงาที่ใช้ 500 กรัม ดังกราฟเปรียบเทียบ

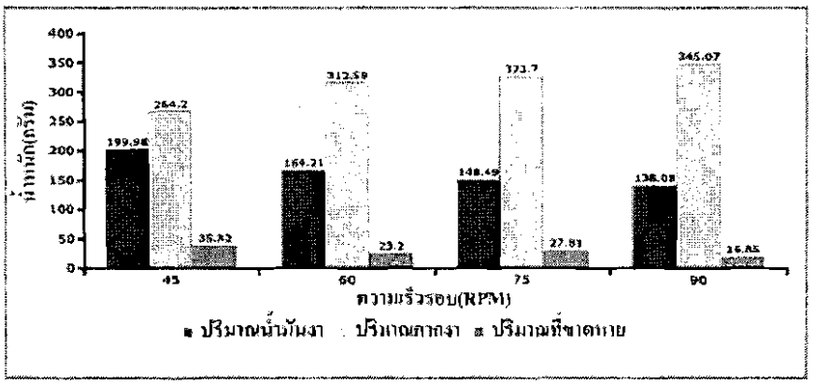


ภาพที่ 4.1 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันจากเมล็ดงาขาวที่บีบได้ ขนาดของดาย ∅10 mm.

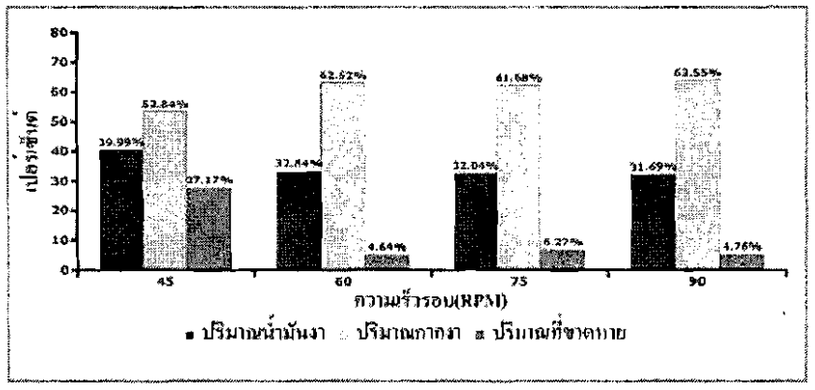


ภาพที่ 4.2 กราฟเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเมล็ดงาขาวที่บีบได้ ขนาดของดาย ∅ 10 mm.

4.1.3 การทดลองการบีบน้ำมันงาจากเมล็ดงาขาว โดยใช้ขนาดของดาย ∅ 11 mm. ใช้อุณหภูมิ 110 °C ปริมาณงาที่ใช้ 500 กรัม ดังกราฟเปรียบเทียบ

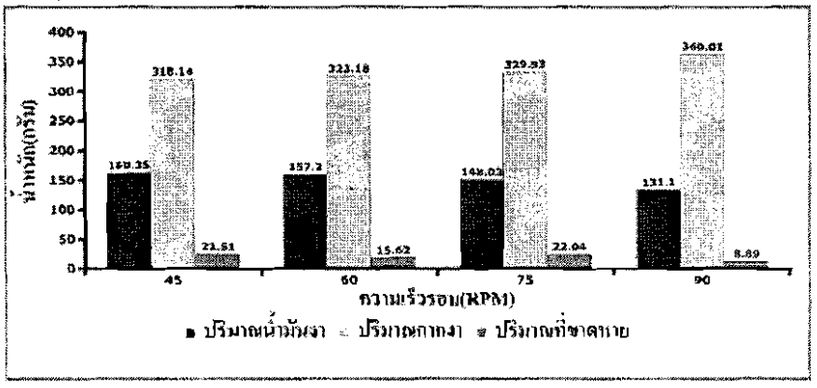


ภาพที่ 4.3 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันจากเมล็ดงาขาวที่บีบได้ ขนาดของดาย ∅ 11 mm.

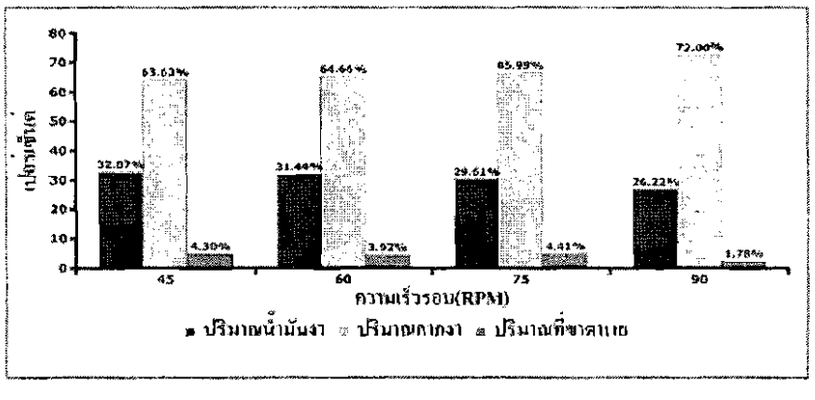


ภาพที่ 4.4 กราฟเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเมล็ดงาขาวที่บีบได้ ขนาดของดาย ∅ 11 mm.

4.1.4 การทดลองการบีบน้ำมันงาจากเมล็ดงาขาว โดยใช้ขนาดของดาย ∅13 mm. ใช้อุณหภูมิ 110 °C ปริมาณงาที่ใช้ 500 กรัม ดังกราฟเปรียบเทียบ



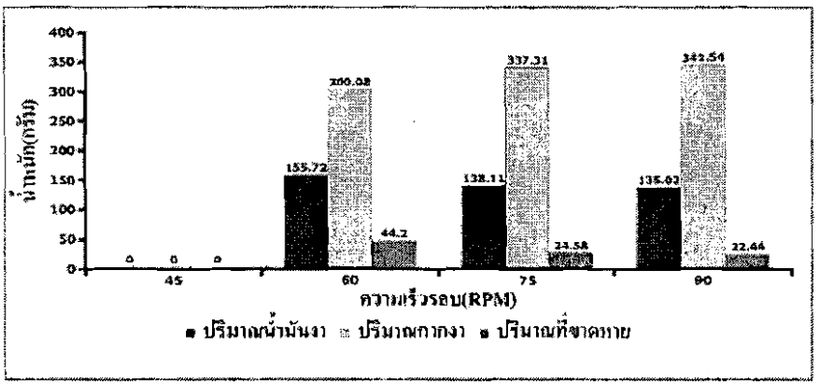
ภาพที่ 4.5 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันจากเมล็ดงาขาวที่บีบได้ ขนาดของดาย ∅13 mm.



