การออกแบบ สร้าง และพัฒนาชุดคัดแยกของเครื่องนวดพริกไทย

Design, Fabrication and Development of Separating Unit for Pepper Thresher

นายทศพร เตรียยั่งยืน
นายธนวัฒน์ ผลธัญญา
นายนริศ ถนอมสินทรัพย์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

การออกแบบ สร้าง และพัฒนาชุดคัดแยกของเครื่องนวดพริกไทย

Design, Fabrication and Development of Separating Unit for Pepper Thresher

นายทศพร เครือยั่งยืน
นายธนวัฒน์ ผลธัญญา
นายนริศ ถนอมสินทรัพย์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2556

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การออกแบบ สร้าง และพัฒนาชุดคัดแยกของเครื่องนวดพริกไทย

Design, Fabrication and Development of Separating Unit for Pepper Thresher

นักศึกษาผู้จัดทำ

นายทศพร	เครือยั่งยืน	รหัสนักศึกษา 53010574
นายธนวัฒน์	ผลธัญญา	รหัสนักศึกษา 53010656
นายนริศ	ถนอมสินทรัพย์	รหัสนักศึกษา 53010805

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเกษตร)

หลักสูตร วิศวกรรมเกษตร

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา 2556

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.วินัย กล้าจริง	
ผศ.ธีรพงศ์ ผลโพธิ์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การออกแบบ สร้าง และพัฒนาชุดคัดแยกของเครื่องนวดพริกไทย		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายทศพร	เครือยั่งยืน	53010574
	นายธนวัฒน์	ผลธัญญา	53010656
	นายนริศ	ถนอมสินทรัพย์	53010805
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.วินัย	กล้าจริง	
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ.ธีรพงศ์	ผลโพธิ์	
ปีการศึกษา	2556		

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการออกแบบ สร้าง และพัฒนาชุดคัดแยกของเครื่องนวดพริกไทย เนื่องจากในปัจจุบันเครื่องนวดพริกไทยที่เกษตรกรใช้กันอยู่สามารถนวดพริกไทยได้อย่างเดียว โดยไม่มีการคัดแยกขนาด และสิ่งเจือปน ดังนั้นจึงได้จัดทำงานวิจัยฉนี้ขึ้นโดยมีจุดประสงค์เพื่อ สร้างเครื่องนวดเมล็ดพริกไทยให้หลุดออกจากรวง คัดแยกขนาด และคัดแยกสิ่งเจือปน เพื่อให้เกษตรกรสามารถนำไปขายได้ในราคาที่สูงขึ้น เนื่องจากเมล็ดพริกไทยที่มีขนาดใหญ่กว่า 5 มิลลิเมตร นิยมนำไปแปรรูปเป็นพริกไทยขาวซึ่งมีมูลค่าสูงกว่าพริกไทยดำ ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่อง ประกอบด้วย ชุดป้อน ชุดลูกนวด ตะแกรงคัดแยกเส้นผ่านศูนย์กลางรูตะแกรงขนาด 4 มิลลิเมตร กับ 5 มิลลิเมตรและมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า

ผลจากการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องนวดพริกไทยที่ความเร็วรอบของลูกนวด 280 , 340 และ 380 rpm โดยมีความสามารถในการทำงาน 189.82, 206.72 และ 211.88 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และมีประสิทธิภาพเป็น 83.67%, 86.17% และ 87.17% ตามลำดับ และในส่วนของชุดคัดแยกทดลองที่ความเร็วรอบ 190 , 240 และ 290 rpm โดยใช้มุมเอียง 4, 6 และ 8 องศา พบว่าความเร็วรอบที่เหมาะสมคือ 240 รอบต่อนาที ที่มุมเอียง 6 องศาได้ประสิทธิภาพการคัดแยก 84.4%

คำสำคัญ : พริกไทย เครื่องนวดพริกไทย การคัดแยก ตะแกรงคัดแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Design, Fabrication and Development of Separating Unit for Pepper Thresher		
Organizer	Mr.Tossaporn	Khrueayangyuen	53010574
	Mr.Thanawat	Pholthanya	53010656
	Mr.Narit	Thanomsinsup	53010805
Advisor	Assoc.Prof.Dr.Vinai	Klajring	
Co-Advisor	Asst.Prof.Teerapong	Pholpho	
Year	2013		

ABSTRACT

This thesis aimed to design, fabricate and develop separating units of pepper thresher because nowadays a pepper thresher which agriculturists use is able to only thresh pepper without separating pepper sizes and contaminants. Therefore, the objectives of this thesis is create machine which can threshing pepper berries out of ears, separating pepper sizes, as well as screening adulterated objects out of good grains which agriculturists can sell product at the better price since pepper berries which have the size of bigger than 5 millimeters are mostly used to transform into white pepper which give higher value than black pepper. The main components of a separating unit are consisted of feeders, threshing drums, and separating grates with diameters of 4 and 5 millimeters as well as 1 horse power motors.

As a consequence of testing, the effectiveness of a pepper thresher with rotational frequency of threshing drums provides 280 rpm, 340 rpm, and 380 rpm with working capability of 189.82, 206.72, and 211.88 kilograms per hour and efficiency of 83.67%, 86.17%, and 87.17% respectively. For separating unit, a consequence of testing with rotational frequency 190, 240 and 290 rpm with slope equal 4, 6 and 8 degree, the suitable of rotational frequency is 240 rpm at slope 6 degree and efficiency of separating equal 84.4 percent

Keywords: Pepper, Pepper thresher, Separating, Sieve

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้ทางคณะผู้จัดทำได้จัดทำ เรียบเรียงข้อมูลและเนื้อหาเพิ่มเติมขึ้นมาใหม่ โดยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะมีประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจและนำไปพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในด้านการเกษตรกรรมต่อไป ซึ่งทางคณะผู้จัดทำได้ทำการออกแบบ สร้าง และพัฒนาชุดคัดแยกของเครื่องนวดพริกไทยและได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพดังที่แสดงผลไว้แล้ว หากเกิดข้อผิดพลาดประการใดหรือจะติชมทางคณะผู้จัดทำยินดีที่จะรับฟังและนำไปแก้ไขปรับปรุงต่อไป

