รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษาเครื่องแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์มสำหรับกลุ่มเกษตรกร
Development separate machine of nut and kernel palm for farmer usage.

ผศ.ปัญญา แดงวิไลลักษณ์
นายอดิเรก สุริยะวงศ์
ผศ.ดร.ศิระ สายศร
ดร.นฤบดี ศรีสังข์
นางสาวศิริวรรณ พรรณราย

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2557
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษาเครื่องแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์มสำหรับกลุ่มเกษตรกร

Development separate machine of nut and kernel palm for farmer usage.

ผศ.ปัญญา แดงวิไลลักษณ์
นายอดิเรก สุริยะวงศ์
ผศ.ดร.ศิระ สายศร
ดร.นฤบดี ศรีสังข์
นางสาวศิริวรรณ พรรณราย

12700307

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2557
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การศึกษาเครื่องแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์มสำหรับกลุ่มเกษตรกร
แหล่งเงิน เงินงบประมาณแผ่นดิน
ประจำปีงบประมาณ 2557 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 777,900 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ ต.ค.56 ถึง ก.ย.57

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด

หัวหน้าโครงการ	ผศ.ปัญญา	แดงวิไลลักษณ์	วิทยาเขตชุมพรฯ
ผู้ร่วมโครงการวิจัย	นายอดิเรก	สุริยะวงศ์	วิทยาเขตชุมพรฯ
	ผศ.ดร.ศิระ	สายศร	วิทยาเขตชุมพรฯ
	ดร.นฤบดี	ศรีสังข์	วิทยาเขตชุมพรฯ
	นางสาวศิริวรรณ	พรรณราย	วิทยาเขตชุมพรฯ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาผลการแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์ม โดยมีมี 2 วิธี 1.แบบไซโคลน 2.แบบรางเขย่า ถังไซโคลนมีลักษณะด้านบนเป็นถังทรงกระบอกทำจากเหล็ก มีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร ความสูง 100 เซนติเมตร และหนา 4 มิลลิเมตร ถังด้านล่างมีลักษณะเป็นกรวยมีขนาดของด้านบนเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร ด้านบนเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ความสูง 100 เซนติเมตร และหนา 4 มิลลิเมตร ท่อทางออกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ทำการทดลองโดยปรับความยาวท่อแกนกลาง 110 และ 165 เซนติเมตร โดยปรับความเร็วลมทางเข้าที่ 22.2 27.7 และ 33.3 เมตรต่อวินาที จากผลการทดลองพบว่า ที่ความยาวท่อแกนกลาง 110 เซนติเมตร ไม่สามารถแยกกะลาออกมาได้ และที่ความยาวท่อแกนกลาง 165 เซนติเมตรและความเร็วลมทางเข้า 22.2 เมตรต่อวินาที มีประสิทธิภาพดีที่สุด ซึ่งแยกเมล็ดในออกจากกะลาได้ 0.886 กิโลกรัม ส่วนรางเขย่าทำจากเหล็กมีขนาด 110 x 200 เซนติเมตร ข้างในมีเหล็กเป็นรูปสามเหลี่ยมวางเป็นมุม 60 องศา โดยทดลองปรับระยะชักที่ 140 และ 220 เซนติเมตร โดยปรับความเร็วรอบการชักที่ 83 91 และ 100 รอบต่อนาที จากผลการทดลองที่ระยะชัก 220 เซนติเมตร และความเร็วรอบการชักที่ 69 รอบต่อนาที มีประสิทธิภาพดีซึ่งแยกเมล็ดในออกจากกะลาได้ 0.412 กิโลกรัม ซึ่งมีประสิทธิภาพถึง 87.7 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : ผลปาล์มน้ำมัน, เมล็ดในปาล์ม, กะลาปาล์ม, ถังไซโคลน , รางเขย่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: Development separate machine of nut and kernel palm for farmer usage

Researcher: Asst.Panya Daungviluilux, Mr.Adirek Suriyawong, Asst.Dr.Sira Saisorn, Dr.Narubode Sresong and Miss Siriwan Punnaray

Faculty: Prince of Chumphon Campus Department: Engineering

ABSTRACT

This research studied the effect separation of palm kernels and shells. The studied had 2 processes. 1.by cyclone 2. Shaker machine. The upper cyclone tank made of steel with size of diameter of 50 cm, height of 100 cm and thickness of 4 mm. The below cyclone tank had a cone the size of the top diameter of 50 cm and bottom diameter 20 cm, height 100 cm and a thickness of 4 mm. For outlet pipe with a diameter of 20 cm The experiment had used to the length of the core tube 110, and 165 cm by adjusting the wind speed at 27.7, 22.2 and 33.3 m/s. The results of core pipe length 110 cm could not be separated shell out. And the results pipe length 165 cm, and the wind speed of 22.2 m/s. Best performance of separates the seeds from the shell was 0.886 kg. Part 2. Shaker machine made of steel with size of 110x200 cm., Inside shape had triangle at an angle of 60 degrees. The experiment had used to strokes at 140 and 220 cm. by variable speed stroke 83, 91 and 100 rpm. The results of stroke 220 cm and a speed of 69 rpm., which effectively separates the palm kernels and shells was 0.412 kg, which is effective to 87.7 %.

Keywords : oil palm fruit; palm kernels; palm shells, cyclone tank, Shaker machine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องนี้สำเร็จได้เพราะความร่วมมือจากหลาย ๆ ฝ่ายด้วยกัน หน่วยงานแรกที่ต้องกล่าวขอบคุณก็คือ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ(NRPM) และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้รับทุนสนับสนุนทุนการวิจัยจากแหล่งทุน เงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2557 และ ขอบคุณคุณไชยรัตน์ เพชรคีรี เจ้าหน้าที่ประจำอาคารปฏิบัติการสาขาวิศวกรรมเครื่องกลที่ให้ความช่วยเหลือในการเบิก-ยืมและช่วยให้คำแนะนำ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายต่างๆ เช่นฝ่ายงานวิจัย ฝ่ายงานพัสดุ ฝ่ายงานแผนที่ช่วยสนับสนุนงานวิจัย ทั้งเรื่องขออนุมัติ เรื่องตั้งเบิกซื้อของ และอื่นๆ

หัวหน้าโครงการ ผศ.ปัญญา แดงวิไลลักษณ์
ผู้ร่วมโครงการวิจัย นายอดิเรก สุริยะวงค์
ผศ.ดร.ศิระ สายศร
ดร.นฤบดี ศรีสังข์
นางสาวศิริวรรณ พรรณราย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VI
สารบัญภาพ VII
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของโครงการ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย 2
1.3 ขอบเขตการดำเนินการ 2
1.4 การดำเนินงาน 3
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 3
บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์ 4
2.1 ประวัติความเป็นมาของอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม 4
2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ 4
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6
2.4 พันธุ์ปาล์มน้ำมัน 8
2.5 การจำแนกพันธุ์ปาล์มน้ำมัน 8
2.6 ลักษณะปาล์มน้ำมันพันธุ์ต่างๆ 9
2.7 กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 11
2.8 กระบวนการสกัดน้ำมันแบบมาตรฐาน 11
2.9 กระบวนการสกัดน้ำมันแบบทอดผลปาล์ม 12
2.10 กระบวนการหีบน้ำมันผสม 15
2.11 การใช้ประโยชน์ผลิตผลปาล์มน้ำมัน 16
2.12 ผลิตภัณฑ์น้ำมันปาล์ม 17
2.13 มาตรฐานน้ำมันปาล์ม 17
บทที่ 3 ทฤษฎีการออกแบบและการคำนวณ 21
3.1 กลไกในการจับอนุภาค 21
3.2 หลักการทำงาน 21
3.3 ชนิดของไซโคลน 22
3.4 คำนวณหาขนาดของมอเตอร์ 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.5 หลักการทำงานของไฮโดรไซโคลน 24
3.6 การใช้งานและข้อดีข้อเสียของไฮโดรไซโคลน 26
3.7 รูปแบบการไหลของของเหลวในอุปกรณ์ไฮโดรไซโคลนแบบไม่มีแกนโลหะ 27
3.8 ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณประสิทธิผลของไฮโดรไซโคลน 31
บทที่ 4 ส่วนประกอบและขั้นตอนการทดลองของเครื่องแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์ม 33
4.1 ส่วนประกอบของเครื่องแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์ม 33
4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 34
4.3 วิธีการทดลอง 37
บทที่ 5 ผลการทดลอง 39
5.1 ผลการทดลองเครื่องแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์มแบบไซโคลน 39
5.2 ผลการทดลองเครื่องแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์มแบบรางเขย่า 41
5.3 ลักษณะเมล็ดในกับกะลาปาล์มที่ถูกแยก 42
บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 43
6.1 สรุปผลการวิจัย 43
6.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน 43
6.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา 43
บรรณานุกรม 44
ภาคผนวก 45
ภาคผนวก ก ..... ตารางผลการทดลอง 46
ภาคผนวก ข ..... แบบเครื่องเครื่องอบเมล็ดปาล์มร่วงแบบประหยัดพลังงาน 49
ภาคผนวก ค ..... สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย 58
ประวัตินักวิจัย 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางเปรียบเทียบลักษณะพันธุ์ปาล์มน้ำมัน	10
2.2 ตารางผลการผลิตปาล์มน้ำมันของไทย ยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น	10
ก.1 ผลการทดลองความยาวท่อแกนกลาง 165 เซนติเมตร ความถี่ 22 Hz	47
ก.2 ผลการทดลองความยาวท่อแกนกลาง 165 เซนติเมตร ความถี่ 24 Hz	47
ก.3 ผลการทดลองความยาวท่อแกนกลาง 165 เซนติเมตร ความถี่ 26 Hz	47
ก.4 ผลการทดลองความยาวท่อแกนกลาง 110 เซนติเมตร ความถี่ 22 Hz	48
ก.5 ผลการทดลองความยาวท่อแกนกลาง 110 เซนติเมตร ความถี่ 24 Hz	48
ก.6 ผลการทดลองความยาวท่อแกนกลาง 110 เซนติเมตร ความถี่ 26 Hz	48

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 ลักษณะของเมล็ดปาล์ม	2
1.2 การอบผลปาล์มในปัจจุบัน ก.การบีบน้ำมันแบบแยกเนื้อกับเมล็ดใน ข.การบีบแบบรวมระหว่างเนื้อกับเมล็ดในปาล์ม ค.กระบวนการแบบทอดผลปาล์ม	2
2.1 ลักษณะส่วนประกอบของทะลายปาล์ม	4
2.2 ส่วนประกอบของทะลายปาล์ม	5
2.3 ส่วนประกอบในผลปาล์ม	5
2.4 ปาล์มน้ำมันพันธุ์ดูรา	9
2.5 ปาล์มน้ำมันพันธุ์ฟิสิเฟอรา	9
2.6 ปาล์มน้ำมันพันธุ์เทเนอรา	10
2.7 กระบวนการหีบน้ำมัน	12
2.8 กระบวนการหีบน้ำมันแบบทอดผลปาล์มในน้ำมัน	14
2.9 กระบวนการหีบน้ำมันผสม	16
3.1 ส่วนประกอบของไซโคลน	22
3.2 โครงสร้างของไฮโดรไซโคลน	25
3.3 ลักษณะการไหลภายในไฮโดรไซโคลน	25
3.4 ความเร็วในแนวสัมผัส(v_t) ที่ตำแหน่งต่างๆ ในส่วนกรวย	28
3.5 ความเร็วในแนวแกน (v_a) ที่ตำแหน่งต่างๆ ในสวนกรวย	29
3.6 ความเร็วในแนวรัศมี (v_r) ที่ตำแหนงต่างๆ ในสวนกรวย	30
3.7 การเกิด short circuit และ eddy flows	30
3.8 รูปแบบการไหลของของเหลวภายในไฮโดรไซโคลน	31
3.9 กราฟแสดงความจุกับปริมาณอัตราการไหลของอุปกรณ์ไฮโดรไซโคลน	32
4.1 ลักษณะโครงสร้างเครื่องแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์มแบบไซโคลน	33
4.2 รางเขย่าแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์ม	33
4.3 เมล็ดในกับกะลาปาล์ม	34
4.4 อินเวอร์เตอร์ขนาด 10 แรงม้า	34
4.5 เครื่องวัดความเร็วลม	35
4.6 เครื่องวัดความเร็วรอบ	35
4.7 มอเตอร์ ขนาด 1 แรงม้า	36
4.8 โบเวอร์	36
4.9 หัวกะโหลกท่อพยานาค	37
4.10 เครื่องแยกเศษกะลา	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
5.1	ผลการแยกส่วนต่างๆโดยน้ำหนัก แบบไซโคลนความยาวท่อแกนกลาง 165 เซนติเมตร	39
5.2	ผลการแยกส่วนต่างๆโดยน้ำหนัก แบบไซโคลนความยาวท่อแกนกลาง 110 เซนติเมตร	40
5.3	ปริมาตรการแยกส่วนต่างๆโดยน้ำหนัก	41
5.4	ปริมาตรการแยกส่วนต่างๆโดยน้ำหนัก	42
5.5	ลักษณะผลการแยก ก.เมล็ดในปาล์มที่ถูกแยกแล้ว ข.กะลาปาล์มที่ถูกแยกแล้ว	42
ข.1	แบบเครื่องแยกเศษแบบหมุน	50
ข.2	แบบเครื่องไซโคลน	51
ข.3	แบบเครื่องไซโคลนด้านล่าง	52
ข.4	แบบเครื่องไซโคลนด้านบน	53
ข.5	แบบหน้าแปลนด้านล่าง	54
ข.6	แบบหน้าแปลนด้านบน	55
ข.7	แบบเครื่องรางเขย่า	56
ข.8	แบบเครื่องร่อน	57

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของโครงการ

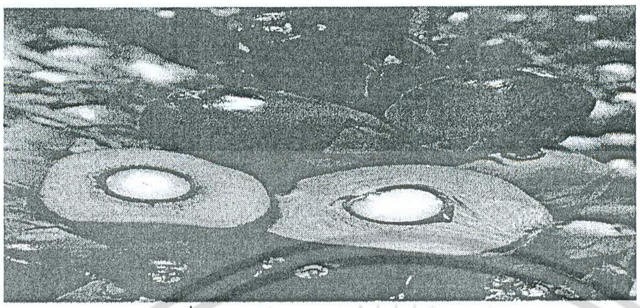
ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชน้ำมันอุตสาหกรรมชนิดเดียวของโลกที่สามารถให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่สูงกว่าพืชน้ำมันทุกชนิดดังภาพที่ 1.1 จากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ในปี 2556 2557และ2558 เนื้อที่เพาะปลูก และเนื้อที่เก็บเกี่ยวของปาล์มน้ำมัน 3.77, 4.15 และ 4.35ตามลำดับ โดยเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.81 และคาดว่าปี 2558 ผลผลิตปาล์มน้ำมันเดือนมิถุนายนจะมีประมาณ 1.196 ล้านตัน คิดเป็นน้ำมันปาล์มดิบ 0.203 ล้านตัน ลดลงจากผลผลิตปาล์มทะลาย 1.261 ล้านตัน น้ำมันปาล์มดิบ 0.214 ล้านตัน ของเดือนพฤษภาคม 2558 คิดเป็นร้อยละ 5.15 และร้อยละ 5.14 ตามลำดับ ราคาที่เกษตรกรขายได้เฉลี่ยทั้งประเทศราคาผลปาล์มทะลาย สัปดาห์นี้เฉลี่ย กก.ละ 4.36 บาท ลดลงจาก กก.ละ 4.37 บาท ในสัปดาห์ที่ผ่านมาร้อยละ 0.23ราคาขายส่งในตลาดกรุงเทพฯราคาน้ำมันปาล์มดิบ สัปดาห์นี้เฉลี่ย กก.ละ 27.60 บาท ลดลงจาก กก. 27.85 บาท ในสัปดาห์ที่ผ่านมาร้อยละ 0.90ภาวะการผลิต การตลาด และราคาในตลาดต่างประเทศราคาน้ำมันปาล์มดิบของมาเลเซียปรับตัวลดลงราคาซื้อขายล่วงหน้าน้ำมันปาล์มดิบตลาดมาเลเซียส่งมอบในเดือนกันยายน 2558 ลดลงอยู่ที่ระดับ 2,236 ริงกิตต่อตัน (603 ดอลลาร์สหรัฐฯ) ลดลงร้อยละ 2.4 โดยราคาน้ำมันปาล์มดิบของมาเลเซียปรับตัวลดลงตั้งแต่เดือนมีนาคม 2558 และในเดือนพฤษภาคม 2558 ปรับตัวลดลงอยู่ที่ระดับ 2,235 ริงกิตต่อตัน เนื่องจากมีความกังวลใจเกี่ยวกับผลผลิตถั่วเหลืองสหรัฐอเมริกาว่า ตลาดราคาซื้อขายล่วงหน้าน้ำมันถั่วเหลืองอ่อนตัวลงในเดือนกรกฎาคม 2558 ร้อยละ 0.7 ซึ่งราคาน้ำมันถั่วเหลืองปรับตัวลดลงตั้งแต่เดือนมกราคม 2558 ลดลงร้อยละ 1.2 อาจส่งผลกระทบต่อราคาน้ำมันปาล์มดิบและความต้องการใช้น้ำมันปาล์มดิบลดลงด้วยราคาในตลาดต่างประเทศ ตลาดมาเลเซีย ราคาซื้อขายล่วงหน้าน้ำมันปาล์มดิบสัปดาห์นี้เฉลี่ยตันละ 2,267.19 ดอลลาร์มาเลเซีย (20.77 บาท/กก.) ลดลงจากตันละ 2,332.59 ดอลลาร์มาเลเซีย (21.39 บาท/กก.) ในสัปดาห์ที่ผ่านมาร้อยละ 2.80ตลาดรอตเตอร์ดัม ราคาซื้อขายล่วงหน้าน้ำมันปาล์มดิบสัปดาห์นี้เฉลี่ยตันละ 661.88 ดอลลาร์สหรัฐฯ (22.39 บาท/กก.) ลดลงจากตันละ 663.75 ดอลลาร์สหรัฐฯ (22.49 บาท/กก.) ในสัปดาห์ที่ผ่านมาร้อยละ 0.28

ปัจจุบันการบีบน้ำมันปาล์มแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม [1] ดังภาพที่ 1.2 คือ 1. การบีบน้ำมันแบบแยกเนื้อกับเมล็ดใน(โรงงานขนาดใหญ่) ใช้หม้อต้มไอน้ำที่ 140 ℃ ระยะเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง มีกรดไขมันอิสระประมาณ 3-5 % มีการลงทุนสูง 2. การบีบแบบรวมระหว่างเนื้อกับเมล็ดในปาล์ม ใช้ความร้อนจากฟืน(ย่าง)ระยะเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง ได้น้ำมันเกรด B มีกรดไขมันอิสระประมาณ 7-15 % 3.กระบวนการแบบทอดผลปาล์ม เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นในประเทศไทยผลปาล์มจะถูกนำไปทอดในเกลียวด้วยน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิไม่เกิน 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 12 – 20 นาที โดยให้ความร้อนด้วยไอน้ำ โยงรอบรางลำเลียงนั้น วัตถุดิบจำพวกปาล์มร่วงก็จะถูกนำเข้ามาทอดตรงจุดนี้เช่นกัน จากนั้นผลปาล์มที่สุกแล้วจะถูกนำเข้าเครื่องบีบแบบเกลียวอัดคู่ น้ำมันที่บีบได้ก็จะถูกนำไปไล่ความชื้นในถังสุญญากาศที่อุณหภูมิ 80 – 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 30 – 60 นาที จากนั้นก็นำไปกรองผ่านเครื่องกรองแบบอัดหลายชั้น เพื่อแยกสิ่งสกปรกก่อนจะบรรจุถังเก็บต่อไป

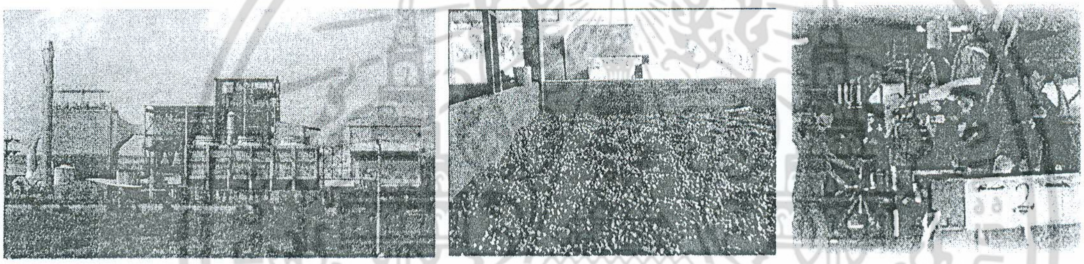
จากการศึกษาการสกัดน้ำมันปาล์มสำหรับกลุ่มเกษตรกรที่ต้องการผลิตน้ำมันปาล์มเพื่อเพิ่มมูลค่า สนใจในการผลิตน้ำมันแบบหีบรวม เพราะไม่มีน้ำเสีย งบลงทุนน้อย ดังนั้นงานวิจัยเรื่องนี้ทำการศึกษาเรื่องกระบวนการอบผลปาล์มร่วงโดยปรับปรุงกระบะอบผลปาล์มร่วงที่มีใช้ในปัจจุบัน ที่สามารถอบผลปาล์มครั้งละประมาณ 20 ตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยใช้เวลาอบประมาณ 1-2 วัน และน้ำมันที่ได้มีสีเข้ม และค่ากรดไขมันอิสระประมาณ 7-15% เชื้อเพลิงที่ใช้ ไม้ฟืน ปัญหาหลักที่พบในปัจจุบันคือ ผลปาล์มที่อบสุกไม่พร้อมกัน จำเป็นต้องใช้คนกลับกอง บางครั้งก็เกิดไฟลุก ความร้อนส่วนใหญ่จะสูญเสียไม่ได้กลับมาใช้ใหม่



ภาพที่ 1.1 ลักษณะของเมล็ดปาล์ม



ก. ข. ค.

ภาพที่ 1.2 การอบผลปาล์มในปัจจุบัน ก.การบีบน้ำมันแบบแยกเนื้อกับเมล็ดใน ข.การบีบแบบรวมระหว่างเนื้อกับเมล็ดในปาล์ม ค.กระบวนการแบบทอดผลปาล์ม

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1เพื่อทำการศึกษาและออกแบบเครื่องแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์มสำหรับกลุ่มเกษตรกรในการเปิดเขตการค้าเสรี

1.2.2เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับเมล็ดในของปาล์ม กะลาปาล์มเมื่อผ่านการแยกแล้ว

1.3 ขอบเขตการดำเนินการ

1.3.1เมล็ดปาล์มที่ใช้ สายพันธุ์ Tenera เป็นพันธุ์ลูกผสม(DxP) มีมากที่สุดในประเทศ

1.3.2ออกแบบและสร้างเครื่องแยกเมล็ดในปาล์มสำหรับกลุ่มเกษตรกรกำลังผลิตที่ 300 กก.ต่อชม.