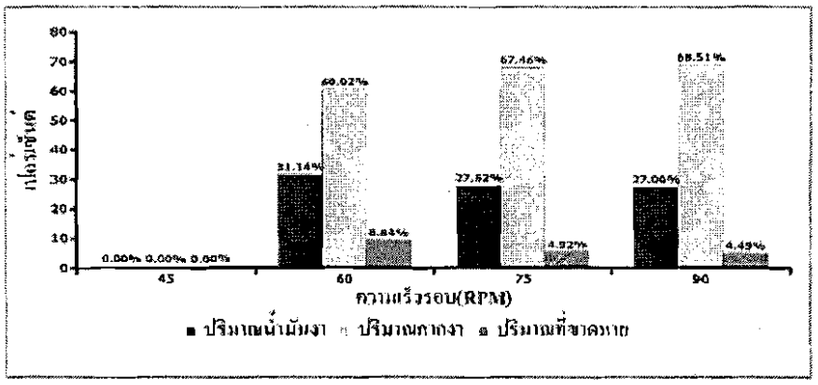
ภาพที่ 4.6 กราฟเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเมล็ดงาขาวที่บีบได้ ขนาดของดาย ∅13 mm.

4.1.5 การทดลองการบีบน้ำมันงาจากเมล็ดงาดำ โดยใช้ขนาดของดาย ∅9 mm. ใช้อุณหภูมิ 110 °C ปริมาณงาที่ใช้ 500 กรัม เครื่องชุดเครื่องผลิตน้ำมันงา ไม่สามารถทำงานได้ เนื่องจากกากงาแห้งแข็งในรูดาย ทำให้เครื่องบีบน้ำมันงาหยุดการทำงาน และไม่สามารถบันทึกผลการทดลองได้

4.1.6 การทดลองการบีบน้ำมันงาจากเมล็ดงาดำ โดยใช้ขนาดของดาย ∅10 mm. ใช้อุณหภูมิ 110 °C ปริมาณงาที่ใช้ 500 กรัม ดังกราฟเปรียบเทียบ

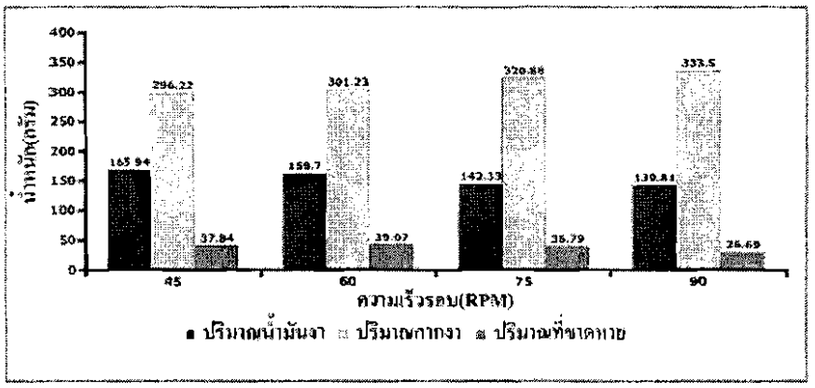


ภาพที่ 4.7 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันจากเมล็ดงาดำที่บีบได้ ขนาดของดาย ∅ 10 mm.

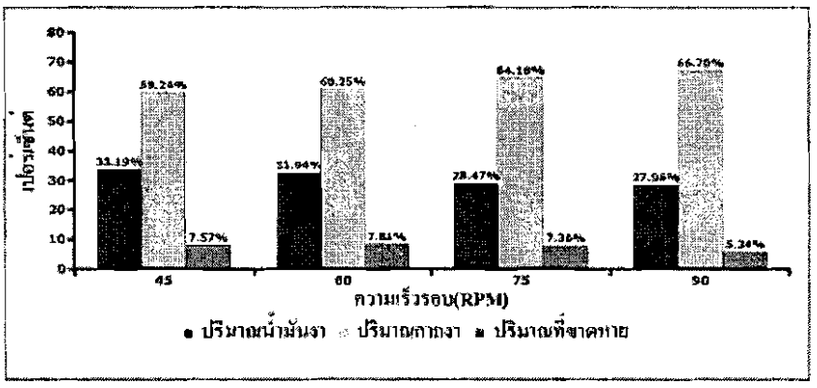


ภาพที่ 4.8 กราฟเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเมล็ดงาดำที่บีบได้ ขนาดของดาย ∅ 10 mm.

4.1.7 การทดลองการบีบน้ำมันงาจากเมล็ดงาดำ โดยใช้ขนาดของดาย ∅ 11 mm. ใช้อุณหภูมิ 110 °C ปริมาณงาที่ใช้ 500 กรัม ดังกราฟเปรียบเทียบ

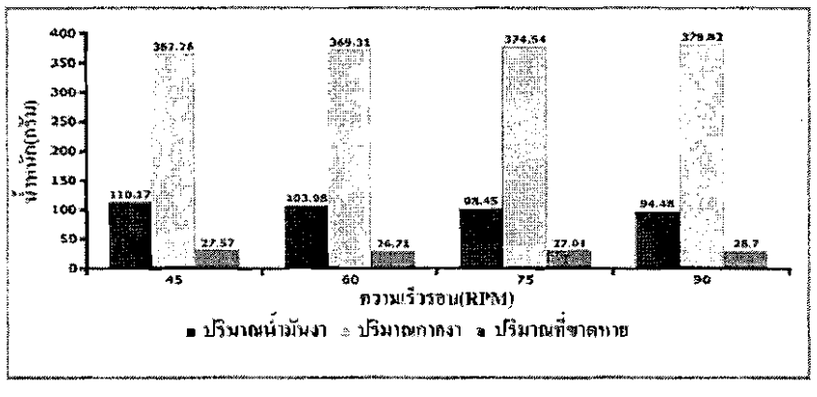


ภาพที่ 4.9 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันจากเมล็ดงาดำที่บีบได้ ขนาดของดาย ∅ 11 mm.