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้จะสำเร็จลุล่วงไปไม่ได้หากไม่ได้หากขาดคำปรึกษา คำแนะนำ การตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการออกแบบ สร้าง และพัฒนาชุดคัดแยกของเครื่องนวดพริกไทยจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. วินัย กล้าจริง อาจารย์ที่ปรึกษาหลักของคณะผู้จัดทำ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีรพงศ์ ผลโพธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษารอง ที่คอยดูแลเอาใจใส่คณะผู้จัดทำเป็นอย่างดี บุคคลอีกกลุ่มหนึ่งที่เปรียบเสมือนกำลังหลักในการให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ อีกทั้งให้คำปรึกษาคำแนะนำที่ดีให้กับคณะผู้จัดทำ หากไม่มีบุคคลเหล่านี้อยู่เบื้องหลังให้ความสำเร็จ บุคคลเหล่านั้นได้แก่ นายกฤษณ์ ผลโพธิ์ , นายอภัย คลำทั่ง , นายแช่ม สมรูป , และนางจิตราพร กังสวัสดิ์ รวมถึงอีกหลายท่านที่ยังไม่ได้เอยนามต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย คุณประโยชน์อันพึงได้จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบให้แก่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุดท้ายนี้ทางคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ บิดา มารดา คอยสนับสนุนในทุกสิ่งอย่าง ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นายทศพร เครือยั่งยืน
นายธนวัฒน์ ผลธัญญา
นายนริศ ถนอมสินทรัพย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญภาพ	XI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 ข้อมูลเบื้องต้นของพริกไทย	3
2.1.1 ลักษณะพืช	3
2.1.2 การปลูกและการขยายพันธุ์	4
2.1.3 สายพันธุ์พริกไทยที่นิยมปลูกในประเทศไทย	5
2.2 การใช้ประโยชน์	7
2.2.1 การใช้ประโยชน์ทางยา	7
2.2.2 สารสำคัญ	9
2.3 การแปรรูปพริกไทย	9
2.3.1 การแปรรูปพริกไทยดำจากพริกไทยสด	9
2.3.2 การแปรรูปพริกไทยขาว	11
2.3.3 การทำพริกไทยขาวจากพริกไทยสด	11
2.4 เครื่องนวดพริกไทยที่เกษตรกรใช้ในปัจจุบัน	13
2.4.1 เครื่องนวดพริกไทยที่เกษตรกรใช้ในปัจจุบันประกอบด้วย	13
2.5 ราคา	14
2.5.1 ราคาที่เกษตรกรขายได้	14
2.6 การผลิตและการตลาดในประเทศ	14
2.6.1 สถานการณ์การผลิต	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่

2.6.2 สถานการณ์ตลาด 17
2.7 การผลิตและการตลาดในต่างประเทศ 18
2.8 คุณสมบัติเฉพาะของพริกไทย 21
2.9 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่อง 23
2.9.1 ทฤษฎีการออกแบบเพลา 24
2.9.2 ทฤษฎีการออกแบบระบบส่งกำลัง 28
2.9.3 กำลังขับมอเตอร์ และ มูเล่ย์ 32
2.9.4 สูตรคำนวณหา Torque 32
2.9.5 ความเร็วสายพานและความเร็วของลูกนวด 32
2.9.6 ปริมาณความชื้นเปียก (Wet basis) 32
2.9.7 ปริมาณความชื้นแห้ง (dry basis) 33
2.9.8 การคำนวณสมรรถนะในการทำงานของเครื่องนวด 33
2.9.9 เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต เพื่อหาขนาดรูตะแกรง 33
2.9.10 หาแรงเสียดทานของเมล็ดพริกไทย 33
2.9.11 ทฤษฎีและหลักการในการคัดแยกขนาดของเมล็ดพืช 33
2.9.12 วิธีการแยกขนาดเมล็ดพืช 35
2.9.13 ชนิดของเครื่องแยกขนาดเมล็ดพืช 36
2.9.14 การแยกขนาดของเมล็ดพืชโดยใช้แรงโน้มถ่วง 39
2.9.15 เครื่องแยกด้วยแรงโน้มถ่วง 40
2.9.16 ความเร็วของการสั่นไป-มาของตะแกรง 50
บทที่ 3 การคำนวณและการออกแบบ 54
3.1 มอเตอร์ส่งกำลัง 54
3.1.1 แรงบิดของมอเตอร์ 54
3.1.2 ความเร็วรอบของลูกนวด 54
3.2 ความยาวสายพาน 54
3.2.1 ความยาวสายพานของเครื่องนวด 55
3.2.2 ความยาวสายพานของชุดคัดแยก 55
3.3 การหาขนาดเพลา 55
3.4 ชิ้นส่วนต่างๆของเครื่อง 56
3.4.1 การออกแบบชุดลูกนวด 57
3.4.2 ชุดป้อนพริกไทย 58
3.4.3 โครงของเครื่องนวด 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่

3.4.4 ช่องทางออกเม็ดพริกไทย 59
3.4.5 ช่องทางออกรวงพริกไทย 59
3.4.6 ชุดตะแกรงนวดพริกไทย 60
3.4.7 ชุดส่งกำลัง 60
3.4.8 ถาดรองพริกไทย 61
3.4.9 ตะแกรงคัดแยก 62
3.4.10 ชุดส่งกำลังตะแกรงคัดแยก 63
บทที่ 4 การทดสอบและผลการทดสอบ 64
4.1 การทดสอบหาความเร็วรอบของชุดนวดพริกไทย 64
4.1.1 จุดประสงค์การทดสอบ 64
4.1.2 วัสดุอุปกรณ์ 64
4.1.3 วิธีการทดสอบ 64
4.1.4 การคำนวณ 65
4.2 การหาความชื้นของพริกไทย 65
4.3 ผลการทดสอบ การนวดพริกไทยและคัดแยก ตามความเร็วรอบต่างๆ 69
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองเครื่องนวดพริกไทย 76
5.1 สรุปผลการทดลอง 76
5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการปรับปรุง 76
ภาคผนวก 77
ภาคผนวก ก 78
ภาคผนวก ข 85
เอกสารอ้างอิง 91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้าที่