1.3.3เมล็ดในปาล์มที่ใช้ผ่านการอบแห้งและเครื่องกะเทาะของทีมวิจัยหรือของกลุ่มเกษตรกร

1.3.4ออกแบบและสร้างเครื่องแยกเมล็ดในปาล์มกับกะลาโดยใช้หลักการของการสั่น ไฮโดรไซโคลน

1.3.5เมล็ดปาล์มที่ใช้มีขนาด 1.5-2 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 การดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล

1.4.2 ออกแบบเครื่องแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์ม

1.4.3 สร้างเครื่องแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์ม

1.4.4 ทำการทดลองและแก้ไข

1.4.5 สรุปและวิเคราะห์ผล

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 สามารถสร้างทางเลือกใหม่และสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่กลุ่มเกษตรกรได้

1.5.2 สามารถแยกเนื้อในกับกะลาปาล์มได้

1.5.3 สามารถสร้างเครื่องแยกเนื้อในกับกะลาปาล์มน้ำมันได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.5.4 สามารถใช้เวลาในการแยกเนื้อในกับกะลาปาล์มน้ำมันได้เร็วขึ้นและประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วรรณกรรมปริทรรศน์

2.1ประวัติความเป็นมาของอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่อยู่ในตระกูลปาล์มเช่นเดียวกับมะพร้าวซึ่งปาล์มน้ำมันมีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมอยู่ในทวีปแอฟริกาและปาล์มน้ำมันที่ขึ้นในแอฟริกาส่วนใหญ่นั้นเป็นพันธุ์ที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่าอีเลอิสกีนีนซีล

ปาล์มน้ำมันได้ถูกนำเข้ามาปลูกในทวีปเอเชียเป็นครั้งแรกในประเทศอินโดนีเซีย และถัดมาอีกไม่กี่ปีก็มีการนำมาปลูกในเชิงธุรกิจในประเทศมาเลเซีย จนกระทั่งมาเลเซียได้กลายเป็นผู้ส่งออกน้ำมันปาล์มรายใหญ่ที่สุดของโลกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2508 เป็นต้นมา

สำหรับในประเทศไทยนั้น พบว่าได้มีผู้นำปาล์มน้ำมันเข้ามาปลูกที่จังหวัดสงขลา แล้วต่อมาได้มีการปลูกปาล์มน้ำมันในเชิงการค้าเป็นครั้งแรกในจังหวัด กระบี่ และสตูล โดยนำปาล์มมาจากมาเลเซียทั้งหมดซึ่งต่อมาได้มีการปลูกสวนปาล์มกันอย่างแพร่หลายในภาคใต้และชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกของอ่าวไทย

2.2ลักษณะทางพฤกษศาสตร์[3]

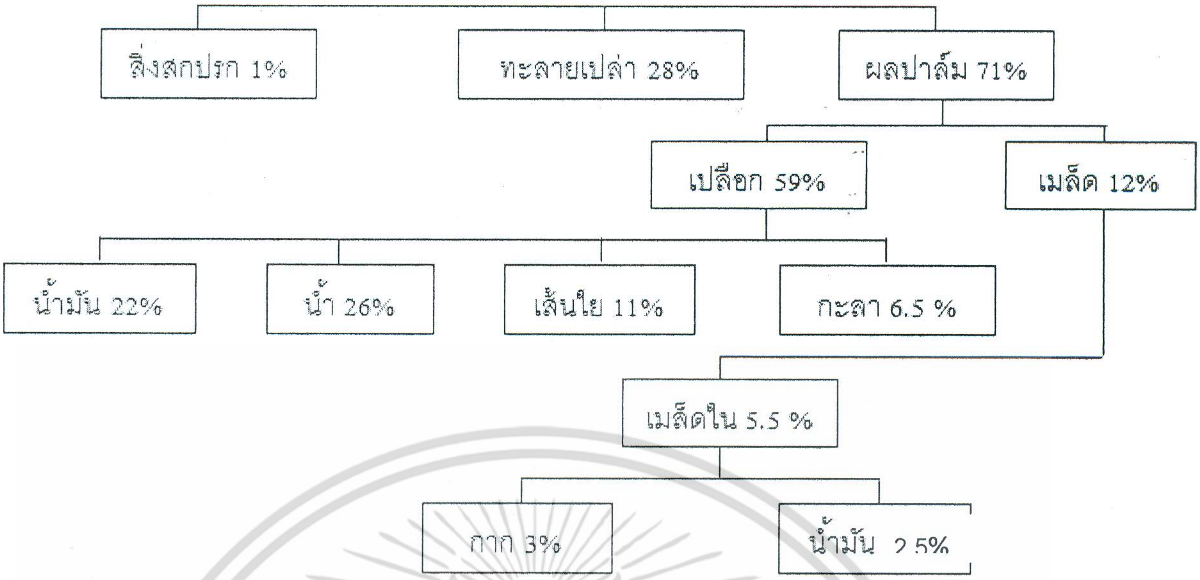
2.2.1ส่วนประกอบของทะลายปาล์มสด

ทะลายปาล์มสดจะประกอบไปด้วย ทะลายเปล่า ผลปาล์ม ภายในผลจะประกอบด้วยส่วนของชั้นเปลือกซึ่งชั้นนี้จะมีปาล์มน้ำมัน จากชั้นเปลือกจะมีกะลาหุ้มเมล็ดในอยู่ ภายในเมล็ดในจะมีน้ำมันอีกชนิดหนึ่งเรียกว่า น้ำมันเมล็ดในดังภาพที่ 2.1

ภาพที่ 2.1ลักษณะส่วนประกอบของทะลายปาล์ม[3]

ปริมาณน้ำมันจากเปลือกซึ่งจะเป็นตัวที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูงสุดนั้น จะมีปริมาณแตกต่างกันไปตามอายุของปาล์ม ตลอดจนการดูแลรักษา ซึ่งในกรณีที่ปาล์มมีอายุน้อยจะมีปริมาณน้ำมันจากเปลือกน้อยตามด้วย สำหรับปาล์มเทเนอร่าอายุเกิน 8 ปีขึ้นไป มีส่วนประกอบโดยประมาณ ดังภาพที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่2.2 ส่วนประกอบของทะลายปาล์ม [1]

2.2.2 ผลปาล์มน้ำมัน

ผลปาล์มน้ำมันมีลักษณะเป็นผลเมล็ดแข็งไม่มีก้านผล (Sessile Drupe) รูปร่างหลายแบบ ตั้งแต่รูปเรียวแหลมจนถึงรูปไข่ หรือรูปยาวรี ความยาวผลอยู่ระหว่าง 2-5 เซนติเมตร น้ำหนักผลมีตั้งแต่ 3 กรัม จนถึงมากกว่า 30 กรัม

ผลปาล์มน้ำมันประกอบด้วยเปลือกนอก ซึ่งมีผิวเปลือก (Exocarp) สีเขียวอมดำเมื่อยังอ่อน และเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมแดงเมื่อสุกแล้ว ชั้นเปลือก (Mesocarp) เป็นเนื้อเยื่อเป็นเส้นใยสีส้มแดงเมื่อสุกและมีน้ำมันอยู่ในชั้นนี้ ส่วนที่ 2 คือเมล็ดประกอบด้วยชั้นกะลา (Shell หรือ Endocarp) และเนื้อในสีขาวจำนวน 1-3 อัน ซึ่งมีน้ำมันอยู่มีคุณสมบัติคล้ายน้ำมันมะพร้าว

ภาพที่2.3ส่วนประกอบในผลปาล์ม[3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับไฮโดรไซโคลนนั้นได้มีการทำมาอย่างต่อเนื่องซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาพฤติกรรมและลักษณะการไหลภายในไฮโดรไซโคลนเพื่อที่จะนำไปสู่การปรับปรุงให้มีประสิทธิผลในการแยกอนุภาคให้ดียิ่งขึ้น

ผลงานวิจัยของนักวิจัยบางกลุ่ม ที่ได้ทำการศึกษาการออกแบบไฮโดรไซโคลน ได้แก่(Lynch. 1968; Rao. 1975; Plitt. 1971; Plitt. 1976 ; Schubert; & NeeBe. 1980; และSvarovsky. 1980; Svarovsky. 1984)สมการในการออกแบบจากงานวิจัยเหล่านี้มีพื้นฐานมาจากการทดลอง และสังเกตพฤติกรรมของไฮโดรไซโคลน และเกิดจากความสัมพันธ์ทางสถิติของข้อมูลจำนวนมาก แต่ก็ยังไม่สามารถอธิบายถึงพื้นฐานกลไกทางกายภาพ ของการไหลของของไหลในไฮโดรไซโคลนได้ เพราะสมการมีค่าคงที่ซึ่งเป็นข้อจำกัดและคุณสมบัติจำเพาะในแต่ละระบบดังนั้นสมการและค่าคงที่จำเพาะเหล่านี้จึงไม่สามารถใช้ในการออกแบบกับระบบของผสมอื่นได้

Svarovsky [4] กล่าวถึงการออกแบบไฮโดรไซโคลนนั้นต้องพิจารณาปัจจัยหลายอย่างซึ่งส่งผลกระทบต่อประสิทธิผลในการแยกของผสม เช่น การลดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทางออกด้านบนของไฮโดรไซโคลน (Vortex finder)สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิผลในการแยกแต่จะมีผลทำให้ใช้สารป้อนได้ปริมาณน้อยลง นอกจากนี้ Svarovskyได้เสนอถึงการนำไฮโดรไซโคลนหลายๆตัวมาต่อเข้าด้วยกันเป็นอนุกรมและระบบที่มีการนำของผสมกลับมาแยกใหม่ (Recycle)พบว่าทั้งสองระบบสามารถเพิ่มประสิทธิผลในการแยกของผสมได้ดีขึ้น

Podd; & et al. [5] ทำการวิจัยเพื่อศึกษาว่าแกนอากาศของไฮโดรไซโคลนมีผลต่อประสิทธิผลการทำงานของไฮโดรไซโคลน ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแกนกลางโดยใช้คลื่น Ultrasonic เข้ามาช่วยวิเคราะห์การเปลี่ยนขนาดของแกนกลางซึ่งก็ได้ผลว่าเมื่อเส้นผ่านศูนย์กลางของแกนกลางไฮโดรไซโคลนเปลี่ยนแปลงจะมีผลต่อประสิทธิผลการทำงานของไฮโดรไซโคลน

จากงานวิจัยของ Kraipech [6] ซึ่งได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบไฮโดรไซโคลน สมการการออกแบบจะสามารถนำมาใช้ในการออกแบบได้ ต้องอาศัยข้อมูลจากการทดลอง ได้แก่ ค่าคงที่ต่างๆ ในระบบไฮโดรไซโคลน ซึ่งปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องใน5กระบวนการนี้ได้แก่ความดันลด อัตราการไหล ขนาดของไฮโดรไซโคลน และ คุณสมบัติการไหลของสารป้อนการจำลองการไหลด้วยวิธีการคำนวณเชิงตัวเลข เพื่อศึกษาพฤติกรรมการไหลในไฮโดรไซโคลนได้ทำการวิจัยโดยนักวิจัยหลายกลุ่มเช่น Kraipch. (2002), Chine; & Concha.(2000) และ Dai; & et al. (1999)วิธีนี้สามารถอธิบายถึงพื้นฐานกลไกทางกายภาพของการไหลในไฮโดรไซโคลนได้ ผลจากการจำลองการไหลนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการออกแบบอุปกรณ์ไฮโดรไซโคลนได้แต่อย่างไรก็ตามต้องมีการเปรียบเทียบผลการจำลองกับผลการทดลองจริง เพื่อตรวจสอบความแม่นยำในการคำนวณ

Chu ; & et. al. [7]ได้นำแท่งสี่แฉก (winged core) มาใส่ไว้ในไฮโดรไซโคลนเพื่อกำจัดแกนอากาศภายในไฮโดรไซโคลน โดยการวัดความเร็วเชิงมุมภายในไฮโดรไซโคลน แต่ไม่ได้ทำการทดสอบด้วยของผสม โดยรายงานว่า การทำงานของไฮโดรไซโคลนที่ปรับปรุงแล้วมีประสิทธิผลดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับไฮโดรไซโคลนทั่วไปและ Chu; & et. al. (2004)ได้ศึกษาพลศาสตร์ของการไหลภายในไฮโดรไซโคลนโดยการใช้เทคนิค Laser Doppler Anemometry(LDA) วัดความเร็วในการไหล โดยได้นำแกนโลหะมาใส่ในไฮโดรไซโคลนแทนแกนอากาศและให้แกนโลหะอยู่นิ่งเปรียบเทียบกับไฮโดรไซโคลนแบบธรรมดา พบว่าไฮโดรไซโคลนที่ใส่แกนโลหะให้ประสิทธิผลในการแยกดีกว่าไฮโดรไซโคลนแบบธรรมดา และเนื่องจากการทำงานของไฮโดรมีประสิทธิผลในการแยกดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S.O. Jekayinfa[8] "Development of equations for estimating energy requirementsin palm-kernel oil processing operations" A study was conducted to determine the energy consumption in palm-kernel oil (PKO) processing operations as carried out in nine PKO mills in Nigeria. The mills were equally stratified into three categories to represent different mechanization levels and production capacities. Mathematical expressions were developed to evaluate the energy requirement for each of the seven readily defined unit operations, namely: palm-nut drying, palm-nut cracking, palm-kernel crushing, palm-kernel roasting, PKO expression, PKO sifting and PKO bottling/pumping. The equations were exploited to compute energy expenditure by the mills using measured input data. Empirical equation was developed for each unit operation to relate energy requirement to palm-nut/kernel input. The application test of the equations indicated that about 352 MJ, 232 MJ and 177 MJ was averagely needed to process 1000 kg of palm-nut in the small, medium and largescale mill, respectively, while energy requirement for each unit operation in each mill category was also estimated.

C. O. Akubuo[9] "Palm Kernel and Shell Separator" Based on relevant physical properties of palm kernels and shells, a separator was designed to remove the palm kernels from the shells. The separator has two sections: one to remove and collect the shells; and a second to collect the kernels. The separator is power-driven and can reciprocate at three di!erent crank speeds of 93, 120 and 200 min^{-1} and "ve crank radii of 20, 25, 35, 40 and 45 mm. At the crank speed of 93 min^{-1} and crank radiusof 35 mm, kernel purity was 82%, kernel recovery 86)2% and separation e$ciency 82)1%. The capacity of the separator is 446 kg h^{-1} against a manual hand-picking rate of 60 kg h^{-1} that characterize the dry method of separation in local palm kernel oil mills in Nigeria.

R. Akinoso[10] "Physical properties of fruit, nut and kernel of oil palm" Physical properties of Tenera and Dura varieties of palm fruits, nuts and kernels were determined at 3 levels of moisture content (5, 8, 11% w.b.) and temperature (40, 60, 80°C) using standardmethods.Obtained datawere subjected to regression analysis and ANOVA. The moisture content and temperature effects on mass and force at break point of palm fruit, nut and kernel of the two varieties were significant at p£0.05. Sphericity was not significantly (p£0.05) dependent on treatment. Studied properties of both varieties showed similar trends but differed in quantity. Shapes of Tenera fruits and Dura nut were close to ovate shape while Dura fruit, kernel and Tenera nut and kernel were close to a sphere in shape. Quantity of energy required to compress a kernel was the highest, followed by mesocarp pressing and cracking of the nuts.

กฤษดา อาภาทองรัตน์ และคณะ [11] การศึกษาผลของประสิทธิภาพการแยกของแข็งออกจากของเหลวโดยชุดทดลองไฮโดรไซโคลนที่ต่อแบบอนุกรม โดยวางแผนการทดลองดังนี้ เปรียบเทียบผลการทดลองโดยอัตราการไหลของของไหล อนุภาคของของแข็งและเปอร์เซ็นต์ของของแข็งเป็นตัวแปร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำคัญ พบว่าอัตราการไหลมากส่งผลถึงประสิทธิภาพการแยกที่ดีกว่าอัตราการไหลน้อยและของแข็งที่มีอนุภาคขนาดใหญ่พบว่าประสิทธิภาพการแยกดีกว่าของแข็งที่มีขนาดเล็ก ส่วนเปอร์เซ็นต์ของของแข็งได้ทำการทดลองที่ 0.1, 0.2, และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ของแข็ง พบว่าที่เปอร์เซ็นต์ของแข็งน้อยส่งผลให้อนุภาคของแข็งตกค้างในระบบการทำงานก่อนที่จะไปถึงกระบวนการแยกของผสมดังนั้นของแข็งที่มีเปอร์เซ็นต์มากจะตกค้างในระบบแต่ยังเหลือของแข็งอยู่มากสำหรับกระบวนการแยกของผสม

Hideto Yoshida[12] . "Effect of blade rotation on particle classification performance of hydro-cyclones." The effects of top blade rotation of hydro-cyclones on particle classification performance were examined experimentally and via a simulation study. It was noticed that the cut size of a hydro-cyclone decreases as the rotational speed of the top plate increases. Compared to the standard case without rotation, the accuracy of classification with top plate rotation increases under the wide range of operational conditions. Newly proposed type-D cyclones with a special blade indicated the smallest cut size with a high accuracy of classification. The increase of classification accuracy is due to the production of outward radial flow near the top plate and this result was simulated by a CFD calculation. The computer simulation also agreed qualitatively with the experimental data.

2.4 พันธุ์ปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันมีมากมายหลายพันธุ์และแต่ละพันธุ์ก็มีความแตกต่างกันไปโดยผลผลิตก็จะให้แตกต่างกัน คุณภาพไม่เหมือนกัน ขนาดและรูปร่างสีสันของผลก็แตกต่างกันพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ปลูกเป็นการค้า

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชจัดอยู่ในสกุล Elaeis สามารถแบ่งออกได้ 3 ชนิด (Species) คือ Elaeis-Gineensis E. Oleiferaและ E. OdoraHardonได้กล่าวถึงถิ่นกำเนิดของปาล์มน้ำมันทั้ง3ชนิด สรุปได้ดังนี้ [2]

2.4.1 ElaeisGineensisปาล์มน้ำมันในกลุ่มนี้มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจ ปัจจุบันมีถิ่นฐานดั้งเดิมอยู่ในแอฟริกาตอนกลางและตะวันตก

2.4.2 ElaeisOleifera(ชื่อเดิม คือ E. Melanococcaหรือ CorozoOleifera) กลุ่มพันธุ์นี้มีถิ่นกำเนิดอยู่ทางเหนือของลุ่มแม่น้ำอาเมซอนของอเมริกาใต้ ไม่นิยมปลูกเป็นการค้า เนื่องจากการเจริญเติบโตช้าผลเล็ก

2.4.3 ElaeisOdora(ชื่อเดิม คือ BarullaOdora) อยู่แถบแม่น้ำอาเมซอน

2.5การจำแนกพันธุ์ปาล์มน้ำมัน

โดยพิจารณาลักษณะผลดังต่อไปนี้[2]

2.5.1 สีผิวเมื่อดิบ มี 2 ลักษณะ คือ สีเขียว (Nigrescens) และมีสีดำ (Virescens)

2.5.2 สีของเปลือกนอกเมื่อสุก มี 2 ลักษณะ คือ สีเหลืองซีด (Albescens) และสีส้มแดง

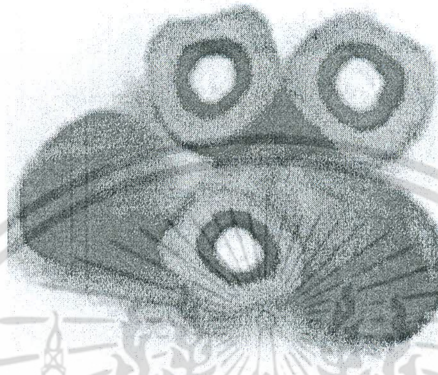
2.5.3 รูปร่างผล มี 2 ลักษณะ คือ ปกติ และมีเปลือกนอกผิดปกติ (Mantled Fruit)

2.5.4 ความหนาของกะลา มี 3 ลักษณะ คือ หนา (Dura) บาง (Tenera) และไม่มีกะลา (Pisifera)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

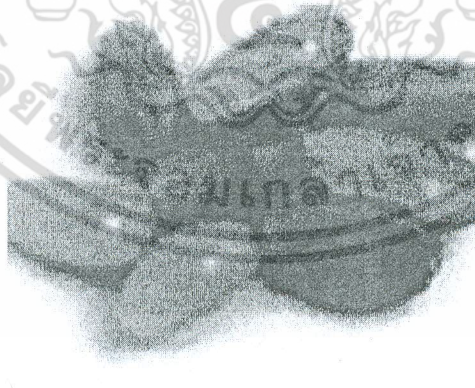
2.6ลักษณะปาล์มน้ำมันพันธุ์ต่างๆ [2]

2.6.1พันธุ์ดูรา (Dura) เป็นพันธุ์ที่มีกะลาหนาประมาณ 2-8 มิลลิเมตร มีชั้นเปลือกนอกที่ให้น้ำมัน (mesocarp) ประมาณ 35-60% ของน้ำหนักผลปาล์ม พันธุ์ดูราที่มีกะลาหนามาก ๆ เรียกว่า มาโครคายา (macrocarya) คือกะลาหนาประมาณ 6-8 มิลลิเมตร พันธุ์ดูรานี้พบมากแถบตะวันออกไกล เช่น พันธุ์เดลีดูรา (Deli dura) ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตค่อนข้างสูง ปัจจุบันพันธุ์ดูรา มักใช้เป็นต้นแม่สำหรับปรับปรุงพันธุ์เพื่อผลิตลูกผสมเป็นการค้า



ภาพที่2.4 ปาล์มน้ำมันพันธุ์ดูรา [2]

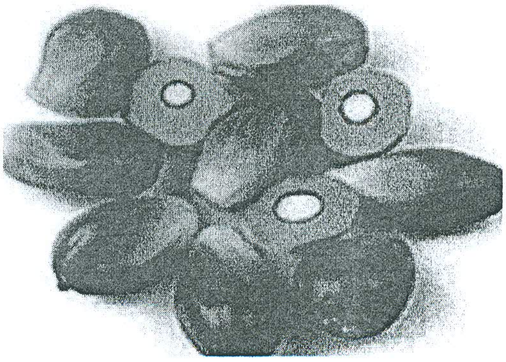
2.6.2พันธุ์ฟิสิเฟอรา (Pisifera) เป็นพันธุ์ที่มีกะลาบางมาก หรือบางครั้งไม่มีกะลา เมล็ดในเล็ก ขนาดผลเล็ก ช่อดอกตัวเมียมักเป็นหมัน ผลผลิตทะลายต่อต้นต่ำไม่เหมาะที่จะปลูกเป็นการค้า นิยมใช้พันธุ์ฟิสิเฟอราเป็นต้นพ่อสำหรับผลิตพันธุ์ลูกผสม



ภาพที่ 2.5 ปาล์มน้ำมันพันธุ์ฟิสิเฟอรา [2]

2.6.3พันธุ์เทเนอรา (Tenera) เป็นลูกผสมระหว่างพันธุ์แม่ดูราและพันธุ์พ่อฟิสิเฟอรา เป็นพันธุ์ที่มีกะลาบางประมาณ 0.5-4 มิลลิเมตร มีปริมาณของ mesocarp 60-90% ของน้ำหนักผลผลผลิตทะลายสูง จึงนิยมปลูกเป็นการค้าในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.6 ปาล์มน้ำมันพันธุ์เทเนอรา [2]

ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบลักษณะพันธุ์ปาล์มน้ำมัน[2]

ตารางเปรียบเทียบลักษณะพันธุ์ปาล์มน้ำมัน			
ลักษณะ	ดูรา(แม่)	ฟิสิเฟอรา(พ่อ)	เทเนอรา(ลูก)
1. ความหนากะลา (มิลลิเมตร)	2-8	บางมาก	0.5-4
2. เส้นใยรอบกะลา	ไม่มี	มี	มี
3. เปลือกนอก/ผล (%)	60-65	92-97	60-90
4. กะลา/ผล (%)	25-30	บางมาก	8-15
5. เนื้อใน/ผล (%)	4-20	3-8	3-28
6. น้ำมัน/เปลือกนอก (%)	50	30	50
7. เปอร์เซนต์น้ำมัน/ทะลาย	18-19.5	25-30	22.5-25.5

ตารางที่ 2.2 ตารางผลการผลิตปาล์มน้ำมันของไทย ยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง

	2552	2553	2554	2555	2556	อัตราเพิ่ม	2557 f
เนื้อที่ให้ผล (ล้านไร่)	3.19	3.55	3.75	3.98	4.09	6.3%	4.27
ผลผลิต (ล้านตัน)	8.16	8.22	10.78	11.33	12.42	12.3%	13.60
ผลผลิตต่อไร่ (กก./ไร่)	2,561	2,315	2,876	2.844	3.033	5.6%	3.187

Source: OAE, KResearch

- ปาล์มน้ำมันที่ปลูกในปี 2551-2553 ให้ผลผลิตมากขึ้น
- เป้าหมายการขยายพื้นที่ปลูกทั้งในพื้นที่ใหม่ และปลูกทดแทนในสวนเก่า ภายใต้แผนพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์มน้ามันและน้ามันปาล์ม ปี 2557-2564 รวมไปถึงการฟื้นฟุสวนปาล์มเดิม รับแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก 25% ใน 10 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

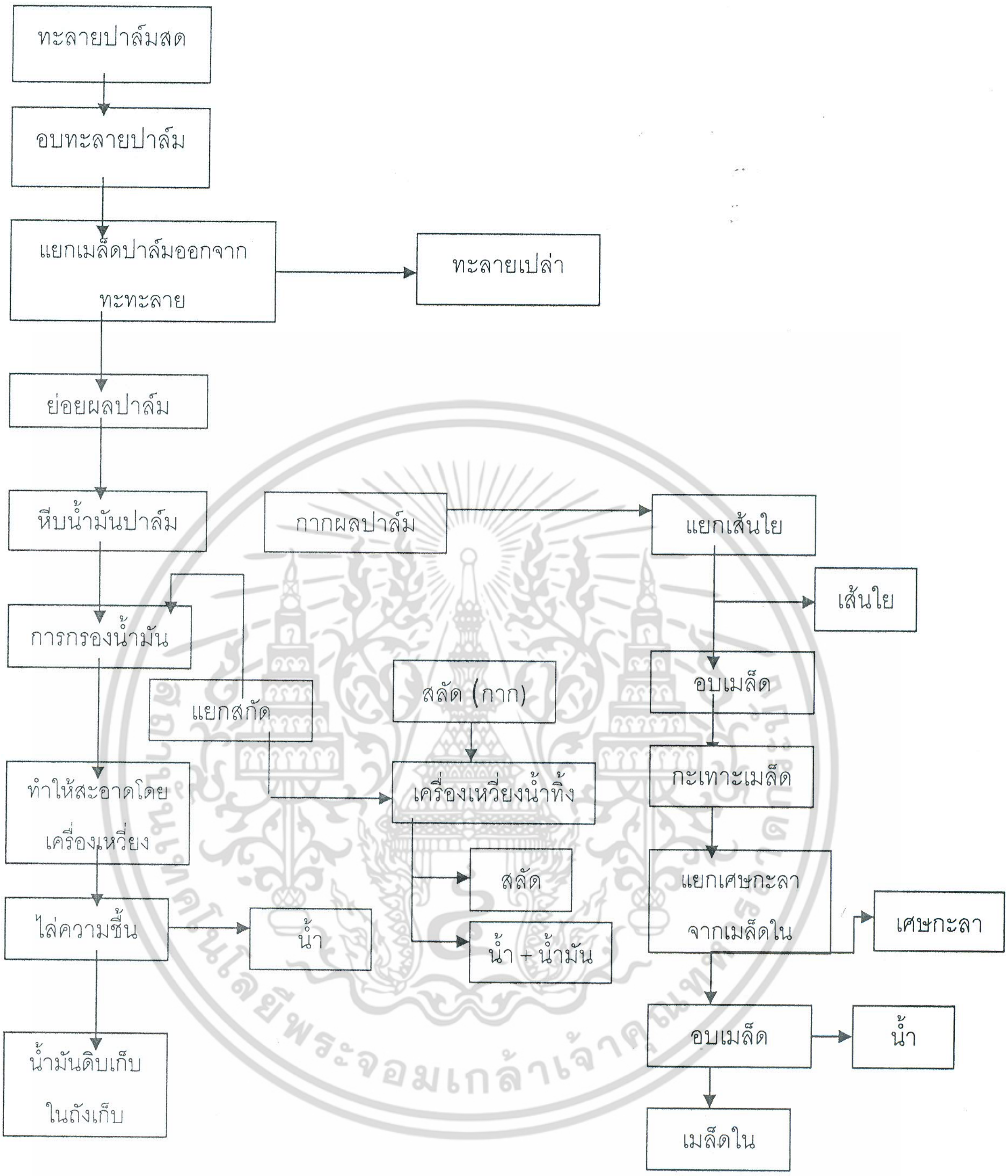
การสกัดน้ำมันปาล์มดิบจากทะลายปาล์มสดนั้น ได้เริ่มมีมาตั้งแต่สมัยโบราณ โดยชาวพื้นเมืองได้นำเอาผลปาล์มจากป่ามาบีบเอาน้ำมันออกมาด้วยวิธีการง่ายๆ เช่น นำผลปาล์มมาต้มกับน้ำแล้วใส่ครกตำ จากนั้นก็นำไปต้มกับน้ำร้อน เพื่อแยกน้ำมันออกมาซึ่งได้ประสิทธิภาพต่ำมาก เครื่องหีบน้ำมันปาล์มในยุคแรกๆ มีหลายแบบ เช่น เครื่องบีบน้ำมันแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง เครื่องบีบแบบไฮโดรลิกด์และเครื่องบีบแบบเกลียวอัด บางแบบได้เลิกใช้กันไปแล้ว และบางแบบก็ได้รับการพัฒนาเพิ่มเติมจนใช้กันแพร่หลายในปัจจุบัน