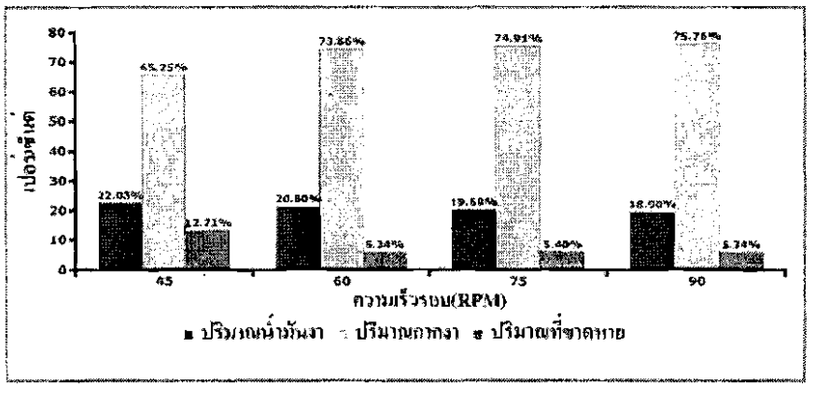


ภาพที่ 4.10 กราฟเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเมล็ดงาดำที่บีบได้ ขนาดของดาย ∅ 11 mm.

4.1.7 การทดลองการบีบน้ำมันงาจากเมล็ดงาดำ โดยใช้ขนาดของดาย ∅ 13 mm. ใช้อุณหภูมิ 110 °C ปริมาณงาที่ใช้ 500 กรัม ดังกราฟเปรียบเทียบ



ภาพที่ 4.11 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันจากเมล็ดงาดำที่บีบได้ ขนาดของดาย ∅ 13 mm.



ภาพที่ 4.12 กราฟเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากเมล็ดงาดำที่บีบได้ ขนาดของดาย ∅ 13 mm.

4.2 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

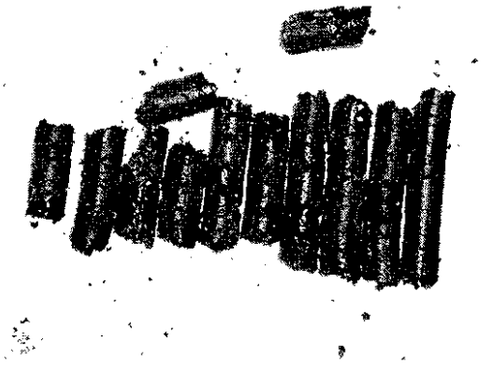
จากการทดลองบีบน้ำมันงา จะเห็นได้ว่าดายและความร้อนมีอิทธิพลเป็นอย่างมากในการบีบน้ำมัน มีความเร็วรอบและเวลาเป็นตัวแปร เมื่อใช้ความเร็วรอบต่ำจะใช้เวลานานแต่น้ำมันจะออกมาก กากจะแห้ง เมื่อใช้ดายเล็กกากจะแห้งแข็งอุดตันอยู่ในรูดาย และถ้าความร้อนน้อยเกินไปก็จะทำให้น้ำมันไม่ออกหรือเกิดกากอุดตันภายในดาย

4.2.1 ลักษณะต่างๆของกากงา

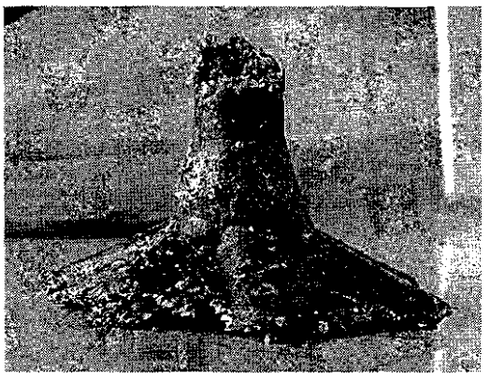
1) กากแห้ง คือ การที่กากงาแห้งสนิท และสามารถไหลออกมาจากการคายในกระบวนการบีบเมล็ดงาได้ ถือว่าเป็นกระบวนการที่สมบูรณ์ และลักษณะของเมล็ดงาที่ออกมานั้นเป็นการอัดตัวกันเป็นแท่ง (แสดงดังภาพที่ 4.13)

2) กากแห้งแข็งในรูดาย คือ การที่กากงาแห้งสนิท แต่ไม่สามารถไหลออกมาจากการคายในกระบวนการบีบเมล็ดงาได้ ถือว่าเป็นกระบวนการที่ไม่สมบูรณ์ และลักษณะของเมล็ดงานั้นเป็นการอัดตัวกันเป็นแท่ง (แสดงดังภาพที่ 4.14)

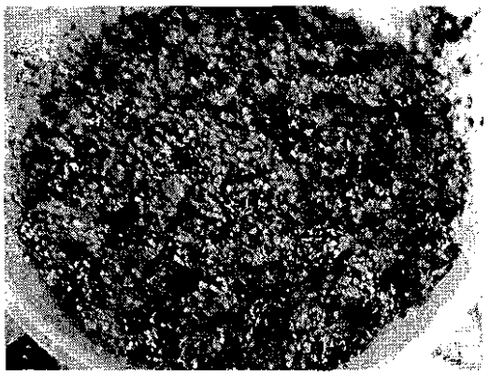
3) กากไม่แห้ง คือ การที่กากงายังมีปริมาณน้ำมันอยู่มาก และสามารถไหลออกมาจากการคายในกระบวนการบีบเมล็ดงาได้ถือว่าเป็นกระบวนการที่ไม่สมบูรณ์และลักษณะของเมล็ดงาที่ออกมานั้นยังเป็นเม็ดที่กระจายตัวอยู่ไม่อัดตัวกันเป็นแท่ง (แสดงดังภาพที่ 4.15)