ตารางที่ 2.1 สถิติการเพาะปลูกพริกไทย ปีการเพาะปลูก 2539-2550 15
ตารางที่ 2.2 ผลผลิตพริกไทยดำคละ ปี 2548-2550 16
ตารางที่ 2.3 การค้าพริกไทยในปี 2548-2550 17
ตารางที่ 2.4 แสดงผลผลิตพริกไทยดำในต่างประเทศ 18
ตารางที่ 2.5 แสดงผลผลิตพริกไทยขาวในต่างประเทศ 18
ตารางที่ 2.6 การส่งออกพริกไทยของประเทศต่าง ๆ พ.ศ. 2546-2548 19
ตารางที่ 2.7 การนำเข้าพริกไทยของประเทศต่าง ๆ พ.ศ.2546-2548 20
ตารางที่ 2.8 มาตรฐานทางเคมีของพริกไทย 22
ตารางที่ 2.9 ขนาดระบุของเพลาตามมาตรฐาน ISO/R775 – 1969 24
ตารางที่ 2.10 ค่าตัวประกอบความล้า 26
ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความชื้นของพริกไทยที่อบที่อุณหภูมิ 130 C° เป็นเวลา 6 ชั่วโมง 65
ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงผลการทดลองการนวดพริกไทยและคัดแยก ใช้พริกไทย จำนวน 2 กิโลกรัม 69
ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงผลการทดลองเฉลี่ยของเครื่องนวดพริกไทยและคัดแยก 70
ตารางที่ 4.4 แสดงผลทดลองการคัดแยกพริกไทย 2 กิโลกรัม 73
ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบหาความสามารถในการทำงาน 74
ตารางที่ 1ก แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิตของเมล็ดพริกไทย(GMD) จำนวน 100 เมล็ด 79
ตารางที่ 2ก ตารางบันทึกผลการทดลองเครื่องนวดพริกไทยและชุดคัดแยกโดยใช้พริกไทย ครั้งละ2 กิโลกรัม 83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้าที่

รูปที่ 2.1 พริกไทย 3
รูปที่ 2.2 การปลูกพริกไทยค้างเสาปูนซีเมนต์ 4
รูปที่ 2.3 ยาที่สกัดจากพริกไทยดำ 8
รูปที่ 2.4 พริกไทยดำ 10
รูปที่ 2.5 ขั้นตอนการทำเม็ดพริกไทยจากพริกไทยสด 10
รูปที่ 2.6 พริกไทยขาว 11
รูปที่ 2.7 ขั้นตอนการทำพริกไทยขาวจากพริกไทยสด 12
รูปที่ 2.8 แสดงเครื่องนวดพริกไทยที่เกษตรกรใช้ในปัจจุบัน 13
รูปที่ 2.9 กราฟราคาพริกไทยดำคละเกรด ปีพ.ศ.2545-2551 14
รูปที่ 2.10 Capsaicin 21
รูปที่ 2.11 เพลาอยู่ภายใต้แรงต่าง ๆ 24
รูปที่ 2.12 หน้าตัดสายพานลิ่มและล้อสายพาน 29
รูปที่ 2.13 แผนภูมิที่เลือกขนาดหน้าตัดของสายพานลิ่ม 29
รูปที่ 2.14 ลักษณะการขับด้วยสายพาน 30
รูปที่ 2.15 ภาพแสดงลักษณะต่างๆ ของสายพานที่ใช้สำหรับถ่ายทอดกำลัง 31
รูปที่ 2.16 ลักษณะของตะแกรงคัดแยก 36
รูปที่ 2.17 ภาพตัดขวางของเครื่องคัดแยกโดยใช้ลม 37
รูปที่ 2.18 เครื่องคัดแยกขนาดแบบบันไดเวียน 38
รูปที่ 2.19 เครื่องคัดแยกขนาดแบบทรงกระบอก 39
รูปที่ 2.20 เครื่องคัดแยกขนาดแบบจานแยก 39
รูปที่ 2.21 แสดงการแบ่งชั้นของเครื่องแยกขนาด 42
รูปที่ 2.22 หลักการแยกขนาดโดยแรงโน้มถ่วงโดยแรงโน้มถ่วง 43
รูปที่ 2.23 แสดงรูปการไหลของเมล็ดพืชบนผิวตะแกรงในเครื่องแยกขนาด โดยแรงโน้มถ่วง 45
รูปที่ 2.24 แสดงช่องปล่อยเมล็ดพืชออกตลอดแนวความกว้างของตะแกรง ในเครื่องแยกขนาดเมล็ด 45
รูปที่ 2.25 ขอบเขตของการแบ่งชั้น และการแยกขนาดบนตะแกรงของ เครื่องแยกขนาดด้วยแรงโน้ม 46
รูปที่ 2.26 แสดงการผสมกันของเมล็ดพืชที่มีน้ำหนักจำเพาะใกล้เคียงกัน ตลอดแนวความกว้างของตะแกรงใน 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้าที่

รูปที่ 2.27 แสดงการกระทำที่ถูกต้องในเครื่องแยกขนาดโดยแรงโน้มถ่วง 47
รูปที่ 3.1 เครื่องนวดพริกไทยและชุดคัดแยก 56
รูปที่ 3.2 ชุดลูกนวดพริกไทย 57
รูปที่ 3.3 กรวยป้อนพริกไทย 58
รูปที่ 3.4 โครงของเครื่องนวดพริกไทยและชุดคัดแยก 58
รูปที่ 3.5 ช่องทางออกเม็ดพริกไทย 59
รูปที่ 3.6 ช่องทางออกรวงพริกไทย 59
รูปที่ 3.7 ชุดตะแกรงนวด 60
รูปที่ 3.8 มอเตอร์ส่งกำลัง 60
รูปที่ 3.9 ถาดรองเมล็ดพริกไทยชั้นบนและถาดรองเมล็ดพริกไทยชั้นกลาง 61
รูปที่ 3.10 ถาดรองเมล็ดพริกไทยชั้นล่าง 61
รูปที่ 3.11 ตะแกรงขนาด 400 X 600 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง รูตะแกรงขนาด 4 มิลลิเมตร 62
รูปที่ 3.12 ตะแกรงขนาด 400 X 600 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง รูตะแกรงขนาด 5 มิลลิเมตร 62
รูปที่ 3.13 ลูกเบี้ยวสั่นตะแกรง, มูเล่ย์และแบริ่ง 63
รูปที่ 4.1 รูปถ่ายขณะทำการทดลอง 66
รูปที่ 4.2 เมล็ดพริกไทยที่ผ่านการนวดและคัดแยก 66
รูปที่ 4.3 เมล็ดพริกไทยที่ได้รับแรงกระแทกจากลูกนวด 67
รูปที่ 4.4 เมล็ดพริกไทยติดรวง 67
รูปที่ 4.5 รวงพริกไทยที่ได้ 68
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเมล็ดติดรวงกับเมล็ดเสีย 71
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการทำงานและความสามารถในการทำงานที่ความเร็วรอบต่างๆ ของชุดนวดพริกไทย 72
รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการทำงานกับความเร็วรอบที่องศาตะแกรงต่างๆ 74
รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการทำงานกับมุมเอียงของชุดตะแกรงคัดขนาดที่ความเร็วรอบต่างๆ 75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้าที่