2.8 กระบวนการสกัดน้ำมันแบบมาตรฐาน

กระบวนการผลิตแบบนี้เป็นกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มแบบมาตรฐาน ซึ่งเครื่องจักร และเทคโนโลยีล้วนนำเข้ามาจากต่างประเทศทั้งสิ้น โรงงานประเภทนั้นเริ่มตั้งขึ้นครั้งแรกที่จังหวัด กระบี่ในราวปี พ.ศ. 2517 และต่อมาก็ได้มีการสร้างและอยู่ระหว่างดำเนินการก่อสร้างอีกรวมทั้งสิ้นเกือบ 20 โรงงาน โรงงานเหล่านี้จะมีกำลังการผลิตตั้งแต่ 10 ถึง 40 ตันทะลายต่อชั่วโมง และแต่ละโรงงานจะมีสวนปาล์มของตนเองตั้งแต่ 10,000 ไร่ ขึ้นไป โรงงานเหล่านี้จะใช้เงินทุนค่อนข้างสูง คือ ประมาณ 50 – 100 ล้านบาท

กระบวนการผลิตเริ่มจากนำทะลายปาล์มสดมาอบไอน้ำที่อุณหภูมิระหว่าง 120 – 130 องศาเซลเซียส มีความดันประมาณ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลาประมาณ 45 นาที การอบทะลายมีจุดมุ่งหมายที่จะหยุดปฏิกิริยา ไลโปไลซีส ที่ทำให้เกิดกรดไขมันอิสระในผลปาล์มทำให้ผลปาล์มอ่อนนุ่มและขั้วหลุดทะลายได้ง่ายทะลายปาล์มที่ถูกอบจะถูกนำไปป้อนเข้า เครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลายปาล์มซึ่งส่วนใหญ่เป็นเครื่องโรตารี่ หมุนด้วยความเร็วรอบประมาณ 23 รอบต่อนาที ทะลายปาล์มจะถูกลำเลียงไปเข้าเตาเผาทะลายเพื่อทำปุ๋ยต่อไป ส่วนผลก็จะถูกนำไปย่อยด้วยเครื่องย่อยผลปาล์มซึ่งมีลักษณะเป็นถังกระบอก ข้างในมีใบพัดกวนผลปาล์มให้ฉีกย่อยออกจากเมล็ดและเซลล์น้ำมันแตกตัวออกมาเพื่อง่ายต่อการบีบแบบเกลียวอัดซึ่งส่วนมากเป็นแบบเกลียวอัดคู่ ที่ทำงานอัตโนมัติน้ำมันปาล์มที่สกัดได้จะถูกส่งไปเข้าเครื่องกรองซึ่ง จะแยกน้ำมันออกจากน้ำเศษใยและสิ่งสกปรกอื่นๆ ในครั้งแรกแล้วนำไปเข้าเครื่องเหวี่ยงเพื่อแยกน้ำมันให้สะอาดขึ้นจากนั้นจะนำไปไล่ความชื้นให้ได้มาตรฐาน แล้วนำไปเก็บไว้ในถังเก็บน้ำมันขนาดใหญ่เพื่อเตรียมส่งจำหน่ายโรงกลั่นน้ำมันบริสุทธิ์ต่อไป กระบวนการการผลิตได้แสดงไว้ ดังภาพที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.7 กระบวนการหีบน้ำมัน [1]

2.9 กระบวนการสกัดน้ำมันแบบทอดผลปาล์ม

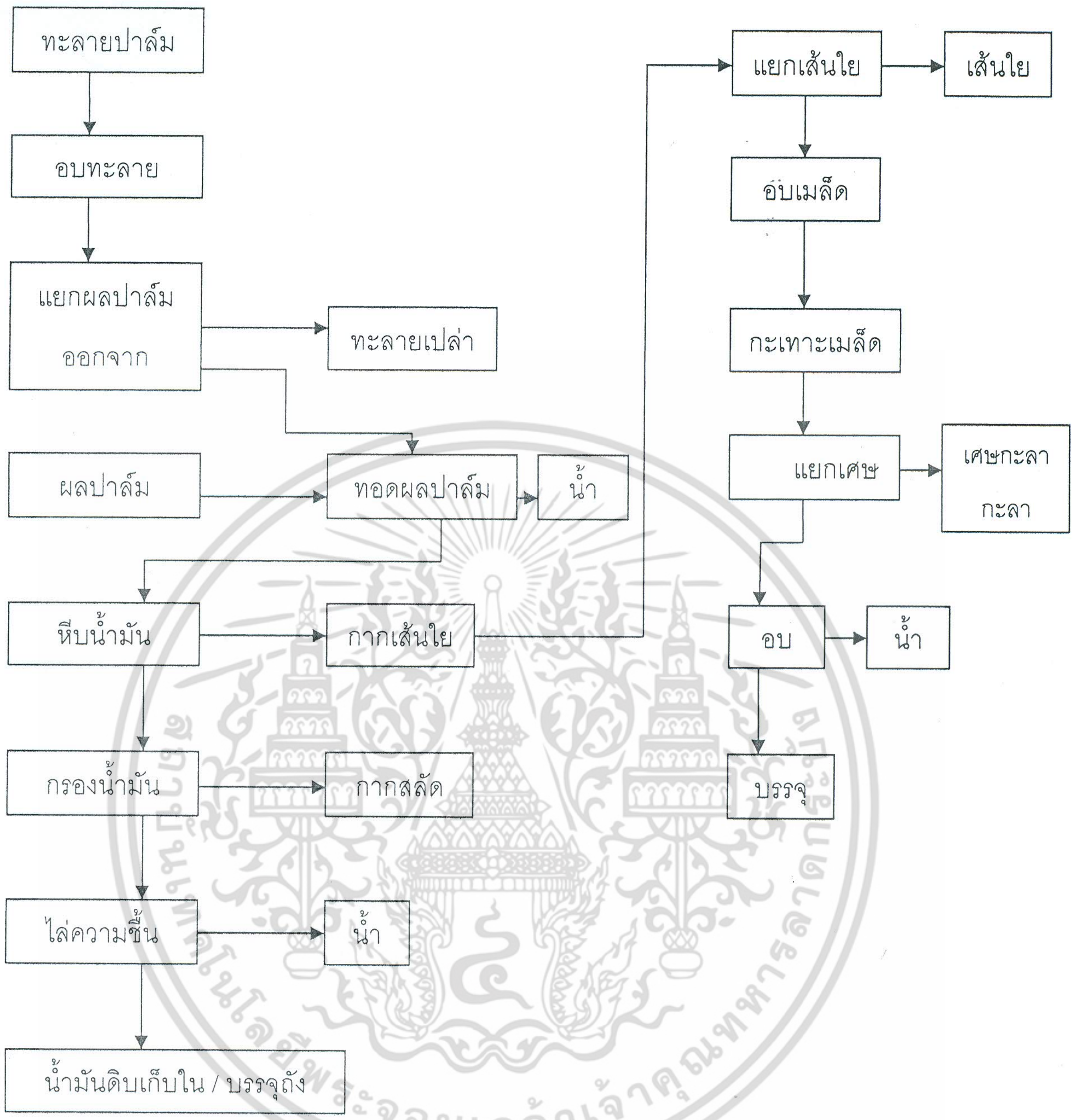
กระบวนการแบบทอดผลปาล์ม เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นในประเทศไทยโดย นายชาญ และนายชิด ลิ่มวรพันธุ์ เมื่อประมาณปี พ.ศ. 2522 ปัจจุบันมีโรงงานประเภทนี้เพียงโรงงานเดียว คือ บริษัท ตรังสหปาล์มออยล์ จำกัด อำเภอเมือง จังหวัดตรัง ซึ่งมีกำลังการผลิตประมาณ 5 ตันทะลายต่อชั่วโมง ใช้เงินลงทุนประมาณ 10 ล้านบาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการผลิตของโรงงานประเภทนี้สามารถใช้วัตถุดิบทั้งในรูปของทะลายปาล์มสดและปาล์มร่วง วัตถุดิบพวกทะลายสดจะนำมาเข้าเครื่องอบทะลายเช่นเดียวกัน ต่อจากนั้นผลปาล์มจะถูกนำไปทอดในเกลียวด้วยน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิไม่เกิน 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 12 – 20 นาที โดยให้ความร้อนด้วยไอน้ำ โยงรอบรางลำเลียงนั้น วัตถุดิบจำพวกปาล์มร่วงก็จะถูกนำเข้ามาทอดตรงจุดนี้เช่นกัน จากนั้นผลปาล์มที่สุกแล้วจะถูกนำเข้าเครื่องบีบแบบเกลียวอัดคู่ เช่นเดียวกับโรงงานประเภทแรก น้ำมันที่บีบได้ก็จะถูกนำไปไล่ความชื้นในถังสุญญากาศที่อุณหภูมิ 80 – 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 30 – 60 นาที จากนั้นก็นำไปกรองผ่านเครื่องกรองแบบอัดหลายชั้น เพื่อแยกสิ่งสกปรกก่อนจะบรรจุถังเก็บต่อไป ส่วนกากปาล์มก็จะนำแยกเอาเมล็ดในออกด้วยขั้นตอนเช่นเดียวกันกับประเภทแรกกระบวนการผลิตได้แสดงไว้ใน ดังภาพที่ 2.8

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



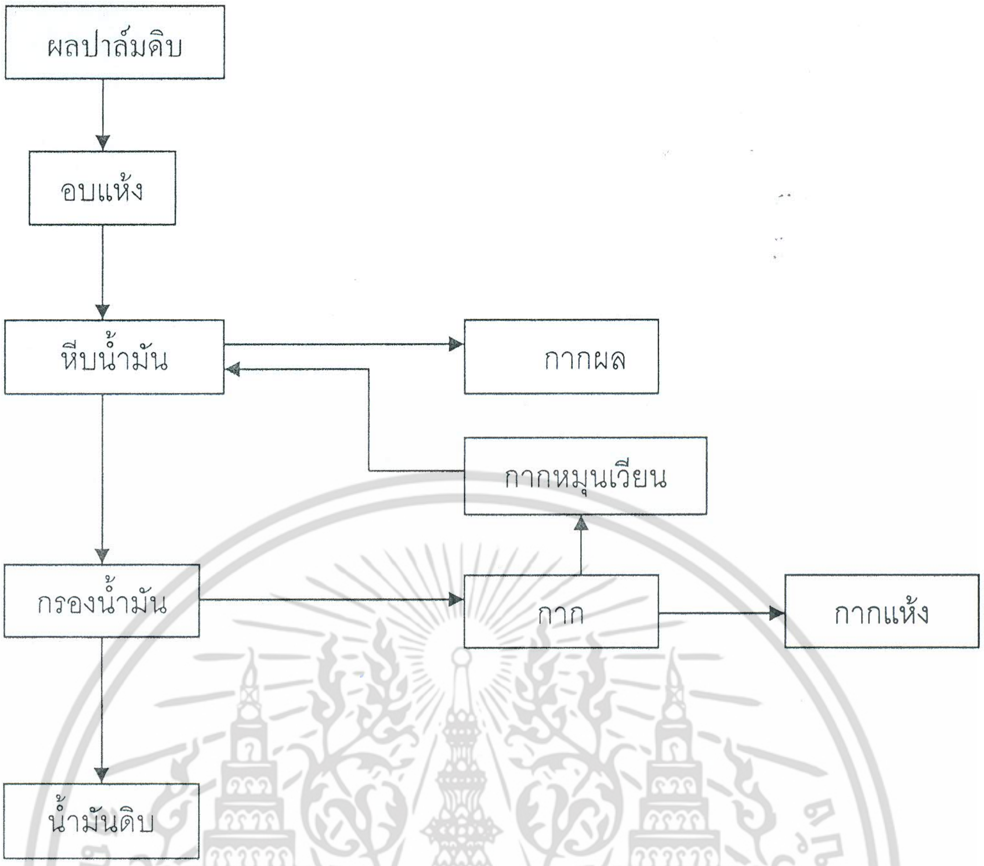
ภาพที่ 2.8 กระบวนการหีบน้ำมันแบบทอดผลปาล์มในน้ำมัน [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 กระบวนการหีบน้ำมันผสม

กระบวนการผลิตนี้เกิดขึ้นจากโรงงานหีบน้ำมันมะพร้าวซึ่งได้ดัดแปลงมาเป็นโรงงานหีบน้ำมันปาล์มเมื่อราวปี พ.ศ. 2518 – 2519 ปัจจุบันมีอยู่ประมาณกว่า 20 โรงงาน โรงงานประเภทนี้ใช้ผลปาล์มร่วงเป็นวัตถุดิบ โดยการนำเอาผลปาล์มร่วงมาทำการย่างที่อุณหภูมิประมาณ 180 – 200 องศาเซลเซียส ในกระบะโดยเป่าลมร้อนจากเตาฟืนน้ำมันโดนลมเป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง จากนั้นก็นำเอาผลปาล์มไปบีบน้ำมันด้วยเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าว ซึ่งน้ำมันจากเปลือกและเมล็ดในจะผสมกันหมดน้ำมันก็จะถูกนำไปกรองด้วยเครื่องกรองแบบอัดหลายชั้น ส่วนกาก เส้นใย กะลา และเมล็ดใน ซึ่งปนกันอยู่จะบรรจุกระสอบจำหน่ายเป็นอาหารสัตว์ต่อไป โรงงานประเภทนี้มีกำลังผลิตประมาณ 10 – 30 ตัน ผลปาล์มร่วงต่อวันใช้เงินลงทุนต่ำ และสามารถบีบได้ทั้งผลปาล์ม มะพร้าว และเมล็ดยางพารา ฯลฯ กระบวนการผลิตก็ง่ายไม่ซับซ้อน ดังแสดงในภาพที่ 2.8 แต่มีข้อเสียของกระบวนการผลิตแบบนี้ก็มีหลายประการ กล่าวคือ น้ำมันจะไหม้ และฟอกสียาก เนื่องจากผลปาล์มถูกย่างด้วยความร้อนสูง น้ำมันจะสกปรก เพราะมีเขม่าควันมากจากการย่างผลปาล์ม และจะมีกรดไขมันอิสระสูงกว่า ประการสุดท้ายน้ำมันปาล์มกับน้ำมันเมล็ดในที่ผสมกันอยู่จะมีปัญหามากเมื่อนำไปกลั่นบริสุทธิ์จึงจำหน่ายได้ราคาต่ำกว่าน้ำมันที่ผลิตได้จากโรงงานสองประเภทแรก โดยเท่าที่ทราบโรงกลั่นจะนำไปทำสบู่หรือไม่ก็นำไปแยกกรดฟอกสีและก็บรรจุปี๊บขายเป็นน้ำมันหมูเทียม ดังภาพที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.9 กระบวนการหีบน้ำมันผสม [1]

2.11 การใช้ประโยชน์ผลิตผลปาล์มน้ำมัน [2]

น้ำมันปาล์มและน้ำมันในเมล็ดปาล์ม สามารถนำมาใช้แปรรูปได้โดยการกลั่นให้บริสุทธิ์ การทำให้ไขมันที่ไม่อิ่มตัวเปลี่ยนเป็นไขมันที่อิ่มตัว และการแยกองค์ประกอบของกรดไขมัน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมน้ำมันสำหรับการบริโภคและอุปโภคมากมาย

น้ำมันปาล์มและน้ำมันในเมล็ดปาล์ม ประกอบด้วยกรดไขมันอิสระชนิดต่างๆ ซึ่งเมื่อนำมาแยกและทำให้บริสุทธิ์จะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องต่างๆ อย่างมากมายคือ กรดโอเลอิก เป็นกรดไขมันอิ่มตัว ตัวที่สำคัญที่สุด และกรดสเตียริก เป็นกรดไขมันอิ่มตัวที่สำคัญที่สุดที่ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องเพื่อการอุปโภคต่างๆ สัดส่วนการใช้ประโยชน์น้ำมันปาล์มของอุตสาหกรรมต่อเนื่องเพื่อการบริโภคและอุปโภค

- อุตสาหกรรมเพื่อการบริโภค ร้อยละ 67.97 %
- อุตสาหกรรมนมข้นหวานและนมจืด ร้อยละ 4.81 %
- อุตสาหกรรมบะหมี่สำเร็จรูป ร้อยละ 6.40 %
- อุตสาหกรรมเนยขาวและเนยเทียม ร้อยละ 1.00 %
- อุตสาหกรรมครีมเทียม ร้อยละ 1.36 %
- อุตสาหกรรมของว่างและขบเคี้ยว ร้อยละ 9.37 %

เอกสารนี้เป็น... ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุตสาหกรรมสบู่ ร้อยละ 10.13 %
- อุตสาหกรรมอุปโภคอื่นๆ เช่น พลาสติก เครื่องสำอาง น้ำมันหล่อลื่น และยางล้อรถยนต์ ร้อยละ 8.29 %

2.12 ผลิตภัณฑ์น้ำมันปาล์ม มีดังนี้

1. น้ำมันปรุงอาหาร ตามปกติน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิห้องจะแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ น้ำมันส่วนใสหรือโอเอลีน ซึ่งส่วนประกอบร้อยละ 65 – 70 และน้ำมันส่วนที่ข้น หรือสเตียรีน ซึ่งมีอยู่ร้อยละ 30 – 35 น้ำมันปรุงอาหารได้จากการนำเอาน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์มาแยกส่วน เอาเฉพาะน้ำมันส่วนใสออกมาโดยกระบวนการแยกส่วน ซึ่งมีอยู่หลายวิธี น้ำมันโอลีนมีสภาพเป็นของเหลวใสที่อุณหภูมิ 18 – 20 องศาเซลเซียส แต่ถ้าต่ำลงมาถึง 7 องศาเซลเซียส น้ำมันจะเริ่มขุ่นเป็นตะกอน ดังนั้นจึงต้องนำไปผสมกับน้ำมันชนิดอื่นที่มีจุดขุ่นต่ำ เช่น ถ้าผสมกับน้ำมันถั่วเหลืองในอัตราส่วน 50 : 50 จุดขุ่นนี้จะลดเหลือประมาณ 0.5 องศาเซลเซียส
2. มาการีน หรือเนยเทียม ทำมาจากน้ำมันเมล็ดในปาล์ม ทั้งนี้เพราะสมบัติทางกายภาพเหมาะกับการทำมาการีน คุณสมบัติพิเศษ คือ ละลายได้รวดเร็วเมื่อสัมผัสลิ้น
3. น้ำมันสำหรับทอดในวงการอุตสาหกรรมเนื่องจากมีราคาถูกและมีคุณสมบัติอยู่ตัวได้ดีกว่าชนิดอื่นๆ คือ ไม่ทำปฏิกิริยากับอากาศเมื่อถูกความร้อนจนมีกลิ่น จะใช้น้ำมันปาล์มเติมไฮโดรเจนซึ่งมีคุณสมบัติอยู่ตัวพิเศษและยังทำให้วัสดุที่นำมาทอดมีลักษณะกรอบอีกด้วย
4. เนยขาวน้ำมันปาล์มที่ฟอกบริสุทธิ์สามารถแปรรูปให้เป็นเนยขาวได้ โดยทำให้เย็นตัวลงฉับพลันที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส
5. สบู่น้ำมันปาล์มสามารถนำมาทำสบู่ได้
6. อาหารสัตว์ ในการผลิตอาหารสัตว์ซึ่งต้องการไขมันและวิตามินเป็นส่วนผสมมักนิยมใช้น้ำมันสเตียรีนผสมกับอาหารสัตว์

2.13 มาตรฐานน้ำมันปาล์ม [9]

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

2.13.1 ให้น้ำมันปาล์มที่ได้จากผลของต้นปาล์มที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า อีเลอีส กีนีเอ็นซิส(Elaeis Guineensis) เป็นอาหารควบคุมเฉพาะ

2.13.2 น้ำมันปาล์มแบ่งออกได้ ดังต่อไปนี้

1. น้ำมันปาล์มจากเนื้อปาล์ม (Palm Oil)
2. น้ำมันปาล์มโอลีอินจากเนื้อปาล์ม (Palm Olein)
3. น้ำมันปาล์มสเตียรินจากเนื้อปาล์ม (Palm Stearin)
4. น้ำมันปาล์มจากเมล็ดปาล์ม (Palm Kernel Oil)
5. น้ำมันปาล์มโอลีอินจากเมล็ดปาล์ม (Palm Kernel Olein)
6. น้ำมันปาล์มสเตียรินจากเมล็ดปาล์ม (Palm Kernel Stearin)

2.13.3 การผลิตน้ำมันปาล์มให้ทำได้ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วิธีธรรมชาติ ทำโดยการบีบอัดหรือบีบอัดโดยใช้ความร้อนหรือวิธีธรรมชาติอื่น ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา และนำมาทำให้สะอาดโดยการล้าง แล้วตั้งไว้ให้ตกตะกอน การกรอง หรือการหมุนเหวี่ยง

2. วิธีผ่านกรรมวิธี ทำโดยนำน้ำมันปาล์มที่ได้จากธรรมชาติหรือที่ได้จากการสกัดด้วยสารละลายตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา และนำมาผ่านกรรมวิธีทำให้บริสุทธิ์อีกครั้งหนึ่ง

3. วิธีอื่นตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

2.13.4 น้ำมันปาล์มตามข้อ 2 (1) (2) และ (3) ที่ผลิตเพื่อจำหน่าย นำเข้าเพื่อจำหน่าย หรือที่จำหน่าย เพื่อใช้รับประทานหรือใช้ปรุงแต่งอาหาร ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

1. มีค่าของกรด (Acid Value) ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ ต่อน้ำมัน 1 กรัม สำหรับน้ำมันปาล์มที่ทำโดยวิธีธรรมชาติ และไม่เกิน 0.6 มิลลิกรัม โปแตสเซียมไฮ-ดรอกไซด์ ต่อน้ำหนัก 1 กรัม สำหรับน้ำมันปาล์มที่ทำโดยวิธีผ่านกรรมวิธี

2. มีค่าเพอร์ออกไซด์ (Peroxide Value) ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมสมมูลย์เพอร์ออกไซด์ออกซิเจน ต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัม

3. มีส่วนประกอบของกรดไขมันเป็นร้อยละของกรดไขมันทั้งหมด โดยใช้วิธีก๊าซลิควิดโครมาโตกราฟฟี หรือ จี แอล ซี (Gas Liquid Chromatography หรือ G L C) ดังนี้

กรดลอริค (Lauric Acid)	ไม่เกิน 1.2
กรดไมริสติค (Myristic Acid)	ระหว่าง 0.5 ถึง 5.9
กรดปาล์มมิติค (Palmitic Acid)	ระหว่าง 32 ถึง 59
กรดปาล์มมิโตลีอิค (Palmitoleic Acid)	ไม่เกิน 0.6
กรดสเตียริค (Stearic Acid) กรดอราชิดิค (Arachidic Acid)	ระหว่าง 1.5 ถึง 8.0
กรดโอลีอิค (Oleic Acid)	ระหว่าง 27 ถึง 52.0
กรดไลโนลีอิค (Linoleic Acid)	ระหว่าง 5.0 ถึง 14
กรดไลโนลีนิค (Linolenic Acid)	ไม่เกิน 1.5

4. มีค่าสปอนิฟิเคชั่น (Saponification Value) ระหว่าง 190 ถึง 209 มิลลิกรัมโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ ต่อน้ำมัน 1 กรัม

5. มีค่าไอโอดีนแบบวิจส์ (Iodine Value, Wijs) ดังนี้

(ก) ระหว่าง 50 - 56 สำหรับน้ำมันปาล์มจากเนื้อปาล์ม

(ข) ไม่น้อยกว่า 55 สำหรับน้ำมันปาล์มโอลีอินจากเนื้อปาล์ม

(ค) ไม่เกิน 48 สำหรับน้ำมันปาล์มสเตียรินจากเนื้อปาล์ม

6. มีสารที่สปอนิฟายไม่ได้ (Unsaponifiable Matter) ไม่เกินร้อยละ 1.2 ของน้ำหนัก

7. มีสิ่งที่ระเหยได้ (Volatile Matter) ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนัก

8. มีปริมาณสบู่ (Soap Content) ไม่เกินร้อยละ 0.005 ของน้ำหนัก

9. มีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะของน้ำมันปาล์มจากเนื้อปาล์ม

10. มีสิ่งอื่นที่ไม่ละลาย (Insoluble Impurities) ไม่เกินร้อยละ 0.05 ของน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. มีปริมาณคาโรทีนอยทั้งหมด คำนวณเป็นเบตา-คาโรทีน ไม่น้อยกว่า 500 มิลลิกรัมต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัม และไม่เกิน 2,000 มิลลิกรัม ต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัม สำหรับน้ำมันปาล์มที่ทำโดยวิธีธรรมชาติ

12. ไม่มีกลิ่นหืน

13. ไม่มีน้ำมันแร่น้ำมันปาล์ม ที่ผลิตตามวิธีอื่นในข้อ 3 (3) ให้ได้รับการยกเว้นไม่ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน (3) (4) (5) (6) (9) และ (11) แต่ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

2.13.5 น้ำมันปาล์มตามข้อ 2 (4) (5) และ (6) ที่ผลิตเพื่อจำหน่าย นำเข้าเพื่อจำหน่าย หรือที่จำหน่าย เพื่อใช้รับประทานหรือใช้ปรุงแต่งอาหาร ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

1. มีค่าของกรด (Acid Value) ไม่เกิน 0.6 มิลลิกรัม โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ ต่อน้ำมัน 1 กรัม สำหรับน้ำมันปาล์มที่ทำโดยวิธีผ่านกรรมวิธี

2. มีค่าเพอร์ออกไซด์ (Peroxide Value) ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมสมมูลเพอร์ออกไซด์ออกซิเจน ต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัม

3. มีส่วนประกอบของกรดไขมันเป็นร้อยละของกรดไขมันทั้งหมดโดยใช้วิธีก๊าซลิควิดโครมาโตกราฟฟี หรือ จี แอล ซี (Gas Liquid Chromatography) หรือ (G L C) ดังนี้ เว้นแต่น้ำมันปาล์ม โอลีอินจากเมล็ดปาล์มและน้ำมันปาล์มสเตียรินจากเมล็ดปาล์ม ให้มีได้ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

กรดคาโปรอิค (Caproic Acid)		ไม่เกิน 0.5		
กรดคาปรีลิค (Caprylic Acid)	ระหว่าง	2.4	ถึง	6.2
กรดคาปริค (Capric Acid)	ระหว่าง	2.6	ถึง	7.0
กรดลอลิค (Lauric Acid)	ระหว่าง	41	ถึง	55
กรดไมริสติค (Myristic Acid)	ระหว่าง	14	ถึง	20
กรดปาล์มมิติค (Palmitic Acid)	ระหว่าง	6.5	ถึง	11
กรดสเตียริค (Stearic Acid)	ระหว่าง	1.3	ถึง	3.5
กรดโอลีอิค (Oleic Acid)	ระหว่าง	10	ถึง	23
กรดไลโนลีอิค (Linoleic Acid)	ระหว่าง	0.7	ถึง	5.4

4. มีค่าสปอนิฟิเคชั่น (Saponification Value) ระหว่าง 230 ถึง 254 มิลลิกรัมโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ ต่อน้ำมัน 1 กรัม

5. มีค่าไอโอดีนแบบวิจส์ (Iodine Value, Wijs) ระหว่าง 13 ถึง 23 เว้นแต่น้ำมันปาล์มโอลีอินจากเมล็ดปาล์ม และน้ำมันปาล์มสเตียรินจากเมล็ดปาล์ม ให้มีได้ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

6. มีสารที่สปอนิฟายไม่ได้ (Unsaponifiable matter) ไม่เกินร้อยละ 1 ของน้ำหนัก

7. มีสิ่งที่ระเหยได้ (Volatile matter) ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนัก

8. มีปริมาณสบู่ (Soap content) ไม่เกินร้อยละ 0.005 ของน้ำหนัก

9. มีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะของน้ำมันปาล์มจากเมล็ดปาล์ม

10. มีสิ่งอื่นที่ไม่ละลาย (Insoluble impurities) ไม่เกินร้อยละ 0.05 ของน้ำหนัก

11. ไม่มีกลิ่นหืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. ไม่มีน้ำมันแร่

13. น้ำมันปาล์มที่ใช้วัตถุเจือปนอาหาร (Food additives) หรือที่มีสารปนเปื้อน (Contaminants) ต้องใช้หรือมีได้ตามชนิดและปริมาณที่กำหนดไว้ในบัญชีท้ายประกาศนี้เท่านั้น

14. น้ำมันปาล์มที่ใช้ประโยชน์อย่างอื่นนอกจากใช้รับประทานหรือใช้ปรุงแต่งอาหาร ให้ได้รับการยกเว้นไม่ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ในข้อ 4 ข้อ 5 และข้อ 6 แต่ต้องแสดงฉลากไว้ที่ภาชนะบรรจุว่า "ห้ามใช้รับประทาน" ด้วยตัวอักษรสีแดงขนาดไม่เล็กกว่า 1 เซนติเมตร ในกรอบพื้นสีขาว และในฉลากนั้นให้แสดงเครื่องหมายที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาออกให้ไว้ด้วย

15. ภาชนะบรรจุที่ใช้บรรจุน้ำมันปาล์มที่ใช้รับประทานหรือใช้ปรุงแต่งอาหาร ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ภาชนะบรรจุ

16. การแสดงฉลากของน้ำมันปาล์มที่ใช้รับประทานหรือใช้ปรุงแต่งอาหาร ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ฉลากประกาศฉบับนี้ไม่กระทบกระเทือนถึงใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหาร ซึ่งออกให้ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 22 (พ.ศ.2522) เรื่อง กำหนดน้ำมันและไขมันเป็นอาหารควบคุมเฉพาะและกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน วิธีการผลิต และฉลากสำหรับน้ำมันและไขมัน เว้นแต่เฉพาะส่วนที่เกี่ยวกับน้ำมันปาล์มจากเนื้อปาล์มตามข้อ 2 (1) (2) หรือ (3) หรือน้ำมันปาล์มจากเมล็ดปาล์มตามข้อ 2 (4) (5) หรือ (6) ให้ผู้ที่ได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับดังกล่าวมาดำเนินการแก้ไขตำรับอาหารให้มีรายละเอียดถูกต้องตามประกาศฉบับนี้ ภายในเก้าสิบวัน นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ทฤษฎีการออกแบบและการคำนวณ

การแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์มที่มีขนาดและความถ่วงจำเพาะที่ใกล้เคียงกัน นั้นจะทำการแยกได้ค่อนข้างยาก บางโรงงานมีการใช้แรงงานคน หรือการใช้เครื่องกลคัดแยก ซึ่งแต่ละวิธีการก็มีประสิทธิภาพในการแยกที่แตกต่างกัน ในการทดลองนี้จะอาศัยหลักความแตกต่างของความถ่วงจำเพาะระหว่างเมล็ดในกับกะลาปาล์มและความถ่วงจำเพาะของสารตัวกลางแขวนลอยที่มีค่าอยู่ระหว่างความถ่วงจำเพาะของของแข็งผสม ซึ่งเป็นกระบวนการแยกของแข็ง ที่มีประสิทธิภาพสูงอย่างหนึ่ง ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระ (ขนาดเล็ก)บวนการแยกนี้ประกอบด้วยสองส่วน คือ heavy solid และ lighter solid ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองทั้งแบบรางเขย่าและแบบไซโคลน

ไซโคลนเป็นเครื่องมือสำหรับแยกอนุภาคออกจากอากาศโดยใช้แรงหนีศูนย์กลางซึ่งเกิดจากการทำให้กระแสอากาศหมุนวน (vortex) จึงสามารถแยกอนุภาคออกจากอากาศได้การเกิดกระแสวนทำได้โดยการให้อากาศไหลเข้าสู่ไซโคลนในแนวสัมผัส หรือแนวแกนโดยผ่าน vanes

3.1 กลไกในการจับอนุภาค (collection Mechanisms)

กลไกที่ใช้เก็บอนุภาคในไซโคลนมี 2 อย่าง

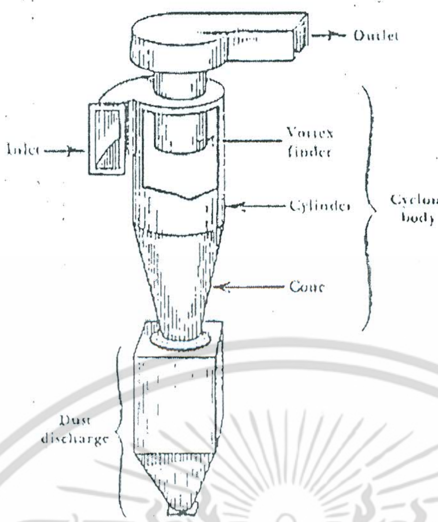
แรงหนีศูนย์กลางหรือแรงเหวี่ยง ซึ่งเกิดจากการทำให้กระแสอากาศมีการหมุนทำให้อนุภาคถูกเหวี่ยงไปยังผนังของไซโคลน

เมื่ออนุภาคเคลื่อนถึงผนังของไซโคลนแล้ว อนุภาคที่หนักจะไดรับแรงถ่วงทำให้อนุภาคตกลงไปที่ถังพักข้างล่าง

3.2 หลักการทำงาน

ไซโคลนประกอบด้วยส่วนรูปทรงกระบอกและมีปลายเป็นรูปโคน อากาศเคลื่อนเข้าสู่ไซโคลนในแนวสัมผัสที่ใกล้ส่วนบนของเครื่องมือด้วยความเร็วประมาณ 30 เมตรตอวินาที เมื่ออากาศผ่านเข้ามาในไซโคลนจะเกิดกระแสวน เรียกว่า (main vortex) ขึ้นซึ่งทำให้เกิดแรงหนีศูนย์กลาง เหวี่ยงอนุภาคไปยังผนังของไซโคลนกระแสวนนี้จะเคลื่อนลงจนถึงจุดหนึ่งที่อยู่เกือบปลายโคนอากาศจะ หมุนกลับเป็นกระแสวนที่เล็กกว่าเดิม เรียกว่า (core vortex) และเคลื่อนที่ขึ้นไปตามตัวไซโคลนจนออกไปทางท่อออกที่อยู่ส่วนบนของเครื่องนั่นคือมีกระแสวน ชั้น 2 (double vortex) เกิดขึ้นในทิศทางเดียวกันสำหรับอนุภาคที่ถูกเหวี่ยงไปยังผนังของไซโคลนจะเคลื่อนที่ลงไปยังส่วนปลายของโคนไปยังถังพัก (Hopper) เนื่องจากแรงถ่วง ส่วนอากาศที่ไมมีอนุภาคก็จะหมุนออกไปทางท่อออกที่อยู่ส่วนบนของไซโคลน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 ส่วนประกอบของไซโคลน

3.3 ชนิดของไซโคลน

ไซโคลนแบ่งเป็น 2 ชนิด ตามวิธีการให้อากาศเข้าสู่เครื่อง เพื่อให้เกิดการหมุนวน คือ

ก.เข้าไซโคลนที่อากาศไหลตามแนวเส้นสัมผัส (tangential entry cyclone)

ข.ไซโคลนที่อากาศไหลเข้าตามแนวแกน (axial entry)

โดยทั่วไปอากาศไหลเข้าสู่ไซโคลนตามแนวสัมผัส เพื่อให้เกิดการหมุนวน ท่อเข้ามักเป็น รูปสี่เหลี่ยมมีผนังภายในค่อยๆ โค้งและสัมผัสกับไซโคลนสวนที่เป็นทรงกระบอกสำหรับไซโคลนชนิดที่มี ทางเข้าตามแนวแกน อากาศและอนุภาคเข้าสู่ไซโคลนตามแนวแกนของเครื่องโดยผ่าน vanes แบบนี้ใช้มากในมัลติไซโคลน ไม่ว่าจะเป็นไซโคลนชนิดใด จะมีการทำงานขึ้นกับความเฉื่อยของอนุภาคที่ จะเคลื่อนในแนวเส้นตรงเมื่ออากาศเปลี่ยนทิศทาง ทำให้เกิดแรงหนีศูนย์กลางดังกล่าว

ส่วนใหญ่ไซโคลนทำมาจากเหล็กคาร์บอนหรือใช้โลหะหรือเซรามิกใดก็ได้ ถ้าต้องการใช้ ในงานที่มีอุณหภูมิสูง การกัดกร่อนและสึกกร่อน แต่ผิวภายในต้องเรียบ เนื่องจากไซโคลนเป็นเครื่องมือที่ ไม่มีส่วนที่เคลื่อนที่ ดังนั้นการเดินเครื่องจึงง่าย และไม่ต้องการการบำรุงรักษามากนัก

นอกจากนี้ไซโคลนอาจแบ่งออกเป็น แบบที่ใช้กันทั่วไป (conventional cyclones) และแบบที่มีประสิทธิภาพสูง)high efficiency cyclone) ซึ่งมีขนาดเล็ก)body diameter) (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 3 เมตร ส่วนไซโคลนทั่วๆไป มีขนาด 0.9 ถึง 6 ฟุต

ประสิทธิภาพของไซโคลนด คือ ไซโคลนที่มีประสิทธิภาพสูง ไซโคลนที่ใชชนีกันทั่วไป และไซโคลนที่รับอัตราการไหลสูง)High volume cyclone)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cyclone คือ อุปกรณ์ที่ใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรม และ ใช้ในวัตถุประสงค์ เพื่อดักและกำจัดฝุ่น เพื่อทำให้ ลมที่ผ่าน cyclone ออกมา มีความสะอาดมากขึ้น, cyclone จะกำจัดฝุ่นได้โดย ลมที่ผ่านทางเข้าของ cyclone จะมีความเร็วสูง และหมุนวนอยู่ภายใน ทำให้ฝุ่น หรือ สิ่งปลอมปน อาจจะเป็น ฝุ่นไม้ เขม่าต่างๆ เหล่านี้ตก ลงสู่ด้านล่างด้วยแรงโน้มถ่วง โดยฝุ่นเหล่านี้จะเก็บใส่ภาชนะ เพื่อนำไปทิ้งต่อไป High Efficiency (long cone) cyclone มีลักษณะดังรูปด้านบน ในการคำนวณเพื่อหาขนาดของ cyclone ให้เหมาะสมกับอัตราการไหลของลม (ที่มีฝุ่นปะปนมาด้วย) จำเป็นต้องทราบอัตราการไหลของลม (Q : m3/s) เมื่อทราบแล้วก็นำมาคำนวณด้วยสูตรง่ายๆดังนี้

$$D = 3.162*(Q / v)^{1/2} \tag{3.1}$$

เมื่อ

D = diameter of cyclone ; m

Q = Air flow rate ; m^3/s

v = Air velocity at entrance of cyclone ; m / s

3.4 คำนวณหาขนาดของมอเตอร์

จากสมการหากำลังมอเตอร์ แล้วใช้ค่าแรงบิดรวมที่ใช้ในการขับเพลาคำนวณกำหนดให้ ใช้รอบในการขับเพลา 970 รอบต่อนาที และมีขนาด 10 แรงม้า (จากป้ายติดที่มอเตอร์)

จากสูตรแรงบิดที่กระทำต่อเพลาตามสมการ

$$T = Fr \tag{3.2}$$

กำหนดให้ T = แรงบิด (นิวตันเมตร)

F = แรงที่ได้จากทดสอบ (นิวตัน)

r = รัศมีเพลาขับ (เมตร)

จากสูตรหาขนาดแรงม้า

$$WP = \frac{2\pi TN}{60} \tag{3.3}$$

จากสมการกำหนดให้

WP คือ แรงม้า

T คือ โมเมนต์บิด (นิวตันเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N คือ ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)

Cyclone คือ อุปกรณ์ที่ใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรม และ ใช้ในวัตถุประสงค์ เพื่อดักและกำจัดฝุ่น เพื่อทำให้ ลมที่ผ่าน cyclone ออกมา มีความสะอาดมากขึ้น, cyclone จะกำจัดฝุ่นได้โดย ลมที่ผ่านทางเข้าของ cyclone จะมีความเร็วสูง และหมุนวนอยู่ภายใน ทำให้ฝุ่น หรือ สิ่งปลอมปน อาจจะเป็น ฝุ่นไม้ เขม่าต่างๆ เหล่านี้ตก ลงสู่ด้านล่างด้วยแรงโน้มถ่วง โดยฝุ่นเหล่านี้จะเก็บใส่ภาชนะ เพื่อนำไปทิ้งต่อไป High Efficiency (long cone) cyclone มีลักษณะดังรูปด้านบน ในการคำนวณเพื่อหาขนาดของ cyclone ให้เหมาะสมกับอัตราการไหลของลม (ที่มีฝุ่นปะปนมาด้วย) จำเป็นต้องทราบอัตราการไหลของลม (Q : m3/s) เมื่อทราบแล้วก็นำมาคำนวณด้วยสูตรง่ายๆดังนี้

$$D = 3.162*(Q / v)^{1/2} \qquad (3.4)$$

เมื่อ

D = diameter of cyclone ; m

Q = Air flow rate ; m^3/s

v = Air velocity at entrance of cyclone ; m / s

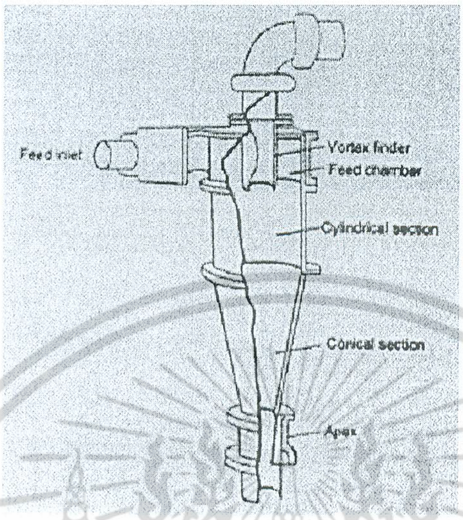
3.5 หลักการทำงานของไฮโดรไซโคลน

หลักการแยกอนุภาคในไฮโดรไซโคลนไม่สลับซับซ้อนและมีวิธีการแยกที่มีประสิทธิผลภาพที่ 3.2 แสดงอุปกรณ์ไฮโดรไซโคลน ประกอบด้วยส่วนด้านบนซึ่งเป็นรูปทรงกระบอกต่อกับทางป้อนขาเข้าซึ่งอยู่ในทิศทางของเส้นสัมผัส เพิ่มต่อด้วยส่วนด้านล่างซึ่งเป็นกรวยโดยที่ปลายของกรวยเปิด การไหลออกทางด)านล่างท (อกระแสวนหรือการไหลออกทางด้านบน ติดอยู่ภายในของรูปทรงกระบอกด้านบนและอยู่ต่ำกว่าตำแหน่งที่ป้อนของไหล การป้อนของแข็งที่อยู่ในรูปของการผสมกับของเหลวและป้อนเข้าไปทางป้อนขาเข้าซึ่งจะทำให้เกิดการวนลงไปโดยอาศัยแรงหนีศูนย์กลางเนื่องจากการเคลื่อนที่ของของเหลว ของแข็งจะเคลื่อนที่ไปตามแนวผนังด้วยแรงหนีศูนย์กลาง และม้วนเป็นวงลงสู่ทางไหลออกด้านล่างตรงส่วนปลาย เมื่อของไหลเข้าใกล้ศูนย์กลางจะเกิดมีทิศทางทวนกลับและม้วนเป็นวงขึ้นไปออกจากตัวแยก ผ่านท่อกระแสวนทางด้านบนผลกระทบดังกล่าวนี้ เกิดขึ้นตามแนวใจกลางของการวนของของไหลภายในจุดศูนย์กลางของเครื่องแยก ดังนั้น อนุภาคที่ใหญ่กว่าและหนาแน่นกว่าจะออกผ่านทางปลายด้านล่าง ขณะที่อนุภาคที่เล็กกว่าและหนาแน่นน้อยกว่าจะออกทางด้านบน สำหรับการออกแบบไฮโดรไซโคลนที่ใช้ในอุตสาหกรรม จะขึ้นอยู่กับประเภทของอนุภาคของของแข็งด้วย

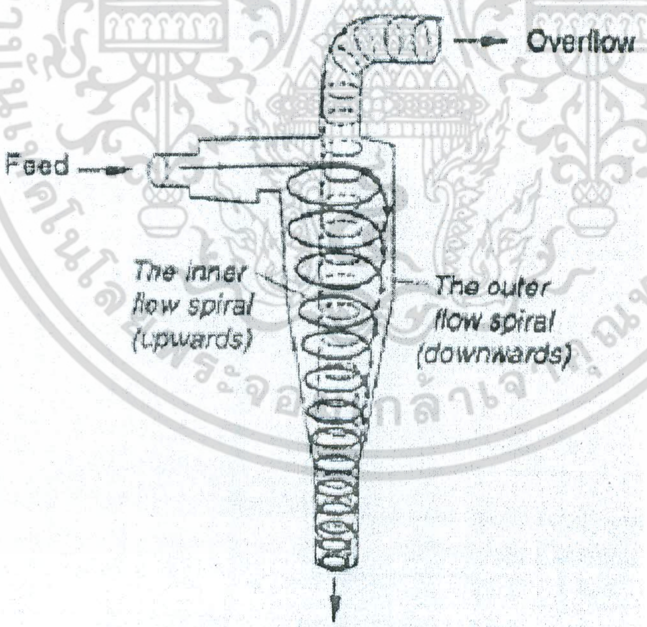
เมื่อป้อนสารแขวนลอยด้วยความดันสูงเข้าไปในไฮโดรไซโคลน ของเหลวจะเกิดการไหลหมุนวน เป็นผลให้เกิดแรงเหวี่ยงกระทำต่ออนุภาคซึ่งมีผลทำให้อนุภาคถูกผลักให้ไหลไปติดผนังด้านข้างของไฮโดรไซโคลน)primary vortex) อนุภาคขนาดต่างกัน หรือมีค่าความถ่วงจำเพาะต่างกันจะมีแรงสู่ศูนย์กลางต่างกัน ทำให้แยกออกจากกันได้โดยอนุภาคที่มีความหนาแน่นน้อยจะเคลื่อนที่เข้าไปยังศูนย์กลาง)secondary vortex) และหมุนเป็นเกลียวขึ้นข้างบน ออกทางช่องทางออกด้านบน)Vortex finder) เรียกว่าการไหลด้านบน)overflow) ขณะที่อนุภาคที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหนาแน่นมากกว่าจะเคลื่อนที่เป็นเกลียวลงไปตามผนังของไฮโดรไซโคลน และไหลออกทางช่องทางออกด้านล่าง)Spigot) เรียกว่าการไหลด้านล่าง)underflow) ดังแสดงในภาพที่ 3.3 และการไหลด้านล่างจะถูกปล่อยออกมาด้วยความดันเท่ากับความดันบรรยากาศ



ภาพที่ 3.2 โครงสร้างของไฮโดรไซโคลนที่มา :Kraipech. (2002)



ภาพที่ 3.3 ลักษณะการไหลภายในไฮโดรไซโคลนที่มา :Kraipech. (2002).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การใช้งานและข้อดีข้อเสียของไฮโดรไซโคลน

3.6.1 การใช้งานของไฮโดรไซโคลน

1. ใช้ในการแยกอนุภาคของแข็งออกจากของเหลวได้ เช่น

1.1 การแยกอนุภาคของแข็งออกจากน้ำมันในกระบวนการผลิตน้ำมัน

1.2 การแยกอนุภาคแป้งออกจากน้ำแป้ง

1.3 การแยกอนุภาคของแข็งออกจากโคลนขุดเจาะ

1.4 การแยกสินแร่จากสารละลายแขวนลอยในกระบวนการแต่งแร่

2. ใช้ในการเพิ่มความเข้มข้นของอนุภาคของแข็งให้สูงขึ้น และการทำให้ของไหลใสขึ้น ได้แก่

- การทำให้สารละลายแขวนลอยมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นก่อนจะส่งไปเข้ากระบวนการดึงเอาของเหลวออก (deliquoring) อาทิเช่น การผลิตโพลิเมอร์ ถ่านหิน และ ยูเรีย

- การทำให้สารละลายแขวนลอยที่ได้จากการตกผลึก มีความเข้มข้นมากขึ้น อาทิเช่น อุตสาหกรรมการผลิตกรดอะดิปิก (adipic acid) และการผลิตแอมโมเนียซัลเฟต

- ใช้ในการคัดจำพวกของอนุภาค ซึ่งการใช้ไฮโดรไซโคลนในงานประเภทนี้อนุภาคของแข็งที่มี ขนาดเล็กจะติดออกไปกับของเหลวทางออกด้านบน ส่วนอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่าจะหลุดออกไปทางออกด้านล่างได้แก่

1 การแยกอนุภาคที่หนักและหยาบที่ไม่ต้องการออกจากเยื่อกระดาษในอุตสาหกรรมผลิตเยื่อ กระดาษและกระดาษ