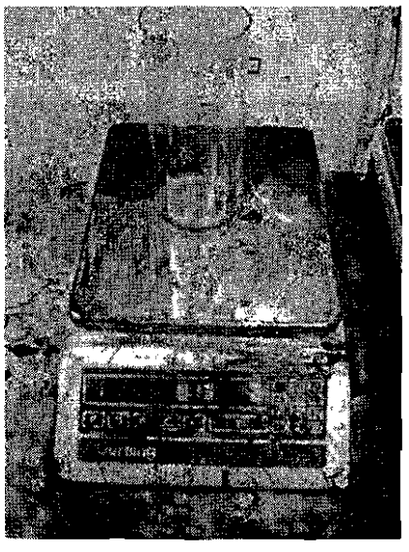
ภาพที่ 4.13 กากงาแห้ง



ภาพที่ 4.14 กากงาแห้งแข็งในรูดาย



ภาพที่ 4.15 กากงาไม่แห้ง



ภาพที่ 4.16 แสดงการตั้งค่าศูนย์ให้กับเครื่องชั่ง

ภาพที่ 4.17 แสดงการชั่งน้ำมันงาที่ได้

ภาพที่ 4.18 แสดงการชั่งกากของงาขาว

ภาพที่ 4.19 แสดงการชั่งกากของงาดำ

4.3 สรุปผลการทดลอง

4.3.1 การทดลองกับเมล็ดงาขาว

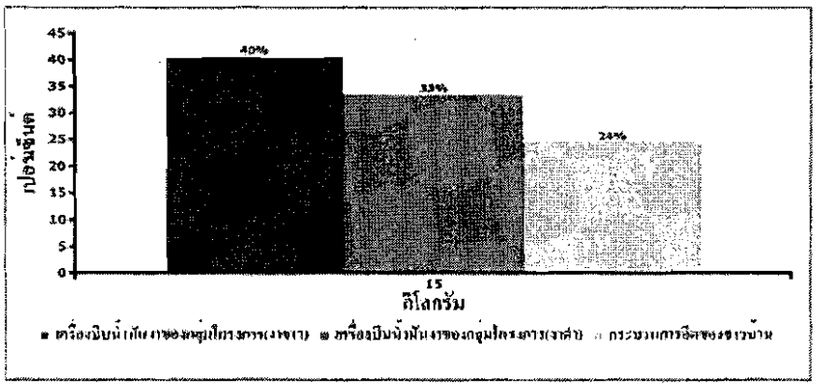
เมื่อใช้ดายขนาด ∅ 11 mm. ที่ความเร็วรอบ 45 รอบต่อนาที จะได้ปริมาณน้ำมัน 199.98 กรัม โดยใช้งา 500 กรัม คิดได้เป็น 40% ของปริมาณงาที่ใช้ในการบีบ เมื่อใช้เมล็ดงาขาว 15 กิโลกรัม จะได้ปริมาณน้ำมันงา 6 ลิตร ซึ่งเมื่อเทียบกับกรรมวิธีการผลิตของชาวบ้าน ที่ใช้เมล็ดงาขาว 15 กิโลกรัม จะได้ปริมาณน้ำมัน 4 ลิตร จะใช้ค่าใช้จ่ายในการผลิตด้านค่าไฟฟ้า 18 บาท ต่อน้ำมันงาขาว 1 ลิตร และอัตราการผลิตน้ำมันงามีค่าเท่ากับ 3.926 ลิตรต่อวัน โดยใช้เมล็ดงาขาว 11 กิโลกรัม

4.3.2 การทดลองกับเมล็ดงาดำ

เมื่อใช้ดายขนาด ∅ 11 mm. ที่ความเร็วรอบ 45 รอบต่อนาที จะได้ปริมาณน้ำมัน 165.94 กรัมโดยใช้งา 500 กรัม คิดได้เป็น 33% ของปริมาณงาที่ใช้ในการบีบ เมื่อใช้เมล็ดงาดำ 15 กิโลกรัม จะได้ปริมาณน้ำมันงา 4.9 ลิตร และไม่สามารถเทียบกับกรรมวิธีการผลิตของชาวบ้านได้ เนื่องจากไม่มีการผลิตที่ชัดเจน จะใช้ค่าใช้จ่ายในการผลิตด้านค่าไฟฟ้า 11 บาทต่อน้ำมันงาดำ 1 ลิตร และอัตราการผลิตน้ำมันงามีค่าเท่ากับ 7.168 ลิตรต่อวัน โดยใช้เมล็ดงาดำ 24 กิโลกรัม

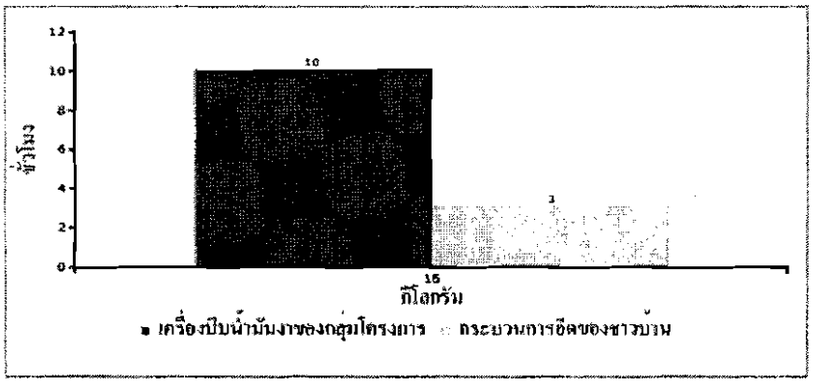
การใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียสนั้น เนื่องจากการทดลองในแต่ละครั้งสามารถทำให้กากงาที่ได้จากกระบวนการบีบนั้นแห้งสนิท แต่น้ำมันที่ได้มีอุณหภูมิไม่เกินที่ 60 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นมาตรฐานของคุณภาพในการผลิตน้ำมันพืช และยังไม่ทำให้คุณภาพทางโภชนาการของน้ำมันงานี้ไม่เสียไป

4.3.3 กราฟเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์น้ำมันงาที่ได้

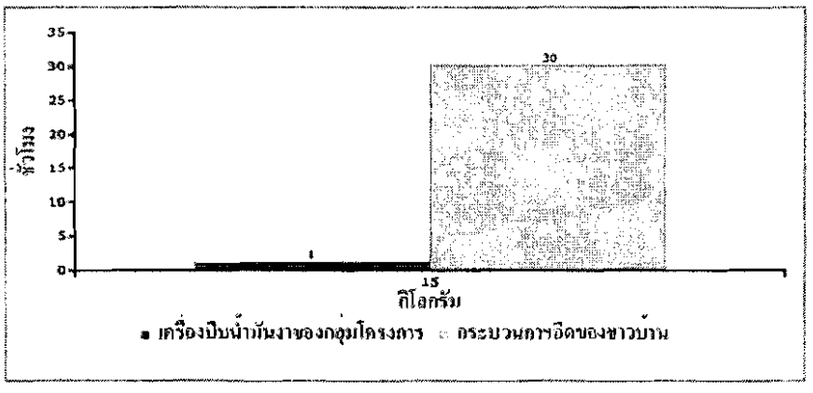


ภาพที่ 4.20 กราฟการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์น้ำมันงาในการทดลอง