รูปที่ 1ข แสดงแบบของเครื่องนวดพริกไทยและชุดคัดแยก 85
รูปที่ 2ข แสดงโครงของเครื่องนวดพริกไทยและชุดคัดแยก 85
รูปที่ 3ข แสดงแบบชุดป้อนของเครื่องนวดพริกไทย 86
รูปที่ 4ข แสดงแบบลูกนวดของเครื่องนวดพริกไทย 86
รูปที่ 5ข แสดงแบบตะแกรงนวดของเครื่องนวดพริกไทย 87
รูปที่ 6ข แสดงแบบฐานของเครื่องนวดพริกไทย 87
รูปที่ 7ข แสดงแบบฝาปิดของเครื่องนวดพริกไทย 88
รูปที่ 8ข แสดงแบบตะแกรงคัดแยกชั้นบน 88
รูปที่ 9ข แสดงแบบตะแกรงคัดแยกชั้นล่าง 89
รูปที่ 10ข แสดงแบบถาดรองเมล็ดพริกไทยชั้นบน 89
รูปที่ 11ข แสดงแบบถาดรองเมล็ดพริกไทยชั้นกลาง 90
รูปที่ 12ข แสดงแบบถาดรองเมล็ดพริกไทยชั้นล่าง 90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

พริกไทย จัดเป็นเครื่องเทศที่นิยมกันอย่างแพร่หลายและคนเกือบทั่วโลกใช้ในการปรุงแต่งรสชาติอาหารทำให้อาหารนั้นๆ มีรสอร่อยและมีกลิ่นหอม ป้องกันอาหารเน่าเสีย พริกไทยมีสรรพคุณในด้านของสมุนไพรช่วยย่อยอาหาร ขับลม แก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ ช่วยลดไขมันในเส้นเลือดทำให้การไหลเวียนของโลหิตดีขึ้น ปัจจุบันได้มีการนำพริกไทยมาใช้ในรูปของอาหารเสริมสุขภาพมากขึ้น แหล่งกำเนิดของพริกไทยอยู่ทางตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศอินเดีย ได้กระจายสู่พม่าและประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้อื่นๆ โดยเฉพาะที่ประเทศอินโดนีเซีย เป็นแหล่งปลูกพริกไทยที่สำคัญของภูมิภาคนี้ ต่อมาได้มีการค้าขายติดต่อกับประเทศจีน และประเทศทางยุโรป พริกไทยจึงกระจายออกไปทั่วโลก พริกไทยเป็นไม้เลื้อยยืนต้น เจริญได้ดีในเขตอากาศร้อนชื้น ทำให้พื้นที่ปลูกพริกไทยนั้นเป็นบริเวณที่อยู่ในเขตอากาศร้อนชื้น ได้แก่ จันทบุรี ตราด ชลบุรี ระยอง ตาก ระนอง ชุมพร กระบี่ สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช ภูเก็ต พังงา และตรัง ซึ่งผลผลิตพริกไทยที่ส่งออกในรูปของพริกไทยดำ พริกไทยขาว และพริกไทยป่น ตลาดที่สำคัญได้แก่ เยอรมัน เกาหลี ออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่น ซึ่งส่งออกใน 2 ลักษณะคือ ในรูปพริกไทยเม็ดและพริกไทยป่น ซึ่งแบ่งได้เป็นอีก 2 ชนิดคือ พริกไทยดำและพริกไทยขาว พริกไทยจึงเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของไทย

หลังจากการเก็บเกี่ยวพริกไทยแล้ว เกษตรกรผู้ปลูกพริกไทยจะผลิตพริกไทยออกสู่ท้องตลาดใน 2 รูปแบบ คือพริกไทยดำและพริกไทยขาว ในการผลิตพริกไทยดำและพริกไทยขาวนั้น จะต้องแยกเม็ดพริกไทยออกจากรวงก่อน ดั้งนั้นจึงมีเกษตรกรใน อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี ได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องนวดพริกไทย โดยใช้ลูกนวดทำจากก้านเหล็กและมีแผ่นเหล็กติดกับก้านเป็นตัวนวดพริกไทยให้หลุดจากรวง แล้วเม็ดพริกไทยที่หลุดจากรวงก็ลอดผ่านรูตะแกรงลงไป แต่เครื่องที่เกษตรกรใช่กันอยู่ในปัจจุบันมีประสิทธิภาพต่ำ พบว่ามีความเร็วของลูกนวดขณะทำงาน 180 รอบต่อนาที อัตราการป้อน 500 กิโลกรัมต่อชั่วโมงใส่พริกไทยได้ครั้งละ 10 กิโลกรัม มีเม็ดพริกไทยที่ไม่หลุดจากรวงพริกไทยและมีรวงพริกไทยลอดผ่านรูตะแกรงเป็นจำนวนมากทางช่องทางออกของเม็ดพริกไทย จากปัญหาดังกล่าว จึงได้จัดทำโครงงาน การออกแบบและพัฒนาเครื่องนวดพริกไทยแบบต่อเนื่อง ผู้จัดทำการวิจัยมุ่งหวังให้เครื่องนวดพริกไทยมีประสิทธิภาพมากขึ้นสามารถนำเครื่องนวดพริกไทยที่ได้จากการปรับปรุงไปใช้งานได้จริง ในภาคอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อออกแบบ และพัฒนาชุดคัดแยกของเครื่องนวดพริกไทย

1.2.2 เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานชุดคัดแยกของเครื่องนวดพริกไทย

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับพริกไทย ทั้งด้านพันธุ์ ราคา การผลิต การจำหน่าย

1.3.2 ศึกษาคุณสมบัติเฉพาะของพริกไทย

1.3.3 ออกแบบและสร้างชุดคัดแยกของเครื่องนวดพริกไทย

1.3.4 ทดสอบประสิทธิภาพชุดคัดแยกของเครื่องนวดพริกไทย

1.3.5 สรุปผลการออกแบบและสร้างชุดคัดแยกของเครื่องนวดพริกไทย

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เครื่องต้นแบบที่ใช้สำหรับนวดพริกไทยสดพร้อมทั้งคัดแยกเมล็ดพริกไทยซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตกร

1.4.2 ลดแรงงานคนในการทำงาน

1.4.3 สามารถนำไปใช้ในและพัฒนาเพื่อนำไปใช้กับพืชชนิดอื่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