2 การแยกขนาดอนุภาคที่ใหญ่เกินไปออกเช่น อุตสาหกรรมผลิตปูนขาวดินขาวและเซรามิกซ์

3 การแยกเอาวัตถุที่ละเอียดออกจากสารละลายแขวนลอยในการผลิตแร่โปแตชและอื่นๆ

4 การคัดขนาดอนุภาคในกระบวนการตกผลึกสาร โดยปกติไฮโดรไซโคลนจะถูกนำมาใช้แยกอนุภาคที่มีขนาดตั้งแต่ 4 - 600 ไมครอน ข้อดีอีกอย่างหนึ่งที่เห็นได้ชัดของไฮโดรไซโคลนคือ การที่สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวจึงทำให้ไฮโดรไซโคลนมีราคาถูกติดตั้งได้ง่าย และเสียค่าบำรุงรักษาน้อยจากการศึกษางานวิจัย)Kraipech, 2002) ทำให้สามารถสรุปข้อดีและข้อเสียของไฮโดรไซโคลนได้ดังนี้

3.6.2 ข้อดีของไฮโดรไซโคลน

1. ไฮโดรไซโคลนสามารถใช้ในการปฏิบัติการแยกสารได้หลายกระบวนการ
2. ไฮโดรไซโคลนสามารถสร้างแรงเฉือนได้สูง เพื่อหยุดการรวมตัวกันเป็นกลุ่มของสาร
3. ไฮโดรไซโคลนเป็นอุปกรณ์ที่ง่ายต่อการใช้งานมีราคาถูกและง่ายต่อการติดตั้งและการบำรุงรักษา
4. ขนาดของไฮโดรไซโคลนมีขนาดเล็ก ทำให้ง่ายต่อการติดตั้ง และอุปกรณ์ไฮโดรไซโคลนให้ residence times ในการแยกต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับอุปกรณ์อื่น เช่น Sedimentation

3.6.3 ข้อเสียของไฮโดรไซโคลน

1. มีขีดจำกัดในการแยกเช่น ความดันในการปฏิบัติงาน และ Cut size อันเนื่องมาจากรูปทรงของไฮโดรไซโคลน
2. มีความไม่ยืดหยุ่นในการติดตั้งและปฏิบัติงานของไฮโดรไซโคลน
3. ง่ายต่อการสึกกร่อน เพราะว่ามีค่าความเร็วของสารป้อนสูง

3.6.4 ประสิทธิผลของไฮโดรไซโคลน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิผลการเก็บ)collection efficiency) ของไฮโดรไซโคลนนั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ประสิทธิผลจะเพิ่มขึ้นเมื่อปัจจัยต่อไปนี้เพิ่มขึ้น

1. ขนาดของอนุภาค
2. ความหนาแน่นของอนุภาค
3. ความเร็วเข้าของของผสม
4. ความยาวของตัวไฮโดรไซโคลน
5. ความเรียบลื่นของผนังไฮโดรไซโคลน

ประสิทธิผลจะลดลงเมื่อปัจจัยต่อไปนี้เพิ่มขึ้น

1. ความหนืดของของผสม
2. เส้นผ่าศูนย์กลางของไฮโดรไซโคลน
3. พื้นททางเข้าของของผสม

3.7 รูปแบบการไหลของของเหลวในอุปกรณ์ไฮโดรไซโคลนแบบไม่มีแกนโลหะ

เมื่ออนุภาคที่ต้องการแยกผ่านเข้าไปในไฮโดรไซโคลนทางช่องป้อน จะเกิดความเร็วสัมผัสไปจนถึงส่วนทรงกระบอกของไฮโดรไซโคลน โดยจะเกิดการไหลแบบการไหลวนซ้อนการไหลวน)spiral within spiral) อนุภาคจะเคลื่อนที่ลงโดยการหมุนวน บางส่วนของอนุภาคที่ไม่สามารถออกจากไฮโดรไซโคลนทางช่องทางออกด้านล่างก็จะเคลื่อนที่หมุนวนภายในขึ้นสู่ด้านบนและออกจากไฮโดรไซโคลนทางช่องทางออกด้านบน การหมุนวนของของไหลจะมีทิศทางเดียวกันโดยที่การหมุนวนภายนอกจะเคลื่อนที่ลงสู่ด้านล่าง ส่วนการหมุนวนด้านในจะเคลื่อนที่ขึ้นด้านบนรูปแบบการไหลสามารถอธิบายได้โดยการแบ่งความเร็วออกเป็น 3 ส่วน คือ ความเร็วในแนวสัมผัส(tangential velocity, vt) ความเร็วในแนวรัศมี)radial velocity, vr) และความเร็วในแนวดิ่ง)axial velocity, va) และมีการไหลในระยะสั้นๆ หรือการหมุนวนปั่นป่วนรวมอยู่ด้วย การหมุนวนภายในไฮโดรไซโคลนจะทำให้เกิดแกนในแนวดิ่งที่มีความดันต่ำ ซึ่งเป็นแกนของอากาศ)air core) ซึ่งการเกิดแกนอากาศนี้ เป็นการสูญเสียพลังงานจลน์

3.7.1 ความเร็วในแนวสัมผัส)tangential velocity, vt)

ที่บริเวณด้านล่างของปลาย vortex finder ความเร็วแนวสัมผัสจะเพิ่มขึ้นเมื่อรัศมีลดลงจนถึงค่าหนึ่งซึ่งรัศมีน้อยกว่ารัศมีของ vortex finder ดังภาพที่ 3.4 สามารถอธิบายเป็นความสัมพันธ์ ดังนี้

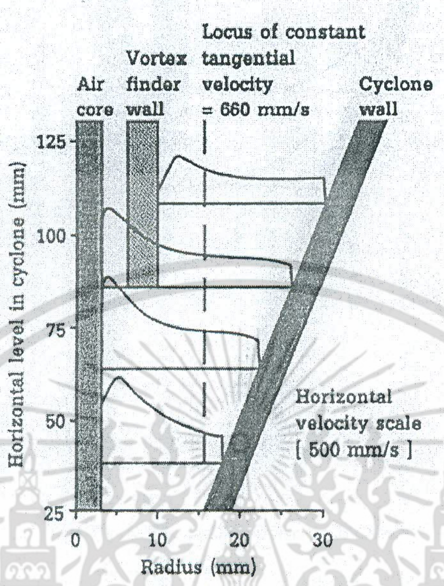
$$V_t r^n = constant \qquad (3.5)$$

เมื่อ 0.6 < n < 0.9 และขณะที่รัศมีลดลงต่อไปอีก ความเร็วแนวสัมผัสจะลดลงโดยที่ความเร็วแนวสัมผัสแปรผันโดยตรงกับรัศมี “r” จนกระทั่งถึงบริเวณแกนอากาศ)air core)

ส่วนบริเวณด้านบนเหนือปลายของ vortex finder ขึ้นไป ความเร็วแนวสัมผัสยังคงมีแนวโน้มเหมือนกับตอนแรกถึงแม้ว่าจะไม่ค่อยถูกต้องนักที่บริเวณใกล้กับผนังของไฮโดรไซโคลนโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่บริเวณใกล้ๆ กับผนังด้านนอกของ vortex finder และจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อถึงผนัง นอกจากนี้แล้วความเร็วแนวสัมผัสยังไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นกับตำแหน่งในแนวดิ่ง

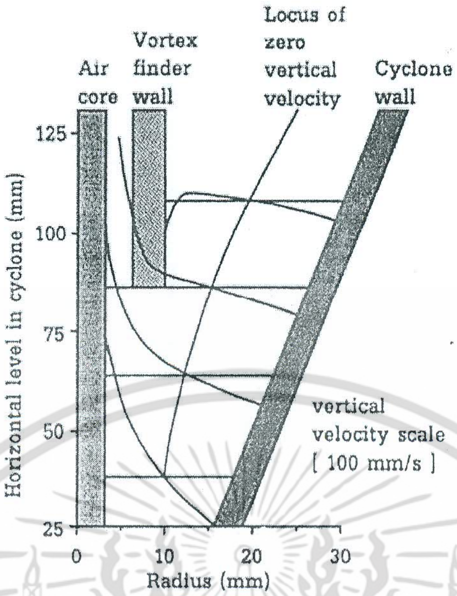


ภาพที่ 3.4 ความเร็วในแนวสัมผัส(v_t) ที่ตำแหน่งต่างๆ ในส่วนกรวยที่มา :Heiskanen. (1993). p. 64.

3.7.2 ความเร็วในแนวแกน)axial velocity, v_a)

การไหลของของเหลวด้วยความเร็วแนวแกนนั้น มีความจำเป็นอย่างมากในการทำงานของไฮโดรไซโคลน เพราะว่านำเอาอนุภาคไหลออกมา จากภาพที่ 3.5 บริเวณด้านล่างของปลาย vortex finder จากผนังของแกนอากาศ จนถึง LZVV (locus zero vertical velocity) ซึ่งเป็นบริเวณที่ความเร็วแนวแกนเป็นศูนย์ การไหลของของเหลวจะไหลขึ้นข้างบนและออกสู่ทางออกด้านบน(overflow) ส่วนของเหลวที่เหลือ ตั้งแต่บริเวณ LZVV ถึงผนังของกรวยจะไหลลงมา และออกสู่ทางออกด้านล่าง)underflow) ที่บริเวณ vortex finder นั้น ของเหลวจะมีความเร็วสูงสุดและไหลลงมาที่บริเวณใกล้ๆ กับผนังของไฮโดรไซโคลนช่วงหนึ่งและขณะที่ความเร็วแนวแกนลดลงจนกระทั่งเป็นศูนย์ของเหลวจะเริ่มไหลขึ้นจนมีความเร็วแนวแกนสูงสุดและลดลงจนเป็นศูนย์ในที่สุดอีกครั้งของเหลวจะไหลลงจนมีความเร็วแนวแกนที่มีค่าค่อนข้างมากที่บริเวณใกล้ๆ ผนังด้านนอกของ vortex finder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

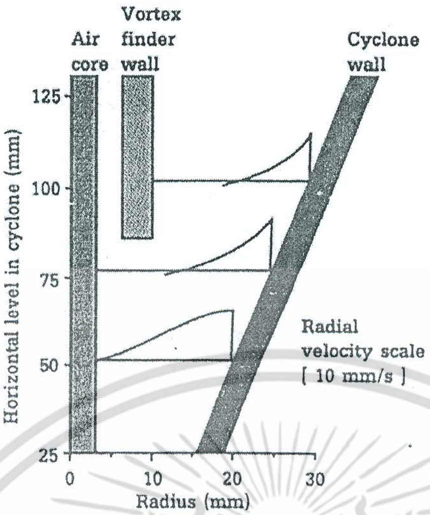


ภาพที่ 3.5 ความเร็วในแนวแกน (v_a) ที่ตำแหน่งต่างๆ ในสวนกรวย
ที่มา :Heiskanen. (1993). p. 168.

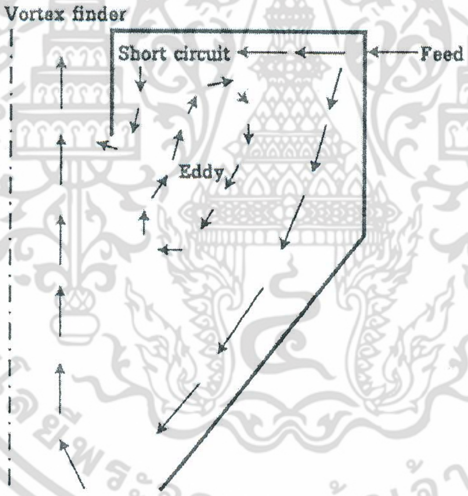
3.7.3 ความเร็วในแนวรัศมี)radial velocity, v_r)

ความเร็วของของเหลวในแนวรัศมี จากภาพที่ 3.6 พบว่าความเร็วแนวรัศมีซึ่งเข้ามาด้านในและขนาดของความเร็วแนวรัศมีจะลดลงเมื่อรัศมีลดลง และยังไม่รู้ว่าความเร็วแนวรัศมีจะค่อยๆลดลงจนกลายเป็นศูนย์ที่แกนอากาศหรือไม่ เนื่องจากความยากในการวัดความเร็วที่ระดับเหนือปลาย vortex finder ของเหลวอาจจะมีการเคลื่อนที่ออกไปด้านนอกตามแนวรัศมีเพราะว่ามีการไหลแบบหมุนวนและที่บริเวณใกล้ๆ แผ่นปิดด้านบนของไฮโดรไซโคลนอาจจะมีความเร็วแนวรัศมี ซึ่งมีทิศทางเข้ามาด้านในตามแนวรัศมีอย่างรุนแรง กระทำโดยตรงต่อส่วนที่ยื่นของ vortex finder ซึ่งเป็นส่วนที่สนับสนุนให้เกิดการไหลลัดกระแส)short circuit flow) ที่ผนังด้านนอกของ vortex finder หรือ eddy flows ดังภาพที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



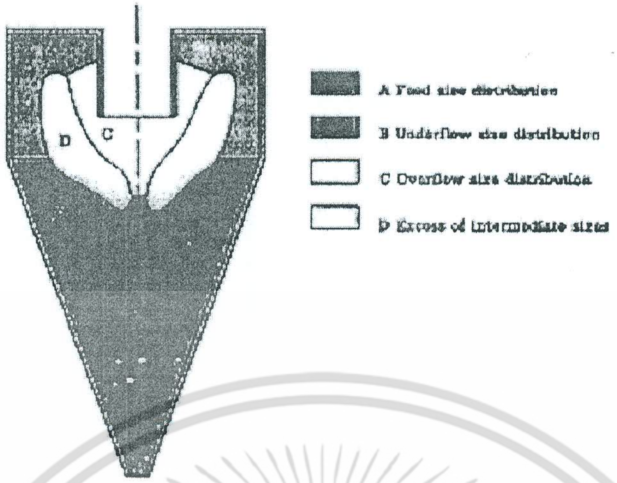
ภาพที่ 3.6 ความเร็วในแนวรัศมี (v_r) ที่ตำแหน่งต่างๆ ในสวนกรวย ที่มา :Heiskanen. (1993). p. 165.



ภาพที่ 3.7 การเกิด short circuit และ eddy flows ที่มา :Heiskanen. (1993). p. 165.

จากองค์ประกอบต่างๆ ของความเร็วของของเหลวสามารถที่จะแสดงเป็นลักษณะของภาพที่เป็นตัวแทนรูปแบบการไหลของของเหลวภายในไฮโดรไซโคลนได้ดังภาพที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.8 รูปแบบการไหลของของเหลวภายในไฮโดรไซโคลนที่มา :Heiskanen. (1993). p. 166.

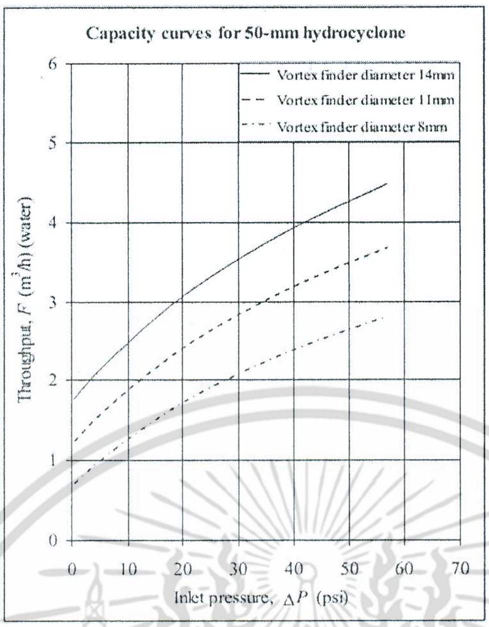
3.8 ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณประสิทธิผลของไฮโดรไซโคลน

3.8.1 การแยกไหลและอัตราส่วนการไหล)Flow split)อัตราส่วนการแยกไหลของของไหลในไฮโดรไซโคลน มีความสัมพันธ์กับปริมาณของไหลทางด้านบนและของไหลทางด้านล่างแสดงถึงประสิทธิผลการแยกไหลในเชิงปริมาณ

3.8.2 ความดันลด)Pressure Drop, ΔP)

ความดันลดเป็นตัวแปรตัวแรกที่สำคัญที่ใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ไฮโดรไซโคลน ซึ่งความดันจะมีค่าแปรผันตามอัตราการไหลของสารป้อน)Feed flowrate) การหาค่าความดันจะหาได้จากเครื่องมือวัดค่าความดันในส่วนที่มีการไหลของของผสมเข้าสู่อุปกรณ์ไฮโดรไซโคลน จากความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอัตราการไหลสามารถนำไปเขียนกราฟความจุได้ดังภาพที่ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.9 กราฟแสดงความจุกับปริมาณอัตราการไหลของอุปกรณ์ไฮโดรไซโคลนที่มา :Kraipech. (2002).

การเพิ่มความดันจะทำให้ปริมาณของของผสมที่เข้าสู่ไฮโดรไซโคลน มีปริมาณที่สูงขึ้นทำให้ต้องมีการปรับเปลี่ยนรูปทรงของไฮโดรไซโคลน และอาจจะทำให้เกิดการสึกกร่อนของตัวอุปกรณ์

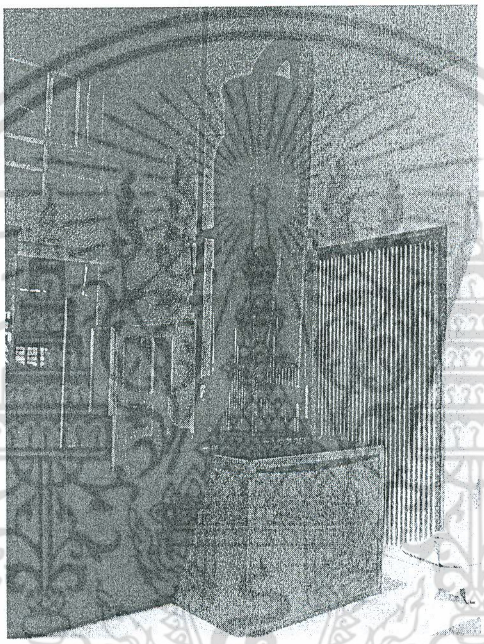
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่4
ส่วนประกอบและขั้นตอนการทดลองของเครื่องแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์ม

ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเครื่องแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์มสำหรับกลุ่มเกษตกรมี 2 วิธี 1.แบบไซโคลน 2.แบบรางเขย่า

4.1.ส่วนประกอบของเครื่องแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์ม

1.การออกแบบเครื่องแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์มแบบไซโคลน



ภาพที่ 4.1 ลักษณะโครงสร้างเครื่องแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์มแบบไซโคลน

2.รางเขย่าแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์ม

ภาพที่ 4.2 รางเขย่าแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

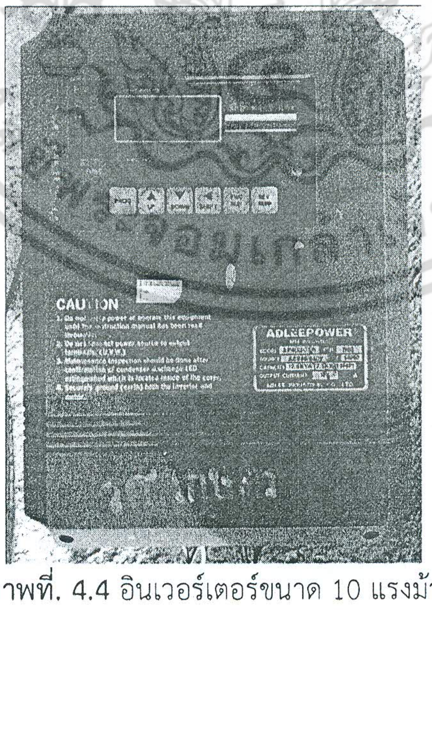
1.เมล็ดในกับกะลาปาล์ม

เป็นวัสดุที่ใช้ในการทดสอบการศึกษาเครื่องแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์มแบบไซโคลนสำหรับกลุ่มเกษตรกร

ภาพที่ 4.3 เมล็ดในกับกะลาปาล์ม

2.อินเวอร์เตอร์

จะแปลงไฟกระแสสลับ (AC) จากแหล่งจ่ายไฟทั่วไปที่มีแรงดันและความถี่คงที่ ให้เป็นไฟกระแสตรง (DC) โดยวงจรอินเวอร์เตอร์ (Converter Circuit) จากนั้นไฟกระแสตรงจะถูกแปลงเป็นไฟกระแสสลับที่สามารถปรับขนาดแรงดันและความถี่ได้โดยวงจรอินเวอร์เตอร์ (Inverter Circuit) วงจรทั้งสองนี้จะเป็นวงจรหลักที่ทำหน้าที่แปลงรูปคลื่น และผ่านพลังงานของอินเวอร์เตอร์



ภาพที่. 4.4 อินเวอร์เตอร์ขนาด 10 แรงม้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.เครื่องวัดความเร็วลม

เป็นอุปกรณ์ทางอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในการวัดความเร็วลม Anemometers

ภาพที่ 4.5 เครื่องวัดความเร็วลม

4.เครื่องวัดความเร็วรอบ

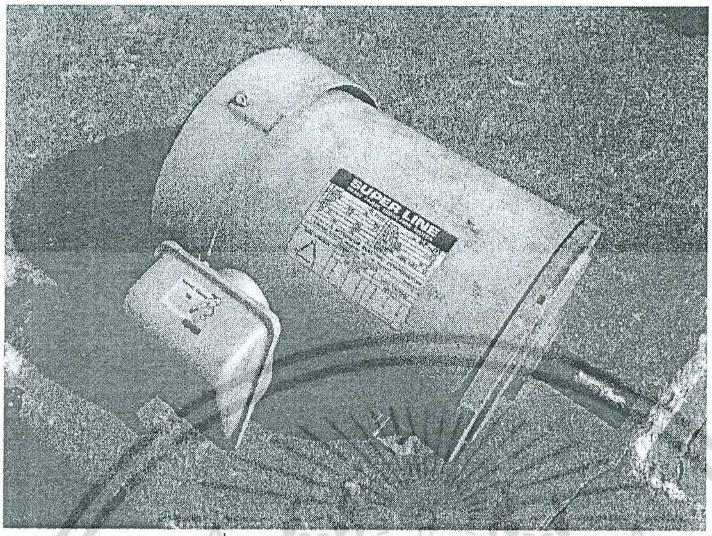
เป็นเครื่องมือวัดความเร็วในการหมุนของเพลาหรือดิสก์ในขณะที่มอเตอร์หรือเครื่องอื่น ๆ อุปกรณ์การปฏิวัติมักแสดงต่อนาที (RPM) บนหน้าปัดอนาล็อกเทียบ แต่แสดงผลแบบดิจิตอลกลายเป็นเรื่องปกติ

ภาพที่ 4.6 เครื่องวัดความเร็วรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.มอเตอร์

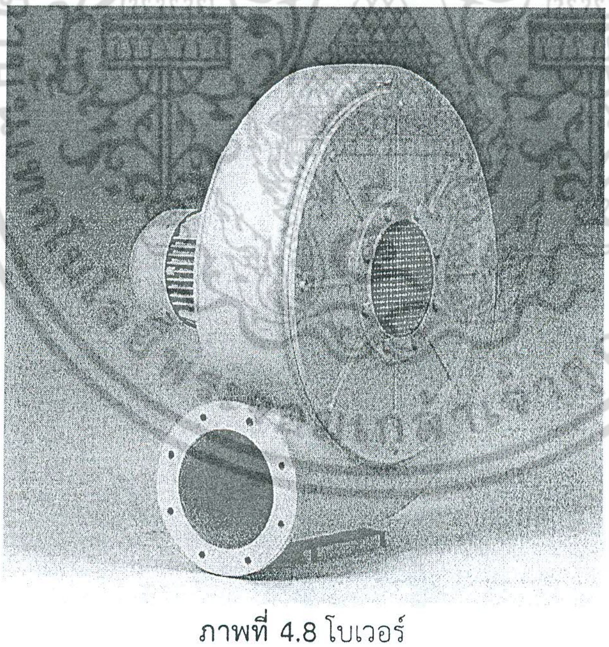
มอเตอร์ Mitsubishiขนาด 1 HP 1400 rpmเป็นต้นกำลังให้กับเครื่องเขย่าแยกเมล็ดปาล์ม



ภาพที่ 4.7 มอเตอร์ ขนาด 1 แรงม้า

6.โบเวอร์

เป็นตัวกำเนิดแรงลมให้ได้กำลังลมที่ต้องการไปใช้ในไซโคลน

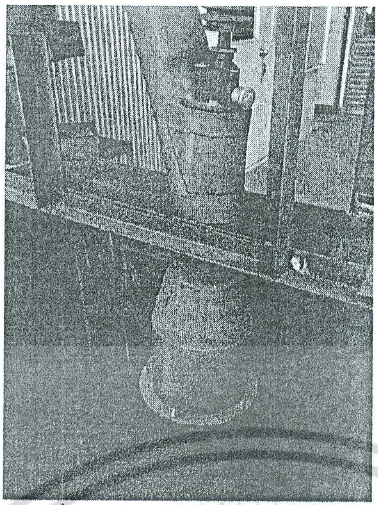


ภาพที่ 4.8 โบเวอร์

7.หัวกะโหลกท่อพยานาค

ใช้ในการทดลองไฮโดรไซโคลนในการดูดเมล็ดในและกะลาปาล์มโดยใช้น้ำเป็นตัวกลางในการส่งเข้าถังไซโคลน

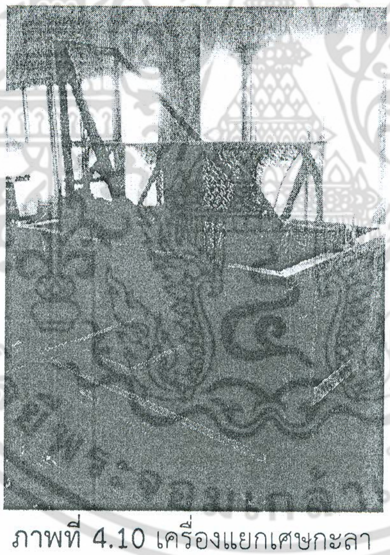
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 หัวกะโหลกท่อพยานาค