4.3.4 กราฟเปรียบเทียบระยะเวลากระบวนการการผลิตน้ำมันงา



ภาพที่ 4.21 กราฟการเปรียบเทียบระยะเวลาการบีบน้ำมันงา



ภาพที่ 4.22 กราฟการเปรียบเทียบระยะเวลาการตกตะกอน

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

บทนำ

ในการดำเนินงานทางโครงการวิจัยได้เริ่มศึกษาตั้งแต่ข้อมูลธรรมชาติของงา เพื่อหาความเหมาะสมในการให้ความร้อนแก่เมล็ดงา ตลอดจนการศึกษาข้อมูลในการผลิตน้ำมันงาทั้งวิธีแบบดั้งเดิมที่ใช้การโม่เมล็ดงาและวิธีแบบสมัยใหม่ที่ใช้เครื่องจักร จากนั้นได้นำข้อมูลดังกล่าวมาทำการประยุกต์รวมกันแล้วทำการออกแบบชุดเครื่องผลิตน้ำมันงา และสร้างเครื่องเพื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่อง แต่ในการดำเนินการใดๆ นั้นจะต้องมีอุปสรรคและปัญหาต่างๆ ซึ่งทางโครงการวิจัยก็สามารถทำการแก้ไขและปรับเปลี่ยนจนทำให้โครงการวิจัยสามารถดำเนินการต่อไปได้จนสามารถสร้างเครื่องจักรได้เสร็จสิ้น แล้วจากนั้นก็ได้ทำการทดลองบีบน้ำมันงา ซึ่งในการทดลองนี้เกิดปัญหาและอุปสรรคมาก โดยได้พบข้อบกพร่องอยู่หลายจุดและได้แก้ปัญหาไปได้บ้างแล้ว แต่ก็ยังมีปัญหาที่จะต้องทำการแก้ไขและปรับปรุงอยู่ไม่มากก็น้อย ซึ่งปัญหาเหล่านั้นจะเป็นแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงและพัฒนาต่อๆ ไป

5.1 สรุปผล

จากการดำเนินงานทางโครงการวิจัยได้จัดสร้างชุดเครื่องผลิตน้ำมันงา จำนวน 1 เครื่อง เพื่อใช้งาน และได้ทำการทดลองเพื่อหาปริมาณการบีบน้ำมัน ข้อบกพร่องและแก้ไขให้ได้ตามวัตถุประสงค์เพื่อนำไปใช้งานในอุตสาหกรรมขนาดครัวเรือน โดยผลที่ได้จากการทดลองดำเนินการมีดังนี้

5.1.1 จากการศึกษาข้อมูล ทำให้ทราบถึงกระบวนการบีบน้ำมันงา ทั้ง 2 แบบ คือ

1) การบีบ (Pressing หรือ Expelling) ซึ่งอาจเป็นการบีบเย็น (cold pressing) หรือการบีบร้อน (hot pressing) ก็ได้

2) การสกัดน้ำมันด้วยตัวทำละลาย

การสกัดน้ำมันออกจากวัตถุดิบด้วยตัวทำละลายเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมาก และใช้ตัวทำละลายที่ใช้จะต้องไม่เป็นพิษต่อร่างกาย ได้แก่ เฮกเซน (n-henxane) คาร์บอนไตซัลไฟด์และไดเอทิลอีเทอร์ เป็นต้น ตัวทำละลายที่นิยมใช้กันมาที่สุดคือ เฮกเซน

5.1.2 สามารถพัฒนากระบวนการผลิตน้ำมัน และกรรมวิธีการผลิตน้ำมันงา โดยการให้ความร้อนด้วยฮีทเตอร์ในการสกัดน้ำมัน

5.1.3 สามารถสร้างชุดเครื่องผลิตน้ำมันจากเมล็ดงา เพื่อเป็นข้อมูลในการศึกษาและพัฒนาต่อๆ ไป

5.1.4 อัตราการผลิตของการอีดงาแบบชาวบ้าน และการบีบน้ำมันงาของเครื่องบีบน้ำมันงาของกลุ่มโครงการ

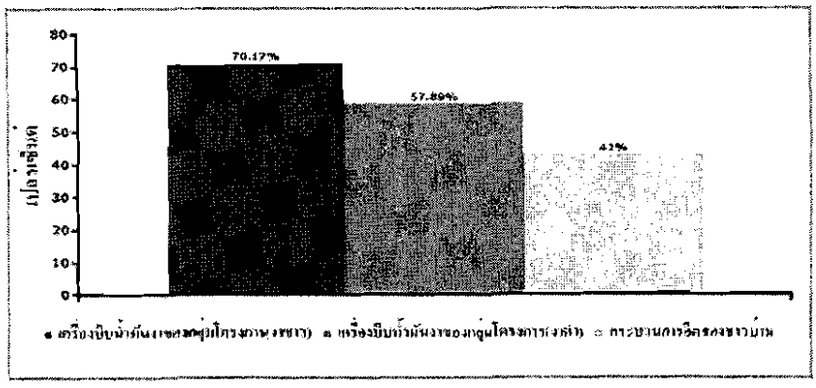
1) อัตราการผลิตการอีดงาของชาวบ้านหมู่บ้านปางหมู จ.แม่ฮ่องสอน ใช้เมล็ดงา 15 กิโลกรัม จะได้น้ำมันงา 4 ลิตร ใช้เวลา 1 วัน

2) อัตราการผลิตของเครื่องบีบน้ำมันงาออกแบบใหม่ ใช้งา 15 กิโลกรัม ได้น้ำมันงา 6.6 ลิตร ใช้เวลา 3 วัน

5.1.5 ประสิทธิภาพของการอีดงาแบบชาวบ้าน และการบีบน้ำมันจากเมล็ดงาของชุดเครื่องผลิตน้ำมันงาของทางโครงการวิจัย

1) ประสิทธิภาพการอีดงาของชาวบ้านหมู่บ้านปางหมู จ.แม่ฮ่องสอน งาขาว 42% โดยคิดจากเปอร์เซ็นต์ของน้ำมันงาทั้งหมด