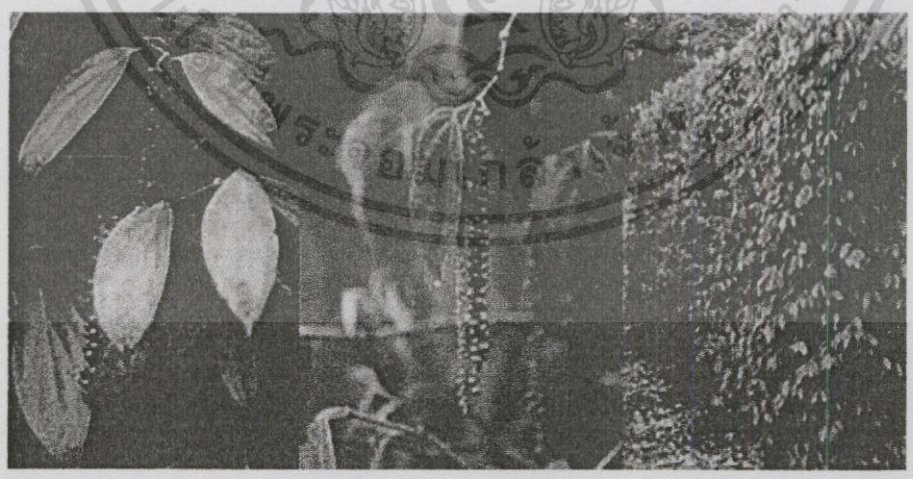
2.1 ข้อมูลเบื้องต้นของพริกไทย

2.1.1 ลักษณะพืช

พริกไทยมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Piper nigrum Linn. อยู่ในวงศ์ PIPERACEAE มีชื่อเรียกตามท้องถิ่นว่าพริกน้อย (ภาคเหนือ) เป็นไม้เถาเลื้อยเนื้อแข็ง มีรากฝอยออกบริเวณข้อเพื่อใช้ยึดเกาะ ลำต้นมีข้อและปล้องชัดเจน ใบเดี่ยวติดกับลำต้นแบบสลับ รูปใบรีหรือรูปไข่ ปลายใบแหลม โคนใบมนหรือรูปหัวใจ ดอกออกเป็นช่อ ดอกย่อยสมบูรณ์เพศ สีขาวแกมเขียว ผลกลม เรียงตัวแน่นอยู่บนแกน ยาว 5-15 เซนติเมตร ผลอ่อนสีเขียว เมื่อสุกมีสีแดง ภายในมี 1 เมล็ด

พริกไทยเป็นพืชเครื่องเทศที่มีความสำคัญของประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พบปลูกมากในอินโดนีเซีย ไทย มาเลเซีย และศรีลังกา ในไทยพบปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจทางภาคตะวันออกแถบจังหวัดจันทบุรี ระยอง ตราด และหลายๆ จังหวัดในภาคใต้ พริกไทยเป็นพืชที่ชอบอากาศร้อนชื้น ขึ้นได้ดีในความสูงตั้งแต่ระดับน้ำทะเล จนถึงความสูงประมาณ 1,500 เมตร ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,200-2,500 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 10-40 องศาเซลเซียส

พริกไทยเป็นพืชที่ชอบอากาศร้อนชื้น ขึ้นได้ดีในความสูงตั้งแต่ระดับน้ำทะเลจนถึงความสูงประมาณ 1,500 เมตร ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,200-2,500 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 25-40 องศาเซลเซียส



รูปที่ 2.1 พริกไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 การปลูกและการขยายพันธุ์

พริกไทยขึ้นได้ในดินทั่วไป ชอบดินร่วนซุยที่มีอินทรียวัตถุสูง มีการระบายน้ำดี ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน 5.5 พื้นที่เพาะปลูกไม่ควรเป็นที่ลาดเอียงมากจนเกินไป ขยายพันธุ์โดยการปักชำ ควรปลูกปลายฤดูฝนถึงต้นฤดูหนาว พริกไทยที่นิยมปลูกมีอยู่หลายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์จันทบุรี พันธุ์มาเลเซีย พันธุ์ปะเหลี่ยน พันธุ์ใบยาว พันธุ์กระบี่ พันธุ์ซีลอนหรือพันธุ์ศรีลังกา และพันธุ์ซาราวัคหรือพันธุ์คุชชิ่ง ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกมากที่สุด

การปลูกพริกไทย มี 2 ลักษณะ ได้แก่ การปลูกโดยใช้ค้าง เช่น ค้างไม้ ค้างเสาปูนซีเมนต์ ค้างธรรมชาติและการปลูกแบบไม่ใช้ค้างหรือพริกไทยพุ่ม โดยทั่วไปนิยมปลูกโดยใช้ค้าง การเตรียมยอดพันธุ์ ใช้ลำต้นส่วนยอดหรือส่วนอื่นที่ไม่แก่จัด อายุ 1-2 ปี ตัดเป็นท่อนๆ ยาว 40-50 เซนติเมตร และมีข้ออยู่ 5-7 ข้อ ริดใบและตัดกิ่งแขนงตรง 3-4 ข้อล่างออก ปักชำในกระบะหรือถุงพลาสติกจนออกรากนำไปปลูกในหลุม ขนาดกว้าง 40 เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตร และลึก 40 เซนติเมตร หลุมละ 2 ต้น โดยใช้ปุ๋ยคอกผสมดินรองก้นหลุม ระยะปลูกที่เหมาะสม 2x2 เมตร การเตรียมค้างใช้ค้างซีเมนต์ขนาด 4x4 นิ้ว ยาว 4 เมตร ฝักลึก 50 เซนติเมตร และใช้กระสอบป่านหุ้มค้างเพื่อเก็บรักษาความชื้นและเป็นที่ยึดเกาะของรากพริกไทย หรืออาจปลูกโดยไม่ใช้ค้าง การเตรียมพันธุ์โดยตัดกิ่งพันธุ์ออกเป็นข้อๆ ทุกข้อ การตัดจะตัดระหว่างกลางของแต่ละปล้อง นำไปปักชำในแปลงซึ่งอยู่ในที่ร่มรำไร หลังจากนั้น 1-2 เดือน ให้ขุดใส่ถุง และต่อมาอีก 1 เดือน จึงนำไปปลูกเช่นเดียวกับการปลูกโดยใช้ค้าง ระยะปลูกที่เหมาะสม 1x1.5 เมตร หรือ 1.25x1.25 เมตร

รูปที่ 2.2 การปลูกพริกไทยค้างเสาปูนซีเมนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเริ่มปลูกต้องบังร่มให้พริกไทย รดน้ำวันเว้นวัน จนอายุ 1 เดือน ให้เอาร่มบังออก และให้น้ำ 2-3 วันต่อครั้ง เมื่อพริกไทยเริ่มแตกยอดอ่อนและยาวพอสมควร ให้ใช้เชือกฟางผูกยอดให้แนบค้าง ปลิดยอดที่ไม่แข็งแรงออก เหลือยอดที่สมบูรณ์ไว้ต้นละ 2-3 ยอด การผูกยอดและตัดแต่งต้องทำทุกสัปดาห์จนกว่าพริกไทยจะสูงถึงยอดค้าง พูนดินและใส่ปุ๋ยคอกหลังกำจัดวัชพืชรอบโคนต้น ควรใส่ปุ๋ยอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง ค้างละ 5 กิโลกรัม ในฤดูแล้งควรคลุมโคนต้นด้วยหญ้า ฟางหรือเปลือกถั่วเพื่อช่วยรักษาความชุ่มชื้นในดิน และหมั่นดูแลระวังโรคและแมลงศัตรู หากปลูกโดยไม่ใช้ค้าง หลังจากปลูก 30-50 วัน ต้องคอยเด็ดยอดที่โผล่มาจากดินตามโคนต้นทิ้ง และเมื่อต้นออกดอกก่อนอายุครบ 1 ปี ให้เด็ดดอกทิ้งให้หมด

พริกไทยจะเริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เมื่ออายุ 2 ปี โดยเก็บเกี่ยวพริกไทยหลังจากที่ติดผล 6-8 เดือน เก็บโดยใช้มือปลิดทั้งรวง ให้เก็บช่อที่มีผลสุกเป็นสีแดง ประมาณ 7-8 ผล ไม่ควรรอจนผลสุกหมดทั้งช่อ เพราะผลจะร่วง ใช้มือรูดให้ผลหลุดออกมา ร่อนด้วยตะแกรงเพื่อแยกเอาก้านรวงออก นำไปตากแดด ประมาณ 3 วัน จะแห้งสนิทเป็นสีดำ เรียกว่าพริกไทยดำ

การทำพริกไทยขาวหรือพริกไทยล่อน โดยนำพริกไทยดำมาแช่น้ำทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ แล้วนำไปใส่ลังที่ระบายน้ำได้ คลุมลังด้วยกระสอบ รดน้ำเช้า-เย็น ติดต่อกันอีก 7 วัน เปลือกพริกไทยจะพองออก เอามาขยี้ให้เปลือกหลุด ล้างน้ำให้สะอาด แล้วตากแดดให้แห้งสนิท เก็บไว้ในที่ร่ม

2.1.3 สายพันธุ์พริกไทยที่นิยมปลูกในประเทศไทย

(1) พันธุ์ซาราวัค หรือ พันธุ์คุชชิง เป็นพันธุ์ที่ชาวสวนพริกไทยจังหวัดจันทบุรี นิยมเรียกว่า พันธุ์มาเลเซียนั่นเอง เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกกันมาก เป็นพันธุ์ที่นำมาจากรัฐซาราวัค ประเทศมาเลเซียสามารถต้านทานโรครากเน่าได้ดีกว่าพันธุ์จันทบุรี ซึ่งปลูกอยู่แต่เดิม เจริญเติบโตได้เร็วและให้ผลผลิตสูงกว่า ถ้าต้นสมบูรณ์จะให้ผลผลิตน้ำหนักสดเฉลี่ย ประมาณ 9-12 กิโลกรัมต่อค้างต่อปี หรือไร่ละประมาณ 3,600-4,800 กิโลกรัมต่อปี การเจริญเติบโตและผลผลิตในแต่ละพื้นที่จะแตกต่างกัน

1.1 ลำต้น ลำต้นอายุ 4 ปี มีขนาดของเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย 9.98 เซนติเมตร ความยาวปล้องของลำต้น เฉลี่ย 8.07 เซนติเมตร ความยาวเฉลี่ยของปล้องของกิ่งแขนงแรก 9.66 เซนติเมตร ความยาวเฉลี่ยของปล้องสุดท้ายของกิ่งแขนง ที่สาม 2.48 เซนติเมตร ความกว้างเฉลี่ยทรงพุ่ม 162.20 เซนติเมตร

1.2 ใบเป็นพวกใบเดี่ยว ปลายใบแหลมแบบ acuminate แต่งอเล็กน้อยฐานใบเป็นแบบ obtuse ขอบใบเรียบ ใบค่อนข้างเรียว ใบมีสีเขียวเป็นมัน ค่อนข้างหนาใบมีขนาดกว้างเฉลี่ย 4.88 เซนติเมตร ยาวเฉลี่ย 10.24 เซนติเมตร ก้านใบยาวเฉลี่ย 1.22 เซนติเมตร มีร่องที่ก้านใบ มีเส้นใบประมาณ 5-7 เส้น

1.3 ดอก ช่อดอกเป็นแบบ spike ไม่มีก้านดอก ช่อดอกเกิดที่ช่องตรงข้ามกับใบ ในแต่ละข้ออาจมีช่อดอกได้ 1-2 ช่อ แต่ส่วนใหญ่จะเกิดเพียงช่อเดียว ช่อดอกมีลักษณะห้อยลงดินดอกเกิดสับหว่างกันไปเป็นชั้นในแต่ละช่อดอก ช่อดอกยาวเฉลี่ย 6.34 เซนติเมตร ก้านช่อดอกยาวเฉลี่ย 0.67 เซนติเมตร ช่อดอกหนึ่งช่อมีจำนวนเฉลี่ย 64 ดอก ความกว้างของยอดเกสรตัวเมีย (แฉกรูปดาว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลี่ยได้ 0.88 เซนติเมตร รังไข่เป็นแบบ superior ใบมี 1 เซล อับละอองเรณูมีขนาดกว้างเฉลี่ย 0.33 มิลลิเมตร ก้านชูอับละอองเรณูเป็นรูปทรงกระบอก

1.4 ผล ผลมีลักษณะเป็นช่อ ไม่มีก้านผล ความยาวช่อผลรวมทั้งก้านช่อเฉลี่ย 9.10 เซนติเมตร ความยาวก้านช่อผลเฉลี่ย 0.75 เซนติเมตร ช่อผลหนึ่งช่อมีจำนวนเฉลี่ย 49 ผล ผลมีลักษณะค่อนข้างกลมมีขนาดเล็กกว่าพันธุ์จันทบุรี แต่ใหญ่กว่าพันธุ์ปะเหลี่ยนขนาดของผลด้านแป้นเฉลี่ย 5.69 มิลลิเมตร ด้านกลมเฉลี่ย 5.62 มิลลิเมตร น้ำหนักช่อผลหนึ่งช่อเฉลี่ย 6 กรัม น้ำหนักผลสดต่อ 100 ผล เฉลี่ย 14.43 กรัม ผลเมื่อสุกจะมีสีส้มเป็นส่วนใหญ่