8. เครื่องแยกเศษกะลา

การแยกเศษกะลาโดยการอาศัยหลักการของตะแกรงร่อน เพื่อเอาเศษกะลาชิ้นที่มีขนาดเล็กออกมาก่อนเข้าเครื่องไซโคลนและรางเขย่า



ภาพที่ 4.10 เครื่องแยกเศษกะลา

4.3 วิธีการทดลอง

1.คัดขนาดเมล็ดปาล์มเลือกเอาขนาด 1.5 – 2 เซนติเมตร (สายพันธุ์ Tenera)

2.นำเมล็ดปาล์มที่คัดขนาดแล้วนำไปเข้าเครื่องกะเทาะเปลือก ได้ดังภาพที่ 4.1

3.นำเมล็ดในกะบกะลาที่ผ่านการกะเทาะมาผ่านเครื่องแยกเศษกะลาดังภาพที่ 4.10

4.นำของผสมระหว่างเมล็ดในปาล์มกับกะลามานำมาชั่ง กองละ 1 กิโลกรัมเพื่อทดลอง

5.แบ่งการทดลองเป็น 2 แบบ 1.ผ่านเข้าเครื่องไซโคลน 2.ผ่านรางเขย่า

5.1.เครื่องไซโคลน

-ปรับอินเวอร์เตอร์ควบคุมโบล์เวอร์เพื่อหาค่าความเร็วลมที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

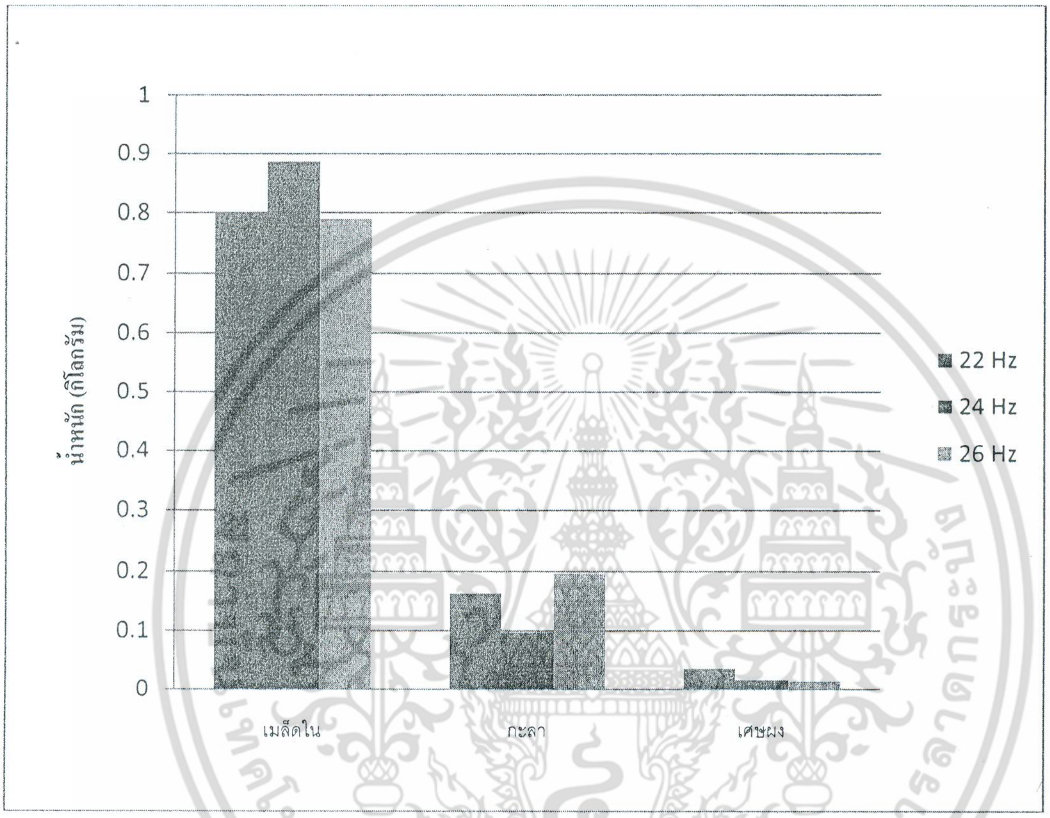
-นำเมล็ดที่กะเทาะแล้วไปเข้าเครื่องแยกแบบไซโคลนเพื่อแยกใยของเมล็ดปาล์มออก
-เก็บผลการทดลอง
5.2รางเขย่า
-ปรับอินเวอร์เตอร์ควบคุมมอเตอร์เพื่อหาค่าความเร็วรอบที่เหมาะสม
-นำเมล็ดที่กะเทาะแล้วไปเข้าเครื่องแยกแบบสั่นเพื่อแยกใยของเมล็ดปาล์มออก
-ปรับค่าที่ตามความเร็วรอบต่างๆและประมุมองศาตามการทดลองที่ต้องการ
-เก็บผลการทดลอง
6.สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
ผลการทดลอง

5.1 ผลการทดลองเครื่องแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์มแบบไซโคลน

5.1.1 เครื่องแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์มแบบไซโคลนความยาวท่อแกนกลาง 165 เซนติเมตร

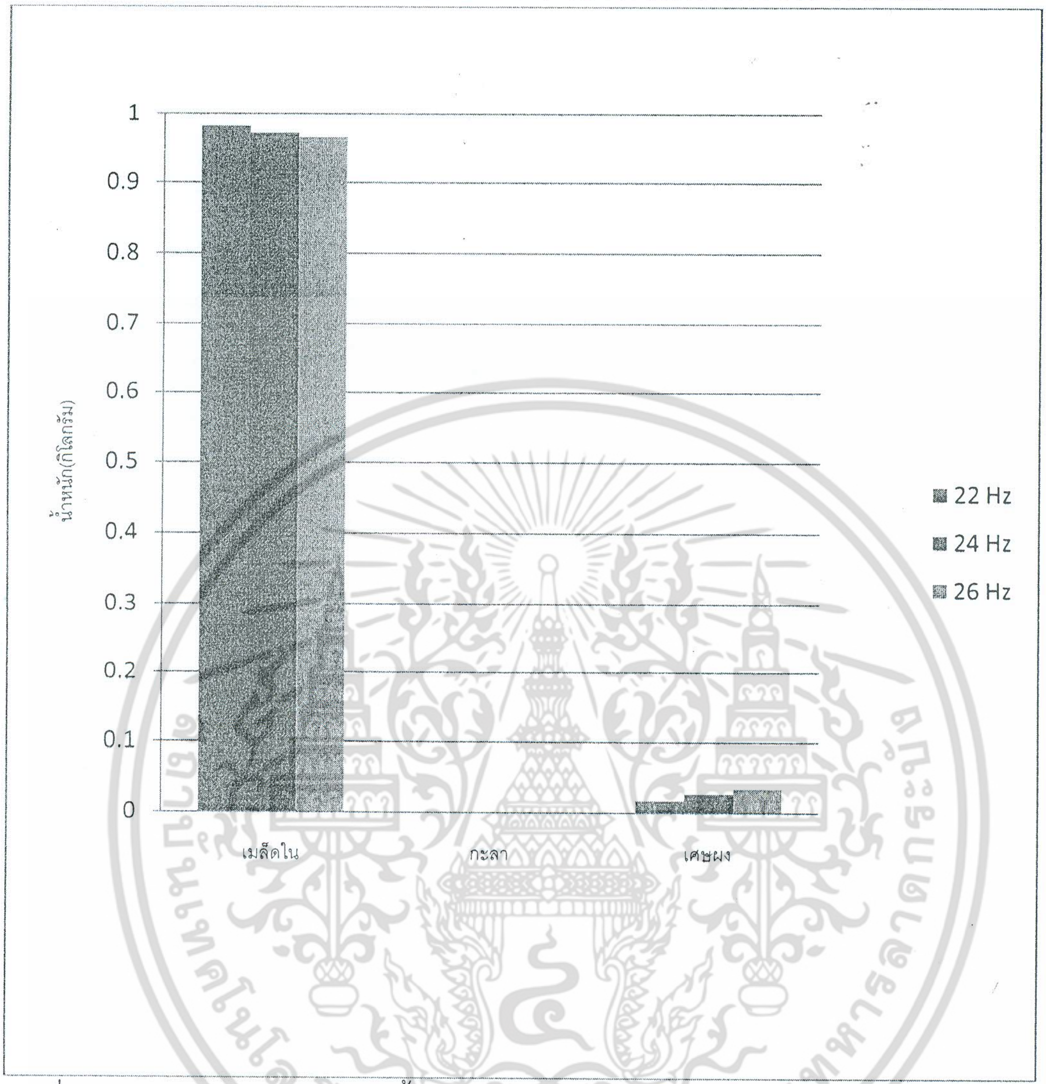


ภาพที่ 5.1 ผลการแยกส่วนต่างๆโดยน้ำหนัก แบบไซโคลนความยาวท่อแกนกลาง 165 เซนติเมตร

จากภาพที่ 5.1 แสดงให้เห็นถึงการแยกส่วนต่างๆของ เมล็ดใน กะลา เศษผง โดยจากแผนภูมิจะเห็นได้ว่าที่ 24 Hz (22.2 เมตรต่อวินาที) มีประสิทธิภาพดีซึ่งแยกเมล็ดในออกจากกะลาได้ 0.886 กิโลกรัม ที่สุด รองลงมาเป็น 22 Hz (27.7 เมตรต่อวินาที) ซึ่งแยกเมล็ดในออกจากกะลาปาล์มได้ 0.800 กิโกกรัม และสุดท้ายก็เป็น 26 Hz(33.3 เมตรต่อวินาที) ซึ่งแยกเมล็ดในออกจากกะลาปาล์มได้ 0.790 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 เครื่องแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์มแบบไซโคลนความยาวท่อแกนกลาง 110 เซนติเมตร



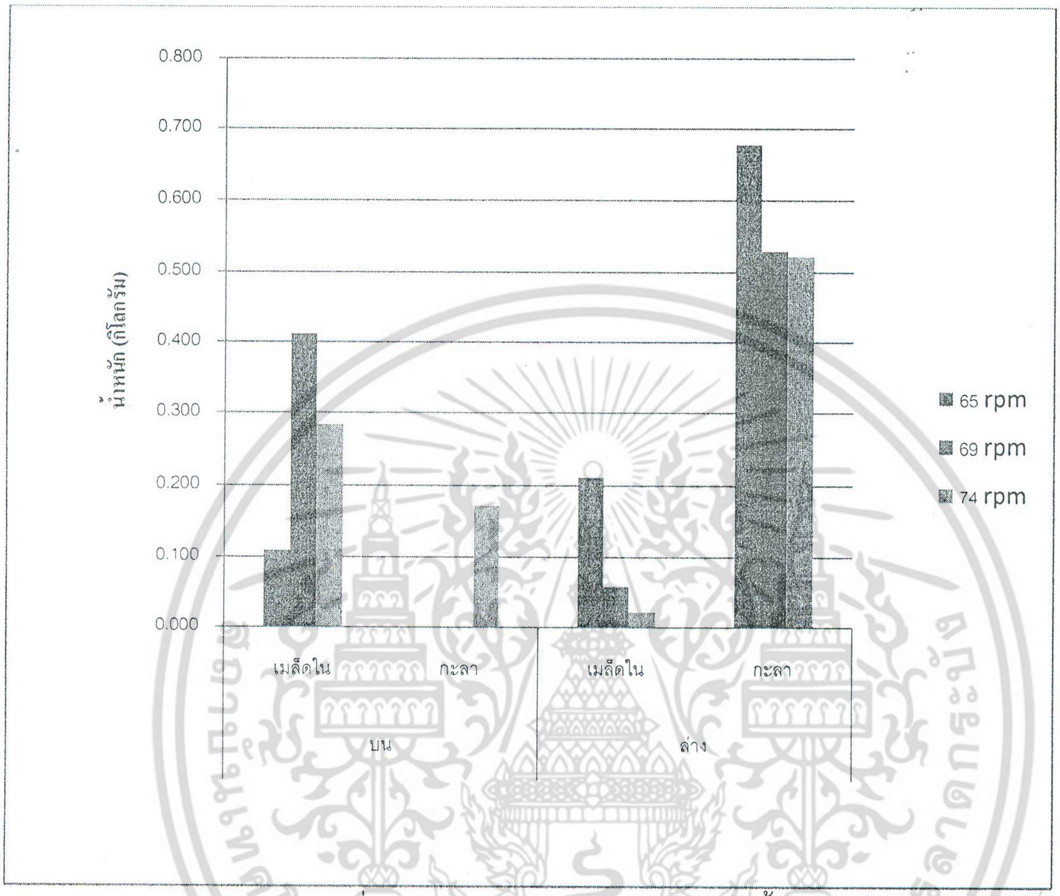
ภาพที่ 5.2 ผลการแยกส่วนต่างๆโดยน้ำหนัก แบบไซโคลนความยาวท่อแกนกลาง 110 เซนติเมตร

จากภาพที่ 5.2 แสดงให้เห็นถึงการแยกส่วนต่างๆของ เมล็ดใน กะลา เศษผง โดยจากแผนภูมิจะเห็นได้ว่าที่ 22Hz(22.2 เมตรต่อวินาที) มีประสิทธิภาพดีซึ่งแยกเมล็ดในออกจากกะลาได้ 0.982 กิโลกรัม ที่สุด รองลงมาเป็น 24 Hz (27.7 เมตรต่อวินาที) ซึ่งแยกเมล็ดในออกจากกะลาปาล์มได้ 0.972 กิโกกรัม และสุดท้ายก็เป็น 26 Hz (33.3 เมตรต่อวินาที) ซึ่งแยกเมล็ดในออกจากกะลาปาล์มได้ 0.966 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ผลการทดลองเครื่องแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์มแบบรางเขย่า

5.2.1 เครื่องเขย่าเมล็ดปาล์มที่คัดแล้วระยะชัก 220 mm

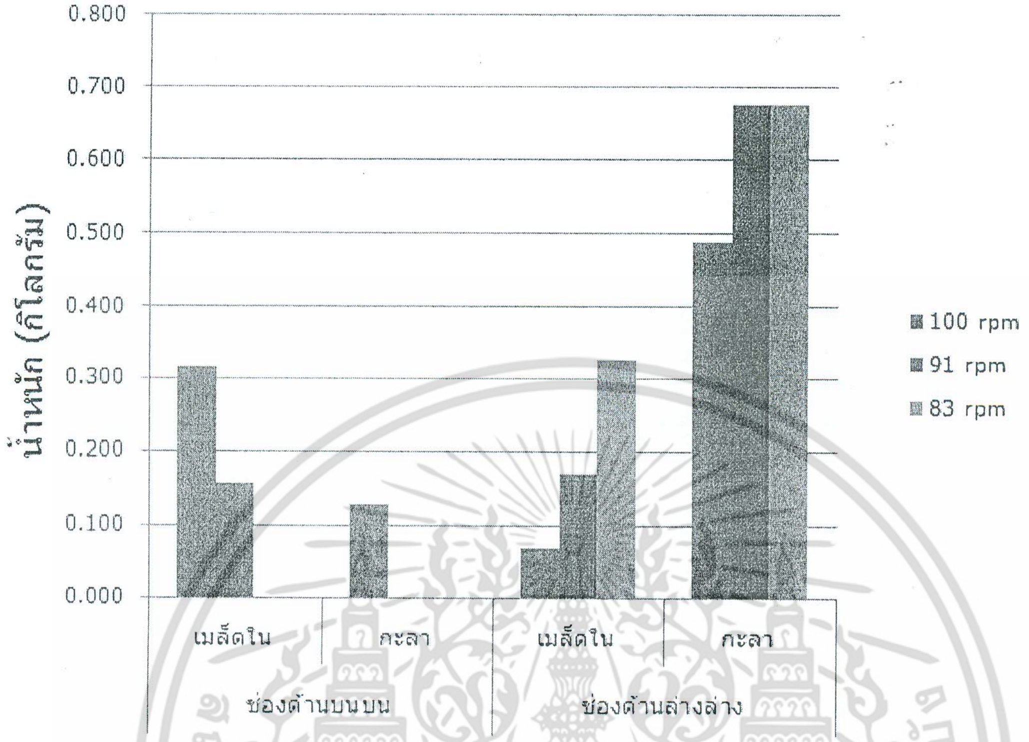


ภาพที่ 5.3 ปริมาตรการแยกส่วนต่างๆโดยน้ำหนัก

จากภาพที่ 5.3แสดงให้เห็นถึงการแยกส่วนต่างๆของ เมล็ดใน กะลา โดยจากแผนภูมิจะเห็นได้ว่าที่ 69 รอบต่อนาที มีประสิทธิภาพดีซึ่งแยกเมล็ดในออกจากกะลาได้ 0.412 กิโลกรัม ที่สุดรองลงมาเป็น 74 รอบต่อนาที ซึ่งแยกเมล็ดในออกจากกะลาปาล์มได้ 0.284 กิโกกรัม และสุดท้ายก็เป็น 65 รอบต่อนาที ซึ่งแยกเมล็ดในออกจากกะลาปาล์มได้ 0.110 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

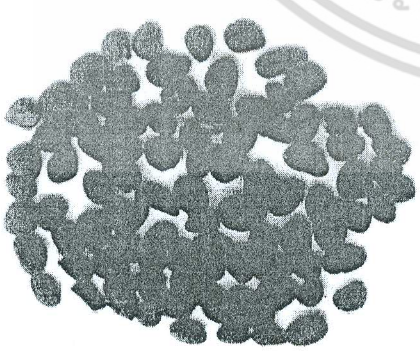
5.2.1 เครื่องเขย่าเมล็ดปาล์มที่คัดแล้วระยะชัก 140 mm



ภาพที่ 5.4 ปริมาตรการแยกส่วนต่างๆโดยน้ำหนัก

จากภาพที่ 5.4 แสดงให้เห็นถึงการแยกส่วนต่างๆของ เมล็ดใน กะลา โดยจากแผนภูมิจะเห็นได้ว่าที่ 100 รอบต่อนาที มีประสิทธิภาพดีซึ่งแยกเมล็ดในออกจากกะลาได้ 0.315กิโลกรัม ที่สุดรองลงมาเป็น 91 รอบต่อนาที ซึ่งแยกเมล็ดในออกจากกะลาปาล์มได้ 0.156 กิโกกรัม และสุดท้ายก็เป็น 83 รอบต่อนาที ซึ่งไม่สามารถแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์มได้

5.3 ลักษณะเมล็ดในกับกะลาปาล์มที่ถูกแยก



ก.

ข.

ภาพที่ 5.5 ลักษณะผลการแยก ก.เมล็ดในปาล์มที่ถูกแยกแล้ว ข.กะลาปาล์มที่ถูกแยกแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองการแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์มโดยมีมี 2 วิธี 1.แบบไซโคลน 2.แบบรางเขย่า ถังไซโคลนมีลักษณะด้านบนเป็นถังทรงกระบอกทำจากเหล็ก มีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร ความสูง 100 เซนติเมตร และหนา 4 มิลลิเมตร ถังด้านล่างมีลักษณะเป็นกรวยมีขนาดของด้านบนเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร ด้านบนเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ความสูง 100 เซนติเมตร และหนา 4 มิลลิเมตร ท่อทางออกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ทำการทดลองโดยปรับความยาวท่อแกนกลาง 110 และ 165 เซนติเมตร โดยปรับความเร็วลมทางเข้าที่ 22.2 27.7 และ33.3 เมตรต่อวินาที จากผลการทดลองพบว่า ที่ความยาวท่อแกนกลาง 110 เซนติเมตร ไม่สามารถแยกกะลาออกมาได้ และที่ความยาวท่อแกนกลาง 165 เซนติเมตรและความเร็วลมทางเข้า 22.2 เมตรต่อวินาที มีประสิทธิภาพดีที่สุด ซึ่งแยกเมล็ดในออกจากกะลาได้ 0.886 กิโลกรัม ส่วนรางเขย่าทำจากเหล็กมีขนาด 110 x 200 เซนติเมตร ข้างในมีเหล็กเป็นรูปสามเหลี่ยมวางเป็นมุม 60 องศา โดยทดลองปรับระยะชักที่ 140 และ 220 เซนติเมตร โดยปรับความเร็วรอบการชักที่ 83 91 และ 100 รอบต่อนาที จากผลการทดลองที่ระยะชัก 220 เซนติเมตร และความเร็วรอบการชักที่ 69 รอบต่อนาที มีประสิทธิภาพดีซึ่งแยกเมล็ดในออกจากกะลาได้ 0.412 กิโลกรัม ซึ่งมีประสิทธิภาพถึง 87.7 เปอร์เซ็นต์

6.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน

1. ในบางครั้งเมล็ดปาล์มที่ซื้อมาจากท้องตลาดไม่ได้คุณภาพ
2. การลำเลียงเมล็ดปาล์มเข้าสู่แยก จะมีการล่วงหล่นของกะลาปาล์มบ้าง
3. ขนาดและความถ่วงจำเพาะของเมล็ดในและกะลามีค่าเคียงกันมาก ซึ่งยากในการแยก
4. การแยกด้วยถังไซโคลนมีผลต่อการแยกเล็กน้อย เนื่องจากการใช้ไซโคลนด้วนอากาศยังเป็นตัวกลางที่ยังไม่ค่อยดี
5. การแยกด้วยรางเขย่าสามารถแยกเมล็ดในกับกะลาได้ดีแต่ต้องใช้เวลานาน

6.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา

1. ก่อนนำของผสมเข้าเครื่องแยกเศษเล็กๆ ก่อนเข้าทั้ง ถังไซโคลนและรางเขย่า
2. ถังไซโคลนควรเปลี่ยนตัวกลางจากอากาศเป็นน้ำ ซึ่งจะสามารถแยกของที่มีค่าความถ่วงจำเพาะใกล้เคียงกันได้
3. การแยกด้วยรางเขย่าควรเพิ่มจำนวนชั้นของรางให้มากขึ้นและ สร้างตัวป้อนให้มีการกระจายให้ทั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] พีรวิชญ์ พรพิพัฒน์ศิริกุลและคณะ.2552. “การพัฒนาเครื่องหีบเปลือกปาล์มสำหรับกลุ่มเกษตรกรขนาดเล็ก”. พิมพ์ ครั้งที่ 1 ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[2] บุษบา ล้อประเสริฐ, ปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตร, 2548

[3] บัญญัติ นิยมวาส. “ การพัฒนาระบบอบแห้งผลปาล์ม”. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมเครื่องกล) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2544.

[4] L. Svarovsky, Hydrocyclones, Technomics, Lancaster, 1994.

[5] Podd et al., 2000 E.J.W. Podd, H.I. Schlaberg, B.S. Hoyle Model-based parameterisation of a hydrocyclone air-core Ultrasonics, 38 (2000), pp. 804–808

[6] Kraipech, W. (2002). *Study of the performance of industrial hydrocyclones*. Ph.D.Thesis. UMIST. England.

[7] Liang-Yin Chu, Wen-Mei Chen: & Xiao-Zhong Lee. (2002, May). Effects of geometric and operating parameters and feed characters on the motion of solid particles in hydrocyclones . *Separation and purification Technology*. 26: 237-246.