2) ประสิทธิภาพของการบีบน้ำมันงาของชุดเครื่องผลิตน้ำมันงาของโครงการวิจัย งาขาว 78.43% และงาดำ 64.7% โดยคิดจากเปอร์เซ็นต์ของน้ำมันงาทั้งหมด



ภาพที่ 5.1 กราฟการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบีบน้ำมัน

5.2 อภิปรายผล

ผลที่ได้รับจากการทดลองการทำงานของเครื่องเป็นที่น่าพอใจ ถึงแม้ว่าจะไม่เป็นไปตามเป้าหมายทั้งหมดที่ได้วางไว้ข้างต้น เนื่องมาจากชิ้นส่วนบางชิ้นของเครื่องนั้นมีต้นทุนในการผลิตค่อนข้างสูงและไม่สามารถหาซื้อตามท้องตลาดได้ จึงเป็นการยากที่จะทำการสร้างเครื่องให้มีประสิทธิภาพเทียบเท่าได้ อย่างไรก็ตามชุดเครื่องผลิตน้ำมันงาที่ทางโครงการวิจัยได้สร้างขึ้นนั้นสามารถใช้ประโยชน์ได้ดีและมีประสิทธิภาพ ในส่วนข้อบกพร่องต่างๆ ที่พบก็สามารถนำไปแก้ไขและปรับปรุงพัฒนาในโอกาสต่อไปได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินงาน ทางโครงการวิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎีต่างๆ ควบคู่กับการทดสอบชุดเครื่องผลิตน้ำมันงา จึงทำให้ทราบถึงองค์ประกอบต่างๆ ในการบีบน้ำมันงา และเป็นการดีหากนำไปพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยการพิจารณาถึงองค์ประกอบในด้านต่างๆ มีสิ่งที่ต้องปรับปรุงซึ่งทางโครงการวิจัยได้รวบรวมข้อมูลทั้งหมดไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงไว้ดังนี้

5.3.1 ตัวปรับอุณหภูมิของฮีตเตอร์ (Thermo Stat) ที่ระบบบีบอัดน้ำมัน ควรปรับอุณหภูมิให้ได้มากกว่า 110 องศาเซลเซียส แต่ไม่ควรเกิน 200 องศาเซลเซียส

5.3.2 โครงเครื่องสามารถย่อขนาดให้เล็กกว่านี้ได้ เพื่อการประหยัดพื้นที่ใช้สอย

5.3.3 สามารถพัฒนาชุดกรองน้ำมันให้มีความละเอียดกว่า เพื่อให้ได้น้ำมันที่ปราศจากกากตะกอนงา

5.3.4 เสายึดหม้ออบเมล็ดงาควรใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงมากขึ้น

5.3.5 ชุดถังอบเมล็ดงา ควรมีขนาดใหญ่กว่าเดิม เพื่อให้การผลิตเป็นไปได้อย่างต่อเนื่อง

5.3.6 ออกแบบแขนกวนเมล็ดงาในถังอบเมล็ดงาขึ้นใหม่ เพื่อลดแรงต้านทานระหว่างแขนกวนและเมล็ดงา เพื่อลดโหลดของมอเตอร์กวนเมล็ดงา

5.3.7 กำลังไฟฟ้า (W) ฮีทเตอร์ของหม้ออบไล่ความชื้นนั้น มีกำลังที่สูงเกินความจำเป็นที่จะใช้ ทำให้เกิดความสิ้นเปลืองต้นทุนในการผลิตแต่ละครั้ง

บรรณานุกรม

เฉลียว ปียะชน. 2539. **อายุรเวช วิถีสู่สุขภาพตามธรรมชาติ.** บริษัทพิมพ์ดี จำกัด, กรุงเทพฯ.

พัชรี กวนใจ. 2543. **น้ำมันงา ภูมิปัญญาดั้งเดิมของชาวไต.**

กิตติพงษ์ กุลมาตย์. **การอบแห้งข้าวเปลือกแบบถังทรงกระบอกหมุน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

มาลิณีย์ เลาะเมาะห์. สุพัฒน์ ทองหนูน้อย และ จักรพงษ์ ขวัญเมือง. 2545. **การออกแบบและสร้างเครื่องบีบอัดน้ำมันเมล็ดทานตะวันแบบใช้เกลียว.** ปริญญานิพนธ์, สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

มานพ ตัณตระบัณฑิต. 2540. **การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล 1.** พิมพ์ครั้งที่ 1. หจก.เม็ดทรายพริ้นติ้ง, กรุงเทพฯ.

ประสพ อามาตย์สมบัติ และ พัฒนวิทย์ บอกสันเทียะ. 2540. **การออกแบบและสร้างเครื่องบีบอัดน้ำมันสะเดาแบบสกรูแนวนอน.** ปริญญานิพนธ์, สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

ชาญ ถนัดงาน และ วริทธ์ อึ้งภากรณ์. 2537. **การออกแบบเครื่องจักรกล.** บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. **วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมัน.** โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. 2543. **ค่าไฟฟ้าประจำเดือนตุลาคม 2543.**

พิรพงศ์ ลิ้มประสิทธิ์วงศ์. 2546. **Industrial Technology Review.** บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ.

Judson, M. H. 1981. **Extrusion of food Volume I.** Boca Raton, Fla.

ภาคผนวก ก

ตารางแสดงผลการทดลองการบีบน้ำมันงา

ก.1 ผลการทดลอง

หลังจากทำการทดลอง บีบน้ำมันงาด้วยเครื่องบีบน้ำมันงาได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ ก.1 ผลการทดลองการบีบน้ำมันงาจากเมล็ดงาขาว โดยใช้ขนาดของดาย ∅9 mm. ใช้อุณหภูมิ 110 °C ปริมาณงาที่ใช้ 500 กรัม

ความเร็วรอบของเกลียว(รอบ/นาที)	ปริมาณน้ำมันงาที่ได้ (กรัม)	น้ำหนักกาก (กรัม)	เวลา (นาที)	หมายเหตุ
45	-	-	-	กากแห้งแข็งในรูดาย
60	-	-	-	กากแห้งแข็งในรูดาย
75	-	-	-	กากแห้งแข็งในรูดาย
90	-	-	-	กากแห้งแข็งในรูดาย