1.5 เมล็ด มีลักษณะค่อนข้างกลมขนาดของเมล็ดยาวด้านแป้นเฉลี่ย 0.43 เซนติเมตร ด้านกลมเฉลี่ย 0.42 เซนติเมตร น้ำหนักของเมล็ดแห้งขาวต่อ 100 เมล็ดหนักเฉลี่ย 5.19 กรัมขนาดของเมล็ดแห้งดำด้านแป้น เฉลี่ย 0.50 เซนติเมตร ด้านกลมเฉลี่ย 0.46 เซนติเมตร น้ำหนักของเมล็ดแห้งดำต่อ 100 เมล็ด เฉลี่ย 6.46 กรัม

(2) พันธุ์ซีลอน หรือพันธุ์ศรีลังกา เป็นพันธุ์พริกไทยที่นำมาจากประเทศศรีลังกา นิยมปลูกเพื่อขายเป็นพริกไทยสด มากกว่าทำพริกไทยดำหรือขาวลักษณะของยอดจะออกสีน้ำตาลแดง จึงเรียกกันว่า "ซีลอนยอดแดง"

2.1 ลำต้น ลำต้นอายุ 4 ปี มีขนาดของเส้นรอบวงลำต้นประมาณ 11-86 เซนติเมตร ความยาวของปล้องของลำต้นเฉลี่ย 8.2 เซนติเมตร ความยาวของปล้องของกิ่งแขนงแรก 9.82 เซนติเมตร ความยาวเฉลี่ยของปล้องของกิ่งแขนงที่สาม 7.28 เซนติเมตร ความยาวเฉลี่ยของปล้องสุดท้ายของกิ่งแขนงที่สาม 3.24 เซนติเมตร ความกว้างเฉลี่ยทรงพุ่ม 180.60 เซนติเมตร

2.2 ใบ เป็นพวกใบเดี่ยวปลายใบแหลมแบบ acuminate ฐานใบเป็นแบบ obtuse ขอบใบเรียบ ใบค่อนข้างกว้าง สีเขียวเข้มค่อนข้างหนา ใบมีขนาดกว้างเฉลี่ย 7.22 เซนติเมตร ยาวเฉลี่ย 12.62 เซนติเมตร ก้านใบยาวเฉลี่ย 1.42 เซนติเมตร มีร่องที่ก้านใบมีเส้นใบ ประมาณ 5-7 เส้น

2.3 ดอก ช่อดอกลักษณะเช่นเดียวกับพันธุ์ซาราวัค ช่อดอกยาวประมาณ 15-17 เซนติเมตรก้านช่อดอกยาวเฉลี่ย 1.12 เซนติเมตร ช่อดอกหนึ่งช่อมีจำนวนดอกเฉลี่ย 106 ดอก

2.4 ผล ผลมีลักษณะเป็นช่อไม่มีก้านผล ผลมีขนาดใกล้เคียงพันธุ์จันทบุรี มีลักษณะค่อนข้างกลมขนาดของผลด้านแป้นเฉลี่ย 6 มิลลิเมตร ด้านกลมเฉลี่ย 6.24 มิลลิเมตร ผลสดสีเขียวเข้ม ผลสุกมีสีแดงเข้ม ความยาวช่อผลประมาณ 16-19 เซนติเมตร

2.5เมล็ด เมล็ดมีขนาดใกล้เคียงกับพันธุ์ซาราวัค

(3) พันธุ์ซีลอนขาว เป็นพันธุ์พริกไทยที่นำมาจากประเทศศรีลังกา เช่นเดียวกันกับพันธุ์ซีลอนยอดแดง พริกไทยพันธุ์นี้ความจริงเป็นพริกไทยพันธุ์ PANIYUR-1 ซึ่งเป็นพริกไทยพันธุ์ลูกผสมของประเทศอินเดีย ระหว่างพ่อพันธุ์ Uthirankota กับแม่พันธุ์ Cheriyakaniyakadan (John.K.Ghanara tham, 1994) พริกไทยพันธุ์นี้จะมีลักษณะเถาอ่อน สีจะเขียวอ่อนเกือบขาวโดยเฉพาะที่ยอดอ่อน จึงนิยมเรียกว่า "ซีลอนยอดขาว" เนื่องจากมีผู้นำพันธุ์มาจากประเทศศรีลังกา (ซีลอน) ลักษณะต่าง ๆ จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คล้ายกับพันธุ์ศรีลังกาที่แตกต่างกันชัดเจนก็คือส่วนยอด ช่อผลจะยาวกว่าพันธุ์ศรีลังกาเล็กน้อย การเจริญเติบโตเร็วกว่าพันธุ์ชาราวัค ผลสดจะมีลักษณะโตกว่าพันธุ์ชาราวัค นิยมปลูกเพื่อจำหน่ายเป็นพริกไทยสด เพื่อส่งโรงงานทำพริกไทยดอง

(4) พันธุ์ปะเหลี่ยน เป็นพันธุ์พื้นเมืองของจังหวัดตรัง ลักษณะประจำพันธุ์ ทรงพุ่มทึบมาก ใบมีลักษณะเล็กรีค่อนข้างป้อม ขอบใบเรียบ ใบอ่อนจะมีจุดสีเขียวอ่อนกระจายอยู่ทั่วไป ใบแก่มีสีเขียวเข้ม ข้อและกิ่งสั้น มีการแตกยอดและกิ่งมาก ช่อดอกสั้น ผลดิ่และเล็ก ต้านทานโรครากเน่าได้ดีพอสมควร และต้านทานการรบกวนของไส้เดือนฝอยได้ดี แต่ผลผลิตจะต่ำกว่าพันธุ์ที่นำมาจากต่างประเทศ

(5) พันธุ์พื้นเมืองกระบี่ เป็นพันธุ์ดั้งเดิมของจังหวัดกระบี่ลักษณะประจำพันธุ์ ทรงพุ่มโปร่งกว่าพันธุ์ปะเหลี่ยน ใบเล็กค่อนข้างกลมป้อม มีลักษณะคล้ายพันธุ์ปะเหลี่ยน แต่แตกยอดและกิ่งน้อยกว่า ผลผลิตปานกลาง

2.2 การใช้ประโยชน์

2.2.1 การใช้ประโยชน์ทางยา

ผล รสเผ็ดร้อน ใช้แก้อาการปวดท้อง ท้องอืด ท้องเฟ้อ บำรุงธาตุ เจริญอาหาร ขับเหงื่อ ขับลม และกระตุ้นประสาท โดยใช้ผลทำเป็นผง ครั้งละ ½ ช้อนชา หรือหนัก 0.5-1 กรัม ผสมน้ำสุกรับประทาน วันละ 3 ครั้ง (สมุนไพรพื้นบ้านฉบับรวม)

ราก รสร้อน บำรุงธาตุ แก้ลมในลำไส้ ช่วยย่อยอาหาร แก้ลมวิงเวียน แก้ปวดท้อง ขับลม ช่วยเจริญอาหาร