[8] S.O. Jekayinfa, A.I. Bamgboye(2007) “Development of equations for estimating energy requirementsin palm-kernel oil processing operations” Journal of Food Engineering, v79, P322–329

[9] C. O. Akubuo; B. E. Eje (2002) “Palm Kernel and Shell Separator” *Biosystems Engineering*, v81 (2), P193-199

[10] *R. Akinoso1 and A.O. Raji (2011)* “hysical properties of fruit, nut and kernel of oil palm” *Int. Agrophys., v25, P 85-88*

[11]กฤษดา อาภาทองรัตน์ และคณะ “การพัฒนาไฮโดรไซโคลนที่ต่อแบบอนุกรมสำหรับการแยกของแข็งออกจากของเหลว” การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 8 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

[12] Hideto Yoshida(2006), “Effect of blade rotation on particle classification performance of hydro-cyclones.”, Powder Technology , v164 ,P103–110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความยาวท่อแกนกลางของไซโครน 165 เซนติเมตร

ตารางที่ ก. 1 ผลการทดลองความยาวท่อแกนกลาง 165 เซนติเมตร ความถี่ 22 Hz

ความเร็ว m/s	อัตราการป้อน	เปอร์เซ็นต์การแยก		
		เมล็ดใน(kg)	กะลา	เศษผง
17.2	1 kg	0.63	0.294	0.076
	1kg	0.982	0	0.018
	1 kg	0.79	0.196	0.014

ตารางที่ ก. 2 ผลการทดลองความยาวท่อแกนกลาง 165 เซนติเมตร ความถี่ 24 Hz

ความเร็ว m/s	อัตราการป้อน	เปอร์เซ็นต์การแยก		
		เมล็ดใน(kg)	กะลา	เศษผง
29	1 kg	0.97	0.012	0.018
	1kg	0.896	0.092	0.012
	1 kg	0.992	0	0.008

ตารางที่ ก. 3 ผลการทดลองความยาวท่อแกนกลาง 165 เซนติเมตร ความถี่ 26 Hz

ความเร็ว m/s	อัตราการป้อน	เปอร์เซ็นต์การแยก		
		เมล็ดใน(kg)	กะลา	เศษผง
32	1 kg	0.978	0	0.022
	1kg	0.966	0	0.034
	1 kg	0.628	0.352	0.02

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความยาวท่อแกนกลางของไซโครน 165 เซนติเมตร

ตารางที่ ก. 1 ผลการทดลองความยาวท่อแกนกลาง 165 เซนติเมตร ความถี่ 22 Hz

ความเร็ว m/s	อัตราการป้อน	เปอร์เซ็นต์การแยก		
		เมล็ดใน(kg)	กะลา	เศษผง
17.2	1 kg	0.63	0.294	0.076
	1kg	0.982	0	0.018
	1 kg	0.79	0.196	0.014

ตารางที่ ก. 2 ผลการทดลองความยาวท่อแกนกลาง 165 เซนติเมตร ความถี่ 24 Hz

ความเร็ว m/s	อัตราการป้อน	เปอร์เซ็นต์การแยก		
		เมล็ดใน(kg)	กะลา	เศษผง
29	1 kg	0.97	0.012	0.018
	1kg	0.896	0.092	0.012
	1 kg	0.992	0	0.008

ตารางที่ ก. 3 ผลการทดลองความยาวท่อแกนกลาง 165 เซนติเมตร ความถี่ 26 Hz

ความเร็ว m/s	อัตราการป้อน	เปอร์เซ็นต์การแยก		
		เมล็ดใน(kg)	กะลา	เศษผง
32	1 kg	0.978	0	0.022
	1kg	0.966	0	0.034
	1 kg	0.628	0.352	0.02

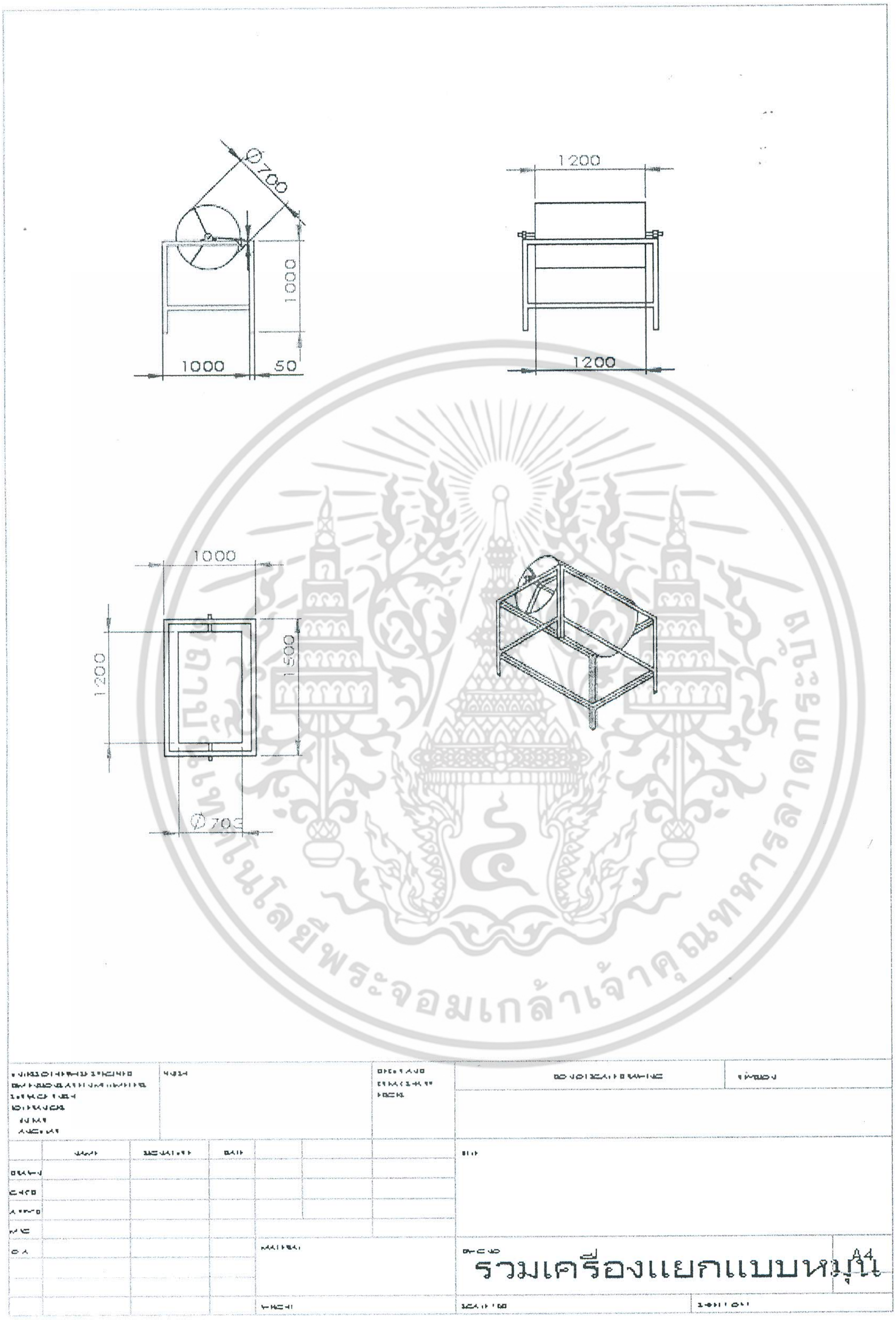
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

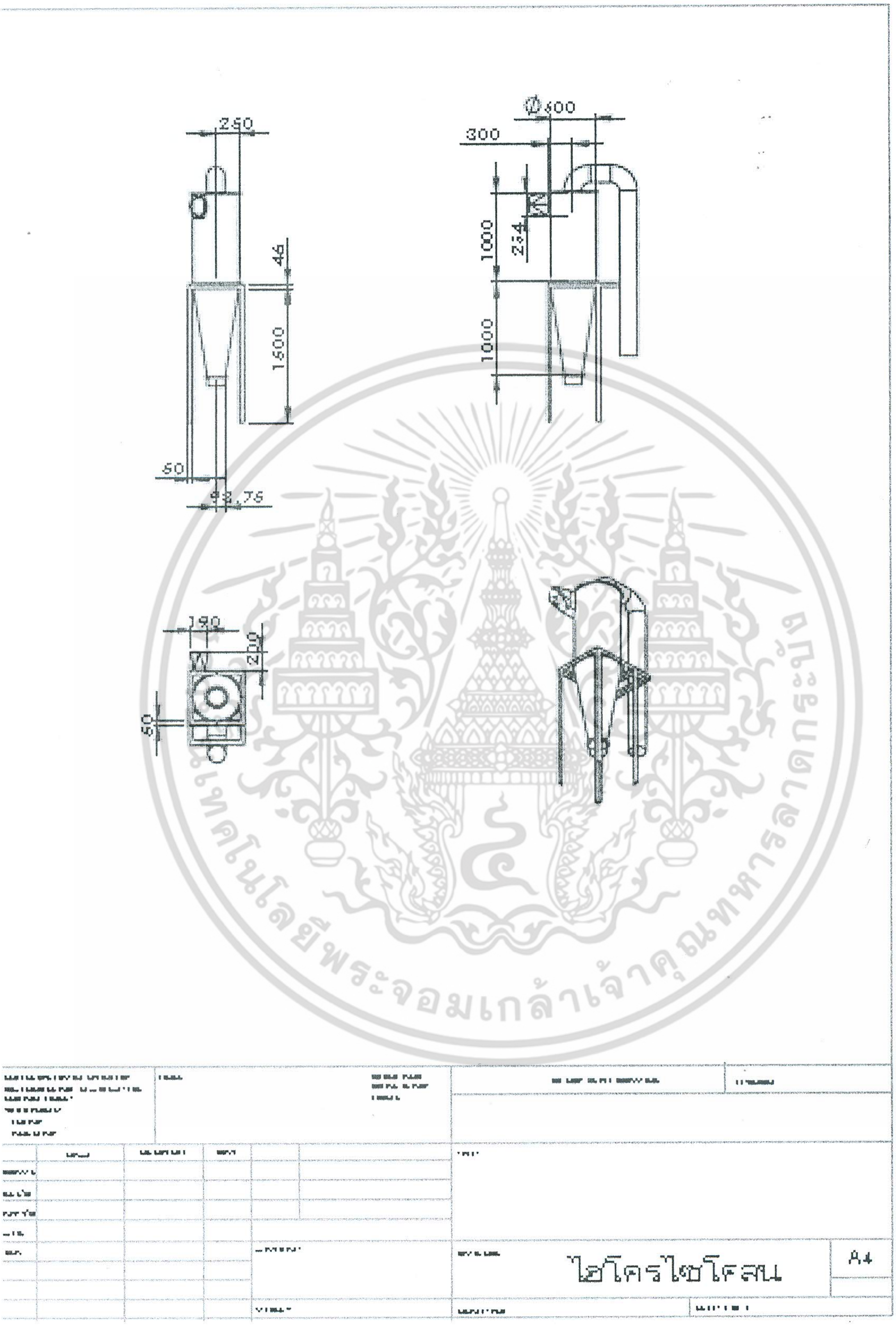
แบบเครื่องแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



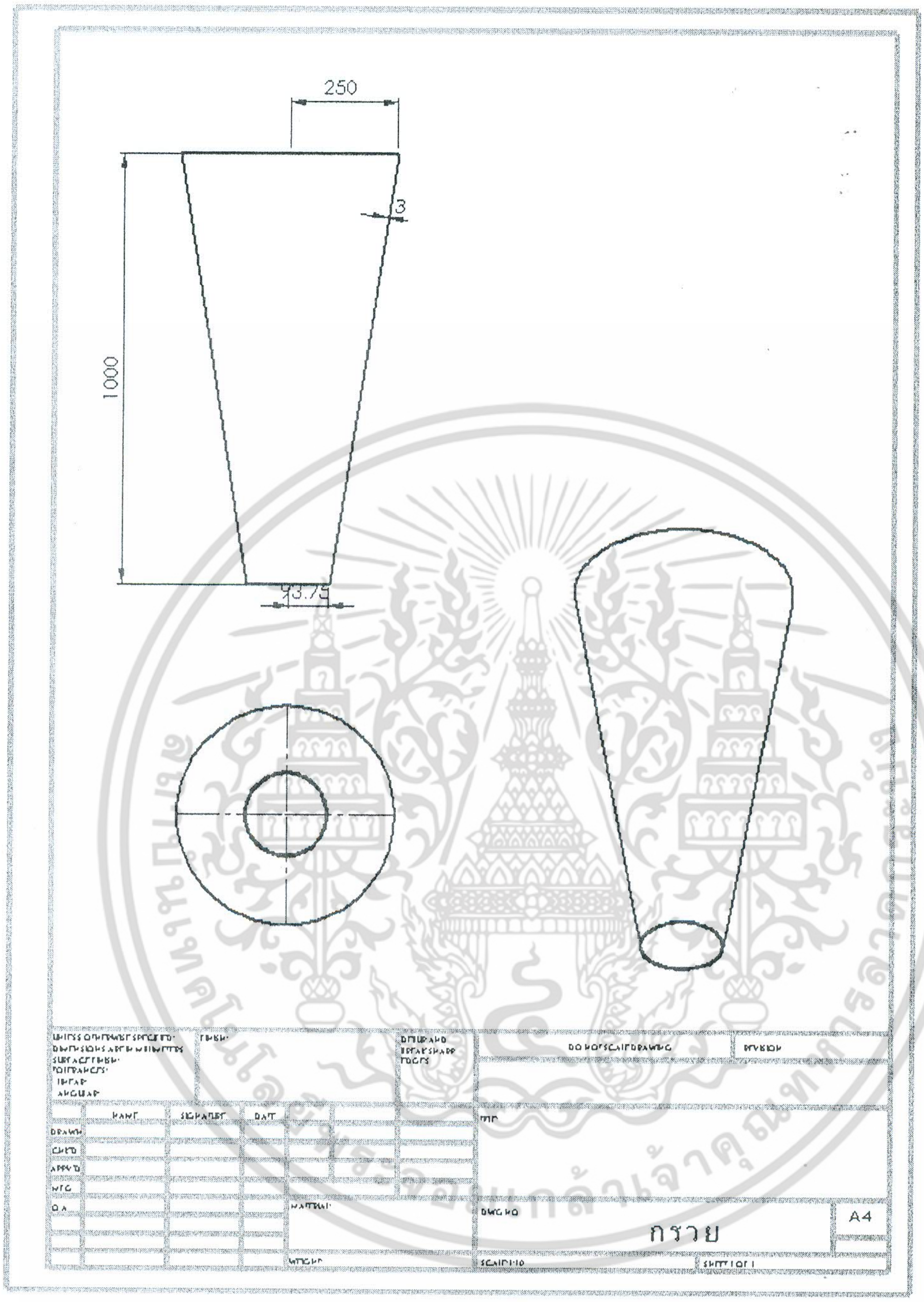
ภาพที่ ข.1 แบบเครื่องแยกเศษแบบหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



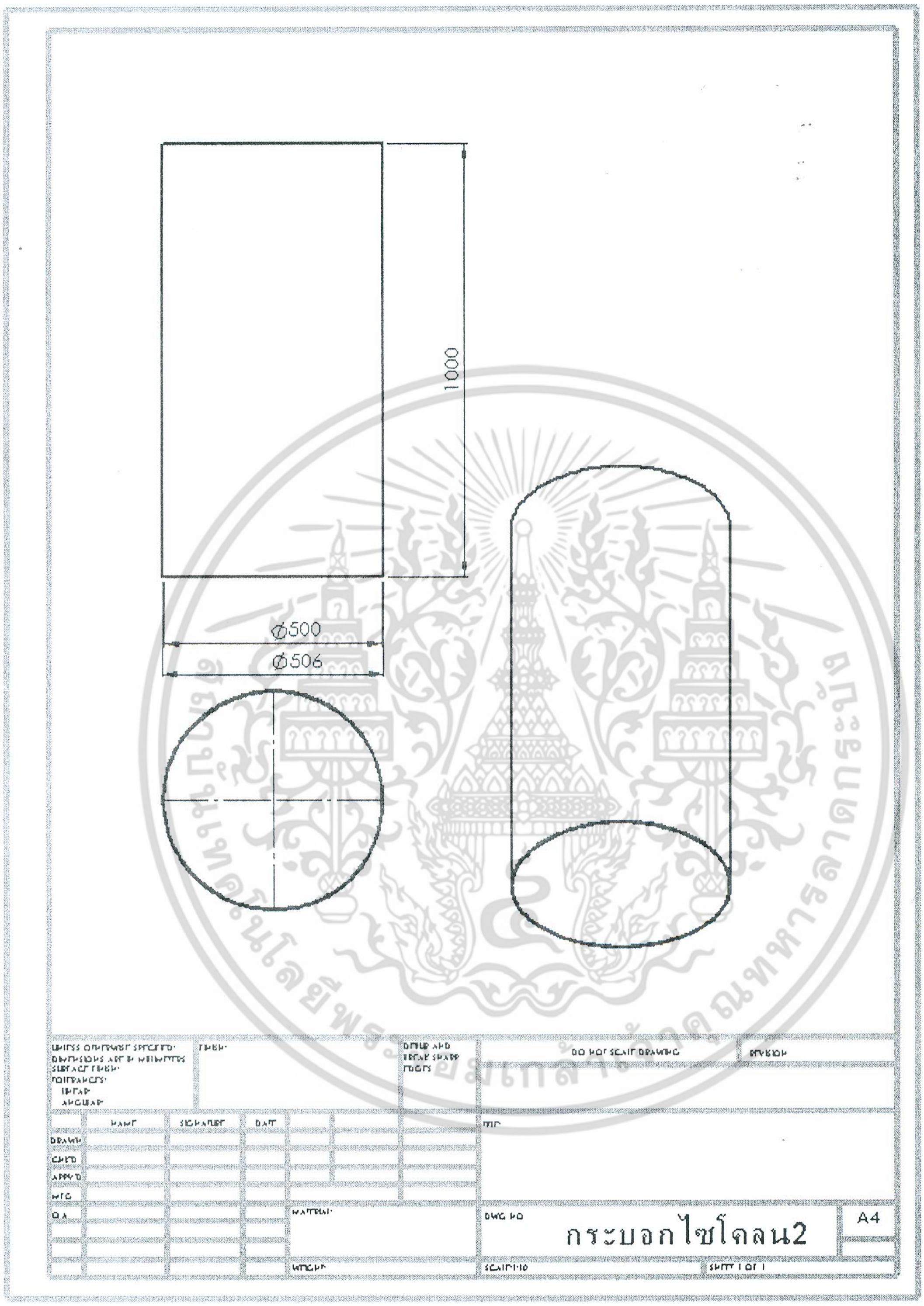
ภาพที่ ข.2 แบบเครื่องไซโคลน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



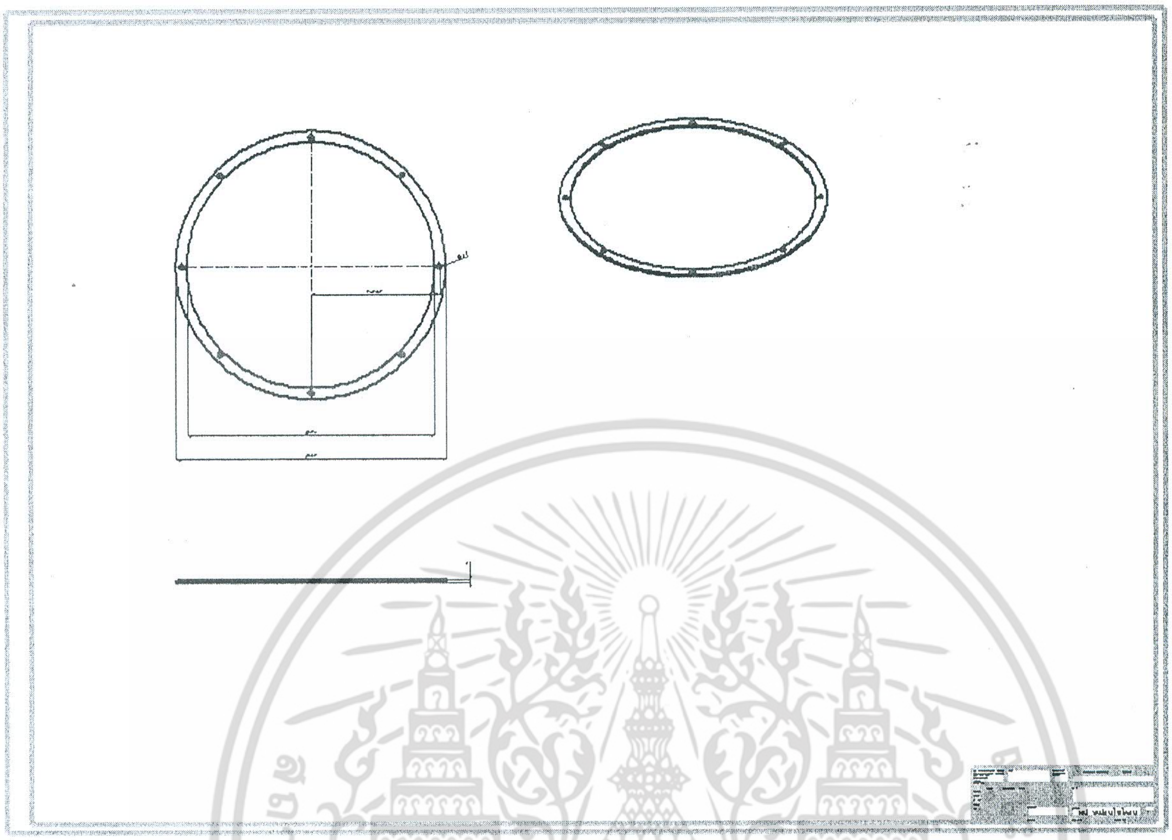
ภาพที่ ข.3 แบบเครื่องไซโคลนด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



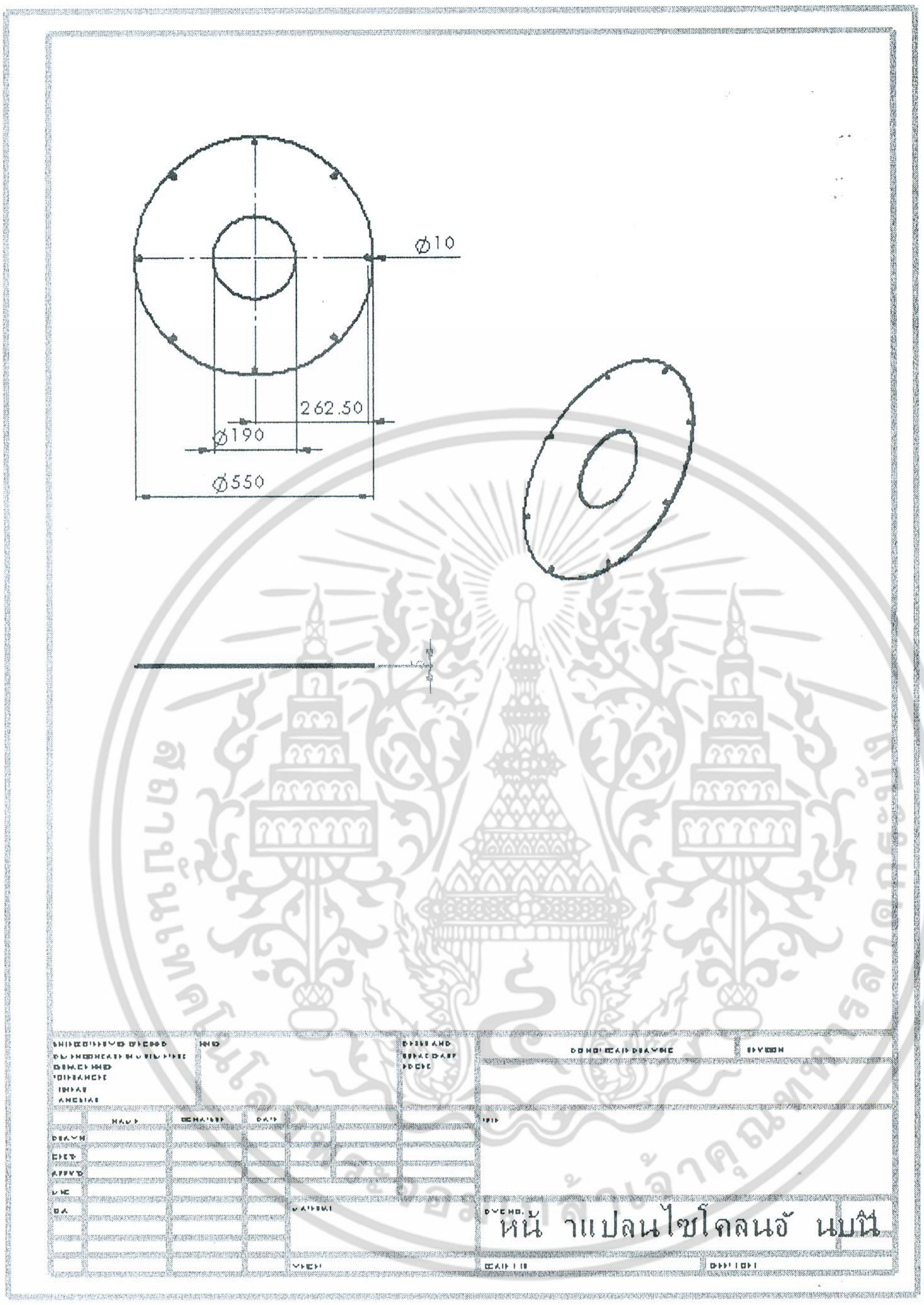
ภาพที่ ข.4 แบบเครื่องไซโคลนด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



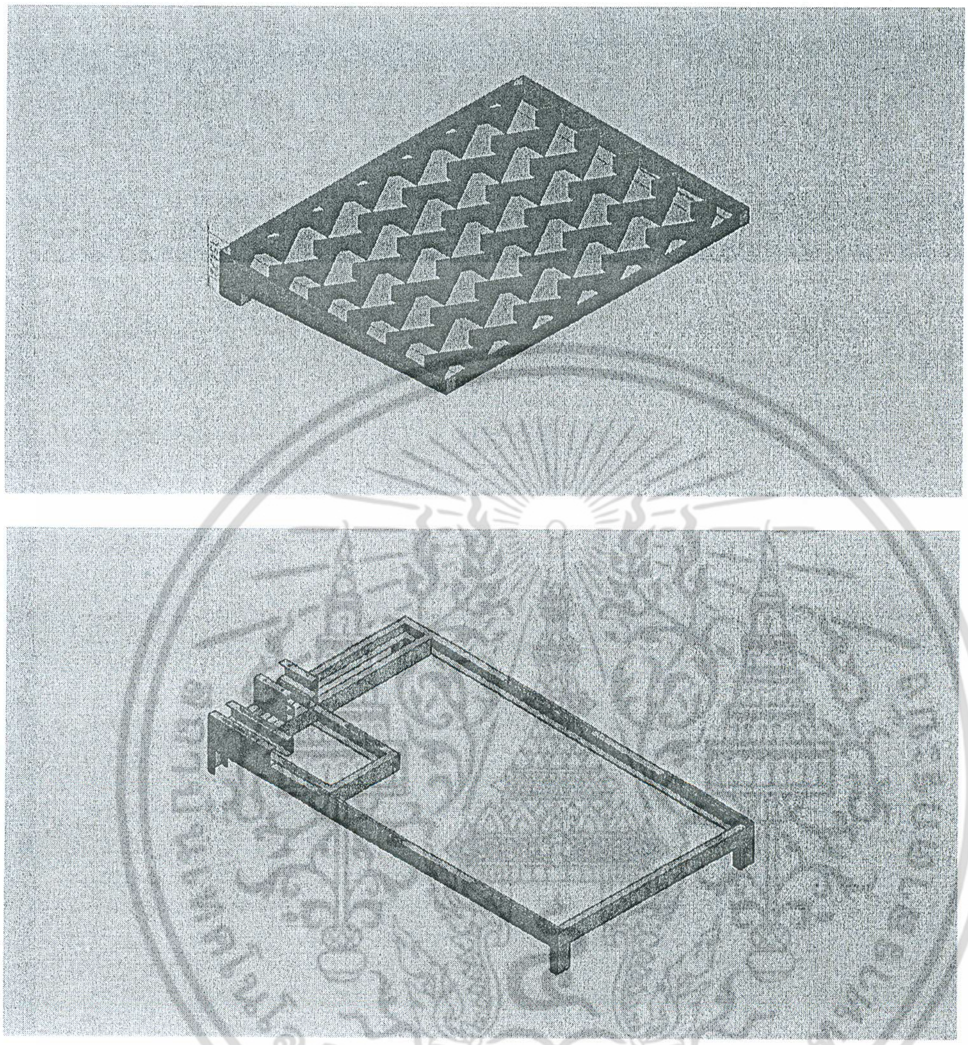
ภาพที่ ข.5 แบบหน้าแปลนด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.6 แบบหน้าแปลนด้านบน