จากตารางที่ ก.1 กากแห้งแข็งในรูดาย และไม่มีน้ำมันออก เนื่องจากขนาดของรูดายเล็กเกินไป เมื่อกากโดนความร้อนทำให้กากแห้งและแข็งอุดตันภายในรูดาย

ตารางที่ ก.2 ผลการทดลองการบีบน้ำมันงาจากเมล็ดงาขาว โดยใช้ขนาดของดาย ∅10 mm. ใช้อุณหภูมิ 110 °C ปริมาณงาที่ใช้ 500 กรัม

ความเร็วรอบของเกลียว(รอบ/นาที)	ปริมาณน้ำมันงาที่ได้ (กรัม)	น้ำหนักกาก (กรัม)	เวลา (นาที)	หมายเหตุ
45	-	-	-	กากแห้งแข็งในรูดาย
60	176.88	299.21	29	กากแห้ง
75	160.22	308.41	24	กากแห้ง
90	158.45	317.76	20	กากแห้ง

จากตารางที่ ก.2 เมื่อใช้ความเร็วรอบที่ 60 รอบต่อนาที จะได้ปริมาณน้ำมัน 176.88 กรัม หรือประมาณ 35 % แต่เมื่อใช้ความเร็วรอบที่ 45 รอบต่อนาที กากจะแห้งแข็งในรูดายทำให้กากอุดตันและน้ำมันไม่ออก

ตารางที่ ก.3 ผลการทดลองการบีบน้ำมันงาจากเมล็ดงาขาว โดยใช้ขนาดของดาย ∅11 mm. ใช้อุณหภูมิ 110 °C ปริมาณงาที่ใช้ 500 กรัม

ความเร็วรอบของเกลียว(รอบ/นาที)	ปริมาณน้ำมันงาที่ได้ (กรัม)	น้ำหนักกาก (กรัม)	เวลา (นาที)	หมายเหตุ
45	199.98	264.2	22	กากแห้ง
60	164.21	312.59	17	กากแห้ง
75	148.49	323.70	10	กากแห้ง
90	138.08	345.07	8	กากแห้ง

จากตารางที่ ก.3 เมื่อใช้ความเร็วรอบที่ 45 รอบต่อนาที จะปริมาณน้ำมันมากที่สุดถึง 199.98 กรัม หรือประมาณ 40 %

ตารางที่ ก.4 ผลการทดลองการบีบน้ำมันงาจากเมล็ดงาขาว โดยใช้ขนาดของดาย ∅13 mm. ใช้อุณหภูมิ 110 °C ปริมาณงาที่ใช้ 500 กรัม

ความเร็วรอบของเกลียว(รอบ/นาที)	ปริมาณน้ำมันงาที่ได้ (กรัม)	น้ำหนักกาก (กรัม)	เวลา (นาที)	หมายเหตุ
45	160.35	318.14	15	กากแห้ง
60	157.20	323.18	11	กากแห้ง
75	148.03	329.93	6	กากแห้ง
90	131.10	360.01	5	กากไม่แห้ง

จากตารางที่ ก.4 เมื่อใช้ความเร็วรอบที่ 45 รอบต่อนาที จะได้ปริมาณน้ำมัน 160.35 กรัม หรือประมาณ 34 % แต่เมื่อใช้ความเร็วรอบที่ 90 รอบต่อนาที กากจะออกเร็วเกินไป ทำให้กากไม่แห้ง

ตารางที่ ก.5 ผลการทดลองการบีบน้ำมันงาจากเมล็ดงาดำ โดยใช้ขนาดของดาย ∅9 mm. ใช้อุณหภูมิ 110 °C ปริมาณงาที่ใช้ 500 กรัม

ความเร็วรอบของเกลียว(รอบ/นาที)	ปริมาณน้ำมันงาที่ได้ (กรัม)	น้ำหนักกาก (กรัม)	เวลา (นาที)	หมายเหตุ
45	-	-	-	กากแห้งแข็งในรูดาย
60	-	-	-	กากแห้งแข็งในรูดาย
75	-	-	-	กากแห้งแข็งในรูดาย
90	-	-	-	กากแห้งแข็งในรูดาย

จากผลในดารางที่ ก.5 กากแห้งแข็งในรูดาย และไม่มีน้ำมันออก เนื่องจากขนาดของรูดายเล็กเกินไป เมื่อกากโดนความร้อนทำให้กากแห้งและแข็งอุดตันภายในรูดาย

ตารางที่ ก.6 ผลการทดลองการบีบน้ำมันงาจากเมล็ดงาดำ โดยใช้ขนาดของดาย ∅10 mm. ใช้อุณหภูมิ 110 °C ปริมาณงาที่ใช้ 500 กรัม

ความเร็วรอบของเกลียว(รอบ/นาที)	ปริมาณน้ำมันงาที่ได้ (กรัม)	น้ำหนักกาก (กรัม)	เวลา (นาที)	หมายเหตุ
45	-	-	-	กากแห้งแข็งในรูดาย
60	155.72	300.08	14	กากแห้ง
75	138.11	337.31	10	กากแห้ง
90	135.02	342.54	8	กากแห้ง

จากตารางที่ ก.6 เมื่อใช้ความเร็วรอบที่ 60 รอบต่อนาที จะได้ปริมาณน้ำมัน 155.72 กรัม แต่เมื่อใช้ความเร็วรอบที่ 45 รอบต่อนาที กากจะแห้งแข็งในรูดายทำให้กากอุดดันและน้ำมันไม่ออก

ตารางที่ ก.7 ผลการทดลองการบีบน้ำมันงาจากเมล็ดงาดำ โดยใช้ขนาดของดาย ∅11 mm. ใช้อุณหภูมิ 110 °C ปริมาณงาที่ใช้ 500 กรัม

ความเร็วรอบของเกลียว(รอบ/นาที)	ปริมาณน้ำมันงาที่ได้ (กรัม)	น้ำหนักกาก (กรัม)	เวลา (นาที)	หมายเหตุ
45	165.94	296.22	10	กากแห้ง
60	159.70	301.23	7	กากแห้ง
75	142.33	320.88	6	กากแห้ง
90	139.81	333.50	5	กากแห้ง

จากตารางที่ ก.7 เมื่อใช้ความเร็วรอบที่ 45 รอบต่อนาที จะได้ปริมาณน้ำมันมากที่สุดถึง 165.94 กรัม หรือ 33%