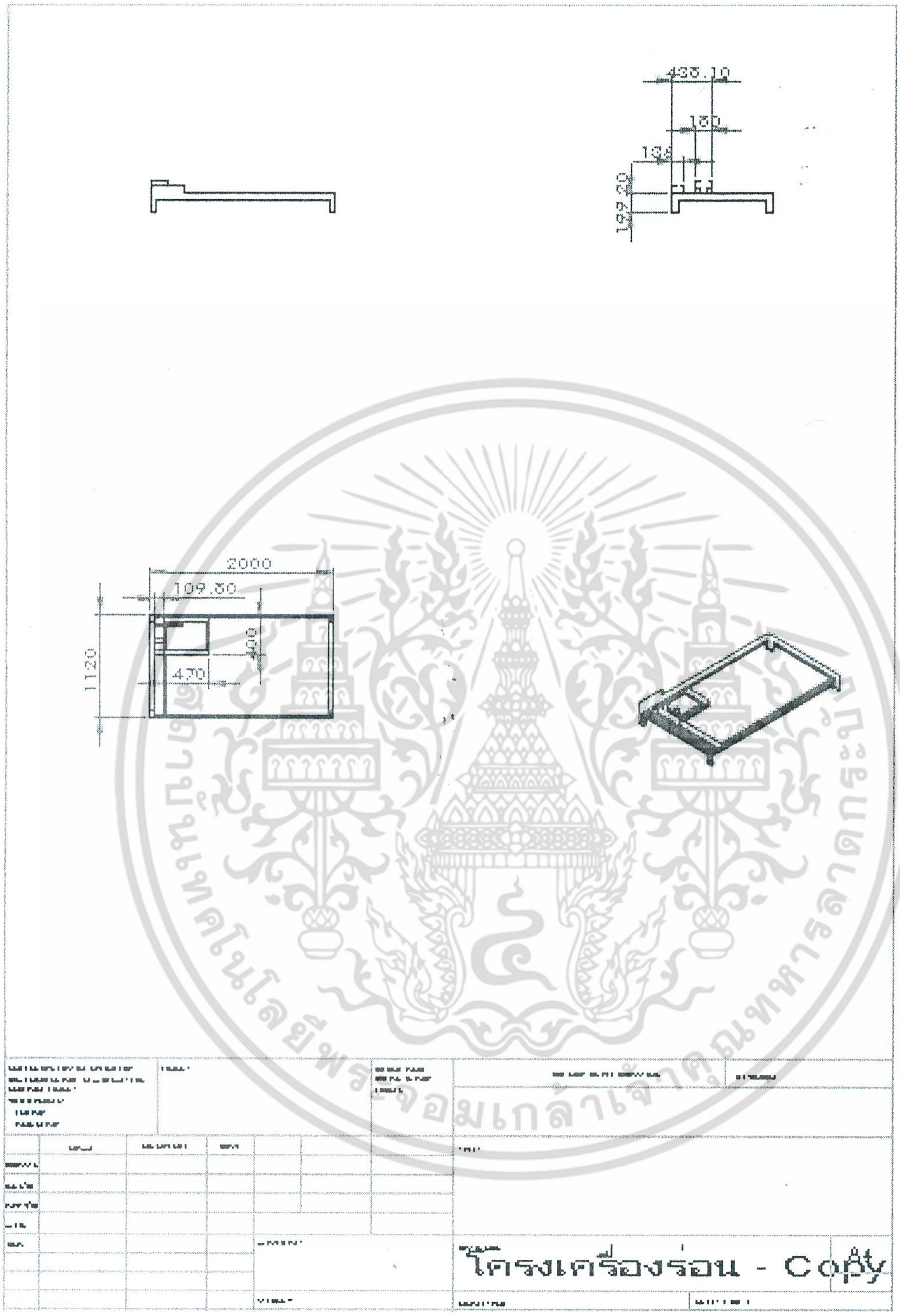
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.7 แบบเครื่องรางเขย่า

ภาพที่ ข.7 แบบเครื่องรางเขย่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.8 แบบเครื่องร่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสโครงการ/รหัสสัญญา..

แบบรายงานการใช้จ่ายเงินโครงการวิจัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รายงานความก้าวหน้า ครั้งที่ 3 รอบ 12 เดือน ประจำปีงบประมาณ 2557
หน่วยงาน วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

☑ แหล่งงบประมาณแผ่นดิน (แบบปกติ) ☐ แหล่งเงินรายได้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การศึกษาเครื่องแยกเมล็ดในกับกะลาปาล์มสำหรับกลุ่มเกษตรกร

(ภาษาอังกฤษ) Development separate machine of nut and kernel palm for farmer usage.

ชื่อ-สกุลหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน/ผู้วิจัย (อ./ดร./ผศ./รศ./ศ.) ผศ.ปัญญา แดงวิไลลักษณ์

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2556 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2557

ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี - เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2556 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2557

ข้อมูลการรายงานค่าใช้จ่ายงบประมาณโครงการวิจัย

1. การเบิกจ่ายงบประมาณ (กรณีการจ่ายเงินถ้าจ่ายงวดเดียวให้ลบข้อที่ไม่เกี่ยวข้องออก)

   งวดที่ 1 777,900 บาท 100 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ป/ด/ว) 22 พ.ย.56

2. สรุปงบประมาณค่าใช้จ่ายที่ใช้นับตั้งแต่เริ่มทำการวิจัยถึงปัจจุบัน (จำแนกตามหมวดค่าใช้จ่าย)

หมวดค่าใช้จ่าย	งบประมาณรวมทั้งโครงการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)	คงเหลือ (หรือเกิน)
งบบุคลากร :ค่าจ้างชั่วคราว	111,600	111,600	0
งบดำเนินงาน	666,300	666,300	
ค่าตอบแทน			
ค่าใช้สอย	111,000	294,090	0
ค่าวัสดุ	555,300	372,210	0
ค่าสาธารณูปโภค			
งบลงทุน: ค่าครุภัณฑ์	-		
รวม	777,900	777,900	0

....
(ผศปัญญา แดงวิไลลักษณ์)
ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน
29 / ก.ย. / 2557

....
([illegible])
ลงนามเจ้าหน้าที่การเงิน/เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง
29 / ก.ย. / 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ : นักวิจัยหรือเจ้าหน้าการเงินสามารถปรับหรือเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมข้อความได้ตามความเหมาะสมและสอดคล้องกับการดำเนินงาน อาทิเช่น นักวิจัยอยู่ระหว่างการดำเนินการเคลียร์ด้านเอกสารทางการเงิน หรือข้อความอื่นๆ

ประวัตินักวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล นายปัญญา แดงวิไลลักษณ์

เพศ ☑ ชาย ☐หญิง วันเดือนปีเกิด 5 เม.ย. 2517 อายุ 41 ปี

สถานภาพ ☐ โสด ☑ สมรส

ตำแหน่งปัจจุบัน

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วศ.ม.	วิศวกรรมเครื่องกล	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	2542
วศ.บ.เกียรตินิยมอันดับ 2	วิศวกรรมเครื่องกล	มหาวิทยาลัยสยาม	2539

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) การออกแบบเครื่องจักรกลการเกษตร, เทคโนโลยีปาล์มน้ำมัน, Graphic Design, CAD CAM CAE, Network, คอมพิวเตอร์

รางวัลด้านวิชาการ/ด้านวิจัย/งานสร้างสรรค์ (ด้านศิลปะ หรืออื่นๆ) ที่ได้รับ

ปี พ.ศ.	ชื่อรางวัล	สถาบันที่ให้
2545	ผลงานดีเด่น สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี พ.ศ.2545	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยแห่งชาติ

ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้
2556	งบประมาณเงินงบประมาณประจำปีพ.ศ.2556	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยแห่งชาติ
2556	งบประมาณเงินรายได้ประจำปี พ.ศ.2556	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯลาดกระบัง
2555	งบประมาณเงินงบประมาณประจำปีพ.ศ.2555	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยแห่งชาติ
2555	งบประมาณเงินรายได้ประจำปี พ.ศ.2555	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯลาดกระบัง

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

ปัญญา แดงวิไลลักษณ์ จารุวัตร เจริญสุข "แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการเกิดออกไซด์ของกำมะถันจากการเผาไหม้ของถ่านหินผง" วิศวสารลาดกระบัง, ปีที่ 16, ฉบับที่ 3, 2542

การเสนอผลงานวิชาการ

ปัญญา แดงวิไลลักษณ์ จารุวัตร เจริญสุข "การประยุกต์วิธี Finite volume กับการจำลองการไหลในท่อขยายอย่างฉับพลัน" สัมมนาวิชาการวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 12, ปีที่ 12, พฤศจิกายน 2541.

Patara Suppatkul, **Panya Daungvilailus** and Chamlong Prabkeao. "Development of Palm Oil Pressing Machine Without Sterilization Process" International Workshop Strengthening

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

the Application of Agricultural Engineering and Post harvest Technology for Effective and Sustainable Development in Agricultural Production, pp 129, Dec 2005, Hanoi, Vietnam

ศิระ สายศร, วสันต์ ด้วงคำจันทร์, **ปัญญา แดงวิไลลักษณ์** "การศึกษากลไกการอบแห้งเมล็ดข้าวโพดโดยใช้เทคนิคไมโครเวฟร่วมกับฟลูอิดไดซ์เบด" การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 18, หน้าที่ 860-863, ตุลาคม 2547, จ.ขอนแก่น

ศิระ สายศร **ปัญญา แดงวิไลลักษณ์** "การเปรียบเทียบการอบแห้งข้าวโพดโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบดร่วมกับไมโครเวฟและเครื่องอบแห้งแบบหมุนวนร่วมกับไมโครเวฟ", การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 19, หน้าที่ 1079-1084, ตุลาคม 2548, จ.ภูเก็ต

ปัญญา แดงวิไลลักษณ์ จำลอง ปราบแก้ว "เครื่องบีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กสำหรับกลุ่มเกษตรกร", การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 19, หน้าที่ 360-365, ตุลาคม 2548, จ.ภูเก็ต

ดิษฐพร ตุงโสธานนท์, **ปัญญา** แดงวิไลลักษณ์, พงษ์เจต พรหมวงศ์ และ วชร กาลาสี 2549, "ความต้องการพลังงานภาคการผลิตของประเทศไทยในแต่ละช่วงของเศรษฐกิจ: ส่วนที่ 1 ช่วงปี 1987-2004", การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 20, 18-20 ตุลาคม 2549, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

วชร กาลาสี, **ปัญญา** แดงวิไลลักษณ์, ดิษฐพร ตุงโสธานนท์ และ พงษ์เจต พรหมวงศ์ 2549, "แนวโน้มความต้องการพลังงานในภาคการผลิตของไทย: ส่วนที่ 2 (2005-2020)", การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 20, 18-20 ตุลาคม 2549, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

กฤช สมนึก **ปัญญา** แดงวิไลลักษณ์ วชร กาลาสี "พัฒนาการอบปาล์มน้ำมันด้วยไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียงแบบต่อเนื่อง" การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ ,22 15-17 ตุลาคม 2551 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

กฤช สมนึก **ปัญญา** แดงวิไลลักษณ์ วชร กาลาสี "พัฒนาการอบปาล์มน้ำมันด้วยไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียงแบบต่อเนื่อง" การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ ,22 15-17 ตุลาคม 2551 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

ปัญญา แดงวิไลลักษณ์ จำลอง ปราบแก้ว "เครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลายแบบลากจูง" การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ ,22 15-17 ตุลาคม 2551 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

ผลงานสิทธิบัตร/สิ่งประดิษฐ์/งานสร้างสรรค์ (ศิลปะ หรือ อื่นๆ)

" เครื่องแยกผลปาล์มจากทะลาย ชนิดถังกลมและฐานหมุน" จำลอง ปราบแก้ว , จารุวัตร เจริญสุข **และ ปัญญา แดงวิไลลักษณ์** " ผลงานดีเด่น สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี พ.ศ.2545ได้รับอนุสิทธิบัตร เลขที่ 1339 เมื่อวันที่ 19 พฤษภาคม 2546 และได้เผยแพร่ใน วารสารสมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, ปีที่ 2 เล่มที่ 3 ประจำเดือนกุมภาพันธ์- มีนาคม 2546 , วารสาร UP DATE, ปีที่ 18 ฉบับที่ 185 ประจำเดือนมกราคม 2546, และจดหมายข่าว ปาล์มน้ำมัน ปีที่ 3 ฉบับที่ 4 เดือน ธันวาคม 2545 – กุมภาพันธ์ 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล นายอดิเรก สุริยะวงศ์

เพศ ☑ ชาย ☐หญิง วันเดือนปีเกิด................อายุ................ปี

สถานภาพ ☐ โสด ☑ สมรส

ตำแหน่งปัจจุบัน

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วศ.ม.	วิศวกรรมเครื่องกล	KMUTT	2552
วศ.บ.	วิศวกรรมเครื่องกล	MUT	2547

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) การออกแบบเครื่องจักรกลการเกษตร, Boiling and Condensation Heat Transfer, Heat transfer Application, Multiphase flow

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่/การเสนอผลงานวิชาการ(ระดับชาติ)

1. Saenmart K., Cheowuttikul P., Suriyawong A., Wongwises S. (2008) Onset of flooding in a small diameter tube. International Communications in Heat and Mass Transfer, Volume 35, Issue 4, Pages 458-465

2. Suriyawong A., Wongwises S. (2010) Nucleate pool boiling heat transfer characteristics of TiO2–water nanofluids at very low concentrations, Experimental Thermal and Fluid Science, Volume 34, Issue 8, Pages 992-999

3. M. Balcilar, A.S. Dalkilic, A. Suriyawong, T. Yiamsawas, S. Wongwises, (2012) Investigation of pool boiling of nanofluids using artificial neural networks and correlation development techniques, International Communications in Heat and Mass Transfer, Volume 39, Issue 3, March 2012, Pages 424-431.

4. Adirek Suriyawong and Somchai Wongwises, (2012) Effect of Nanofluid Concentration on the Nucleate Pool Boiling Heat Transfer Enhancement on a Copper Plain Surface, The International conference of the Thai Society of Agricultural Engineering April 4–5, 2012, Chiangmai Thailand.

5. Adirek Suriyawong and Somchai Wongwises, (2012) Effects of Surface Material and Surface Roughness on the Nucleate Boiling Heat Transfer Enhancement, The 3rd TSME International Conference on Mechanical Engineering, October 2012, Chiang Rai.

6. สมชาย วงศ์วิเศษ และ อดิเรก สุริยะวงศ์ (2554) "การเดือดของของไหลนาโน" ราชบัณฑิตยสถานแห่งราชอาณาจักรไทย (อยู่ระหว่างรอการตีพิมพ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล ผศ.ดร.ศิระ สายศร

เพศ ☑ ชาย ☐หญิง วันเดือนปีเกิด........................ อายุ........................ปี

สถานภาพ ☐ โสด ☑ สมรส

ตำแหน่งปัจจุบัน

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
Ph.d	เทคโนโลยีพลังงาน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	2553
วศ.ม.	วิศวกรรมเครื่องกล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	2545
วศ.บ.	วิศวกรรมเครื่องกล	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	2542

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) การไหลสองสถานะในท่อขนาดไมโครแชนเนล, เทคนิคการเพิ่มการถ่ายเทความร้อน

รางวัลด้านวิชาการ/ด้านวิจัย/งานสร้างสรรค์ (ด้านศิลปะ หรืออื่นๆ) ที่ได้รับ

ปี พ.ศ.	ชื่อรางวัล	สถาบันที่ให้
2008	Outstanding oral presentation in RGJ-Ph.D. Congress IX April 4-6, 2008	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยแห่งชาติ

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

1. Saisorn S, Wongwises S. A review of two-phase gas-liquid adiabatic flow characteristics in micro-channels. *Renewable & Sustainable Energy Reviews* 2008; 12: 824-838. มี impact factor 4.842

2.Saisorn S, Wongwises S. Flow pattern, void fraction and pressure drop of two-phase air-water flow in a horizontal circular micro-channel. *Experimental Thermal and Fluid Science* 2008; 32: 748-760. มี impact factor 1.234

3.Saisorn S, Wongwises S. An inspection of viscosity model for homogeneous two-phase flow pressure drop prediction in a horizontal circular micro-channel. *International Communications in Heat and Mass Transfer* 2008; 35: 833-838. มี impact factor 1.189

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Saisorn S, Wongwises S. An experimental investigation of two-phase air-water flow through a horizontal circular micro-channel. *Experimental Thermal and Fluid Science* 2009; 33: 306-315. มี impact factor 1.234
5. Saisorn S, Wongwises S. The effects of channel diameter on flow pattern, void fraction and pressure drop of two-phase air-water flow in circular micro-channels. *Experimental Thermal and Fluid Science* 2010; 34: 454-462. มี impact factor 1.234
6. Saisorn S, Kaew-On J, Wongwises S. Flow pattern and heat transfer characteristics of R-134a refrigerant during flow boiling in a horizontal circular mini-channel. *International Journal of Heat and Mass Transfer* 2010; 53: 4023-4038. มี impact factor 1.947

ผลงานวิชาการอื่น ๆ (เช่น Proceeding ตำรา ฯลฯ)

1. Saisorn S, Wongwises S. Two-phase flow in circular micro-channels. *ECI International Conference on Heat Transfer and Fluid Flow in Microscale*; Whistler Canada, September 21-26, 2008.
2. Saisorn S, Kaew-On J, Wongwises S. Flow boiling heat transfer characteristics of R-134a in horizontal and vertical mini-channels. 8th *International Conference on Nanochannels, Microchannels, and Minichannels*; Montreal Canada, August 1-5, 2010.
3. ศิระ สายศร, วสันต์ ด้วงคำจันทร์, ปัญญา แดงวิไลลักษณ์, "การศึกษากลไกการอบแห้งเมล็ดข้าวโพดโดยใช้เทคนิคไมโครเวฟร่วมกับฟลูอิดไดซ์เบด", การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 18, 18-20 ตุลาคม 2547 จังหวัดขอนแก่น
4. ศิระ สายศร, ปัญญา แดงวิไลลักษณ์, "การเปรียบเทียบการอบแห้งข้าวโพดโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบดร่วมกับไมโครเวฟและเครื่องอบแห้งแบบหมุนวนร่วมกับไมโครเวฟ", การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 19, 19-21 ตุลาคม 2548 จังหวัดสงขลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล ดร.นฤบดี ศรีสังข์

เพศ ☑ ชาย ☐หญิง วันเดือนปีเกิด..................อายุ..................ปี

สถานภาพ ☐ โสด ☑ สมรส

ตำแหน่งปัจจุบัน

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
Ph.d	เทคโนโลยีพลังงาน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	2554
วศ.ม.	เทคโนโลยีพลังงาน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	2547
วศ.บ.	วิศวกรรมเครื่องกล	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2543

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) 1. เทคโนโลยีการใช้พลังงานทดแทน 2. เทคโนโลยีการอบแห้งผลผลิตทางการเกษตร

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

1. ผลงานตีพิมพ์ภายในประเทศ

- นฤบดี ศรีสังข์, เพชรรัตน์ คุณานพรัตน์, ศิริชัย เทพา, พิชัย นามประกาย และรัตนชัย ไพรินทร์, 2004, “A Development of Solar for Brooding Broiler Chicks”, “Innovation of Agricultural Engineering for Increasing The Product’’ The 5th Thainational Association of Agricultural Engineering Conference, April 26-30, Bangkok, Thailand.
- นฤบดี ศรีสังข์, ทรงธรรม ไชยพงษ์, ปราโมทย์ กุศล, วชร กาลาสี, 2549, “ประสิทธิภาพการดักจับอนุภาคผงชอล์กของเครื่องตกตะกอนเชิงไฟฟ้าสถิต”, **นเรศวรวิจัยครั้งที่ 2**, กรกฎาคม 26-28, มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก
- วชร กาลาสี, นฤบดี ศรีสังข์, ภัทร สุพพัตกุล และ พีระพงศ์ ทีฆสกุล, 2549, “ประสิทธิภาพการดักจับอนุภาคของเครื่องตกตะกอนเชิงไฟฟ้าสถิต: ส่วนที่ 1 อนุภาคเขม่าควันและฝุ่นแป้ง”, **การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 20**, ตุลาคม 18-20, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี , นครราชสีมา
- นฤบดี ศรีสังข์, จรัสชัย เย็นพยับ, พีระพงศ์ ทีฆสกุล และ วชร กาลาสี , 2549, “ประสิทธิภาพการดักจับอนุภาคเขม่าควันของเครื่องตกตะกอนเชิงไฟฟ้าสถิต: ส่วนที่ 2 ผลกระทบของความต่างศักย์”, **การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 20**, ตุลาคม 18-20, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา
- นฤบดี ศรีสังข์, สมเกียรติ ปรัชญาวรากร, สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ และวารุณี วารัญญานนท์, 2553, “ผลกระทบของตัวกลางอบแห้งและอุณหภูมิอบแห้งที่มีต่อคุณภาพของข้าวกล้องงอก”, **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**, ฉบับที่ 41(พิเศษ), เล่มที่ 3/1, หน้า 397-400.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- นฤบดี ศรีสังข์, สมเกียรติ ปรัชญาวรากร, สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ และวารุณี วารัญญานนท์, 2552, "การศึกษาเปรียบเทียบการอบแห้งข้าวกล้องงอกด้วยฟลูอิไดซ์เบดแบบอากาศร้อนและไอน้ำร้อนยวดยิ่ง", **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**, ฉบับที่ 40 (พิเศษ), เล่มที่ 3, หน้า 285-288.
- นฤบดี ศรีสังข์, สมเกียรติ ปรัชญาวรากร, สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ และวารุณี วารัญญานนท์, 2552, "การอบแห้งข้าวกล้องงอกด้วยฟลูอิไดซ์เบดแบบอากาศร้อน", **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**, ฉบับที่ 40 (พิเศษ), เล่มที่ 1, หน้า 449-452.

2. ผลงานตีพิมพ์ในต่างประเทศ

- Srisang, N., Prachayawarakorn, S., Soponronnarit, S. and Varanyanond, W., 2008, "Fluidized bed drying of germinated brown rice", **Proceedings of the 4th International Conference on Innovations in Food Processing Engineering and Technology**, Asian Institute of Technology, December 2-4, Bangkok, Thailand.
- Srisang, N., Prachayawarakorn, S., Soponronnarit, S. and Varanyanond, W., 2009, "Comparative study of germinated brown rice drying using hot air and superheated steam fluidized bed", **Proceedings of the 6th Asia-Pacific Drying Conference (ADC2009)**, October 19-21, Bangkok, Thailand.
- Srisang, N., Prachayawarakorn, S., Soponronnarit, S. and Varanyanond, W., 2010, "Effects of drying media and temperatures on the drying kinetics and quality attributes of germinated brown rice", **Proceedings of the 17th International Drying Symposium (IDS 2010)**, October 3-6, Magdeburg, Germany.
- Srisang, N., Prachayawarakorn, S., Varanyanond, W. and Soponronnarit, S., 2011, "Germinated brown rice drying by hot air fluidization technique", **Drying Technology**, Vol. 29, pp. 55-63.
- Srisang, N., Varanyanond, W., Soponronnarit, S. and Prachayawarakorn, S., 2011, "Effects of heating media and operating conditions on drying kinetics and quality of germinated brown rice", **Journal of Food Engineering**, Vol. 107, pp. 385-392.

พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล นางสาว ศิริวรรณ พรรณราย

เพศ ☐ชาย ☑หญิง วันเดือนปีเกิด.............................อายุ.............................ปี

สถานภาพ ☐ โสด ☑ สมรส

ตำแหน่งปัจจุบัน

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วศ.ม.	วิศวกรรมวัสดุ	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2555
วศ.บ.	วิศวกรรมวัสดุ	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2552

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) - วัสดุทางอุตสาหกรรมและการเกษตร

- Heat treatment of Materials Research

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

งานวิจัย : Microstructure evolution during solution heat treatment of semisolid cast 2024 aluminum alloy ตีพิมพ์ใน Advanced Materials Research Vol. 339 (2011) pp 714-717.

งานวิจัย : Effect of T6 Heat treatment on Microstructure and Mechanical Properties of GISS Processed 2024 Al Alloy. (รอผลตอบรับจาก Materials Science and Engineering: A)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้