ตารางที่ ก.8 ผลการทดลองการบีบน้ำมันงาจากเมล็ดงาดำ โดยใช้ขนาดของดาย ∅13 mm. ใช้อุณหภูมิ 110 °C ปริมาณงาที่ใช้ 500 กรัม

ความเร็วรอบของเกลียว(รอบ/นาที)	ปริมาณน้ำมันงาที่ได้ (กรัม)	น้ำหนักกาก (กรัม)	เวลา (นาที)	หมายเหตุ
45	110.17	362.26	6	กากแห้ง
60	103.98	369.31	5	กากแห้ง
75	98.45	374.54	4	กากแห้ง
90	94.48	378.82	3	กากแห้ง

จากตารางที่ ก.8 เมื่อใช้ความเร็วรอบที่ 45 รอบต่อนาทีได้ปริมาณน้ำมัน 110.17 กรัม หรือ 22%

ภาคผนวก ข
ต้นทุนการสร้างเครื่องบีบน้ำมันงา

ข.1 ต้นทุนการผลิตน้ำมันงา

ในการบีบน้ำมันงาแต่ละครั้งจะใช้ปริมาณงา 500 กรัม

ข.1.1 การหากำลังไฟฟ้ารวมที่ใช้ของเครื่องบีบน้ำมันงา โดยอุปกรณ์มีดังนี้

1) มอเตอร์ขับเกลียวเดี่ยว	1,500 W
2) มอเตอร์ขับแขนกวนถังไล่ความชื้นเมล็ดงา	300 W
3) ฮีทเตอร์ถังอบไล่ความชื้น	1,500 W
4) ฮีทเตอร์หัวบีบน้ำมัน	300 W
กำลังไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น	**3,600 W หรือ 3.6 kW**

ข.1.2 การหาราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วย

1 kW ต่อ 1 ชั่วโมง เท่ากับ 1 หน่วย

1 หน่วย เท่ากับ 3 บาท

ข.1.3 การทดลองเมล็ดงาขาว เปอร์เซ็นต์น้ำมันที่ดีที่สุดคือ 40 เปอร์เซ็นต์ จะใช้เวลา 22 นาที

1) หาจำนวนหน่วยในการใช้งาน

หน่วยที่ใช้งาน (Unit) = $\frac{kW}{60}$ x เวลาที่ใช้

แทนค่า = $\frac{3.6kW}{60}$ x 22 นาที

= 1.32 หน่วย

2) หาราคาค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน

ราคาค่าไฟฟ้า = Unit x ราคาต่อหน่วย(2.9780 บาทต่อหน่วยใช้พลังงานไฟฟ้า เกิน 150 หน่วยต่อเดือน)(การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. 2543)

แทนค่า = 1.32 หน่วย x 2.9780 บาท

= 4 บาท

3) ต้นทุนขั้นต้น 4 บาทต่อเมล็ดงา 500 กรัม

งาขาว 500 กรัม จะได้ปริมาณน้ำมันงา 200 กรัม

ดังนั้นงาขาว 2250 กรัม จะได้ปริมาณน้ำมัน 900 กรัม หรือ 1 ลิตร

= $\frac{2250}{500}x4$

= 18 บาท

ในน้ำมัน 1 ลิตร จะต้องมีค่าใช้จ่ายไฟฟ้า 18 บาท

ข.1.4 การทดลองเมล็ดงาดำ เปอร์เซ็นต์น้ำมันที่ดีที่สุดคือ 33 เปอร์เซ็นต์ จะใช้เวลา 10 นาที

1) หาจำนวนหน่วยในการใช้งาน

หน่วยที่ใช้งาน (Unit) = $\frac{kW}{60}$ x เวลาที่ใช้

แทนค่า = $\frac{3.6kW}{60}$ x 10 นาที

= 0.6 หน่วย

2) หาราคาค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน

ราคาค่าไฟฟ้า = 0.6 หน่วย x 2.9780 บาท

= 2 บาท

3) ต้นทุนขั้นต้น 2 บาทต่อเมล็ดงา 500 กรัม

งาดำ 500 กรัม จะได้ปริมาณน้ำมันงา 166 กรัม

ดังนั้นงาขาว 2750 กรัม จะได้ปริมาณน้ำมัน 900 กรัม หรือ 1 ลิตร

= $\frac{2750}{500}x2$

= 11 บาท

ในน้ำมัน 1 ลิตร จะต้องมีค่าใช้จ่ายไฟฟ้า 11 บาท

ข.2 อัตราการผลิตน้ำมันงาต่อวัน

ในการผลิตน้ำมันงาต่อวันจะใช้ค่าความเร็วรอบและดายที่ดีที่สุดจากตารางการทดลองมาใช้ในการคำนวณเปรียบเทียบกับการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน

ข.2.1 การทดลองเมล็ดงาขาว

อัตราการผลิตต่อวัน(8 ชั่วโมง) = $\frac{200}{22}x(8x60)$

= 4363 กรัมต่อวัน

แปลงหน่วยเป็นลิตร = 4.363 กก. X 0.9 กก.

= 3.926 ลิตร

ข.2.2 การทดลองเมล็ดงาดำ

อัตราการผลิตต่อวัน(8 ชั่วโมง) = $\frac{166}{10}x(8x60)$

= 7968 กรัมต่อวัน

แปลงหน่วยเป็นลิตร = 7.968 กก. X 0.9 กก.

= 7.170 ลิตร

ข.3 ประสิทธิภาพการบีบน้ำมันจากเมล็ดงา

จากทฤษฎีของงานั้น งาจะมีปริมาณน้ำมันอยู่โดยประมาณ 35-57% เมื่อจะหาประสิทธิภาพสูงสุดที่การบีบนั้นจำเป็นต้องใช้ค่าปริมาณน้ำมันงาที่บีบได้สูงที่สุดเทียบกับปริมาณน้ำมันงา โดยเฉลี่ยในเมล็ดงาจากทฤษฎี คือที่ 51%

1) ประสิทธิภาพการบีบน้ำมันจากเมล็ดงาขาว

$$= \frac{40\%}{51\%} \times 100$$

$$= 78.43\ \%$$

2) ประสิทธิภาพการบีบน้ำมันจากเมล็ดงาดำ

$$= \frac{33\%}{51\%} \times 100$$

$$= 64.7\ \%$$