ใบ รสเผ็ดร้อน แก้ลมจุกเสียดแน่น แก้ปวดมวนในท้อง บำรุงธาตุ

ดอก รสร้อน แก้ตาแดงเนื่องจากความดันโลหิตสูง

เถา รสร้อน ขับลมในท้อง บำรุงธาตุ ช่วยย่อยอาหาร แก้เสมหะ

ตำรับยา (พริกไทย: สมุนไพรและเครื่องเทศของโลก)

(1) ปวดบริเวณหัวใจ ปวดท้องและอาเจียนเป็นน้ำ ใช้พริกไทยตำดองเหล้า จิบกินหรือต้มเป็นน้ำแกงกิน

(2) ปวดกระเพาะอาหาร ใช้ลูกพุทราจีน 7 ผล (เอาเมล็ดออก) แต่ละลูกใส่พริกไทยล่อน 7 เม็ด ใช้ด้ายพันให้ดี ป้องกันเมล็ดพริกไทยหลุดออกมา นำไปนึ่งด้วยไอน้ำ 7 ครั้ง บดเป็นผง ปั้นเป็นเม็ด ขนาดเมล็ดถั่วเขียว กินครั้งละ 7 เม็ดกับน้ำอุ่น ในคนที่ร่างกายแข็งแรงกินครั้งละ 10 เม็ด หลังจากกินยานี้แล้ว อาการปวดจะลดลง กระเพาะอาหารจะร้อน และรู้สึกหิว แก้โดยกินข้าวหรือข้ามต้มหลังจากกินยานี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) มีลมในกระเพาะอาหาร มีอาการอาเจียนและเรอ อาจเป็นติดต่อกันหลายวัน ใช้ผงพริกไทยล่อน 1 กรัม ขิงสด 30 กรัม (ปิ้งไฟอ่อนๆ พอหมาด) ใส่น้ำ 2 ชาม ต้มให้เหลือ 1 ชาม เอากากทิ้ง อุ่นแล้วแบ่งกินเป็น 3 ครั้ง

(4) กระเพาะอาหารผิดปกติ มีอาการคลื่นไส้ เบื่ออาหาร ใช้พริกไทย และปั้วแห่ (Pinellia ternate Breit) (ล้างปั้วแห่ให้สะอาดประมาณ 10 ครั้ง) ใช้อย่างละเท่าๆ กัน บดเป็นผง เอาน้ำขิงผสม ปั้นเป็นเม็ดขนาดเม็ดถั่วเขียว กินครั้งละ 3-50 เม็ดกับน้ำขิง

(5) ท้องอืด อาหารไม่ย่อย ใช้พริกไทย แช่ในน้ำส้มสายชูให้ดูดซับน้ำส้มให้มากที่สุด ตากแห้ง บดเป็นผง ผสมน้ำส้มสายชูที่แช่นั้นปั้นเป็นเม็ด กินครั้งละ 10 เม็ด กับน้ำส้มสายชูที่เจือจาง (อาจกินได้ครั้งละ 3-40 เม็ด)

(6) ท้องเสีย และอหิวาตกโรคในฤดูร้อน ใช้พริกไทยบดเป็นผง ปั้นเป็นเม็ดขนาดเมล็ดถั่วเขียว กินครั้งละ 40 เม็ดหลังอาหาร

(7) ชัก เนื่องจากร่างกายขาดแคลเซียม ใช้พริกไทยล่อน 20 เม็ด เปลือกไข่ไก่ 2 ฟอง ผิงไฟให้เหลือง ผสมบดเป็นผง แบ่งห่อไว้เป็น 14 ห่อ ผสมน้ำสุกกิน วันละ 1 ห่อ

(8) ถุงอัณฑะอักเสบ เป็นผื่นคัน มีน้ำเหลือง ใช้พริกไทย 10 เม็ดผสมน้ำ 2 ลิตร ต้มให้เดือด ชะล้างแผลวันละ 2 ครั้ง

(9) ปวดฟันใช้พริกไทย พริกหาง (Piper longum L.) อย่างละเท่าๆ กัน บดเป็นผง ผสมขี้ผึ้ง ปั้นเป็นก้อนเล็กๆ อุดรูฟันที่ปวด หรือใช้พริกไทย 9 เม็ด ถั่วเขียว 11 เม็ด ห่อผ้าทุบให้แตก ใช้สำลีห่อเป็นก้อนกัดไว้ตรงฟันซี่ที่ปวด อาการปวดก็จะลดลง

(10) แผลจากถูกความเย็นจัด ใช้พริกไทย 10 กรัม แช่ในเหล้าขาว 90 มล. นาน 7 วัน แล้วนำกากมาถูทาที่แผล

(11) ตะขาบกัด ใช้พริกไทยบดเป็นผงทา

(12) ขับลมและแก้หวัด ใช้พริกไทยดำ 2-5 กรัม (หรือใช้ผงพริกไทยล่อน) ใส่แกงจืดกินร้อนๆ

รูปที่ 2.3 ยาที่สกัดจากพริกไทยดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 สารสำคัญ

ผลมีน้ำมันหอมระเหยและแอลคาลอยด์ไพพอร์ทรีน piperine ซึ่งมีฤทธิ์กระตุ้นประสาท และเป็นยาฆ่าแมลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งแมลงวัน แต่ไม่เป็นพิษต่อคน (สมุนไพรสวนสิรีรุกขชาติ) กระทรวงสาธารณสุข โดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ได้กำหนดมาตรฐานทางเคมีของพริกไทยขาวและพริกไทยดำที่ใช้เป็นยา (มาตรฐาน Thai Herbal Phamacopoeia) กำหนดให้พริกไทยมีสารสำคัญออกฤทธิ์ คือ ไพเพอร์รีน (piperine) ไม่ต่ำกว่า 5% โดยน้ำหนักทั้งพริกไทยดำและพริกไทยขาว มีปริมาณความชื้นไม่เกิน 14% ทั้งพริกไทยดำและพริกไทยขาว และมีปริมาณน้ำมันหอมระเหย ไม่ต่ำกว่า 1% ในพริกไทยดำ และไม่ต่ำกว่า 0.8% ในพริกไทยขาว (พริกไทย: สมุนไพรและเครื่องเทศของโลก)

2.3 การแปรรูปพริกไทย

2.3.1 การแปรรูปพริกไทยดำจากพริกไทยสด

พริกไทยแก่เต็มที่เม็ดในจะแข็ง แต่สีของผิวยังเขียวอยู่ มีผลสุข(สีเหลืองหรือสีส้ม)ประมาณ 2-3 ผลต่อรวง นำไปแปรรูปเป็นพริกไทยดำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

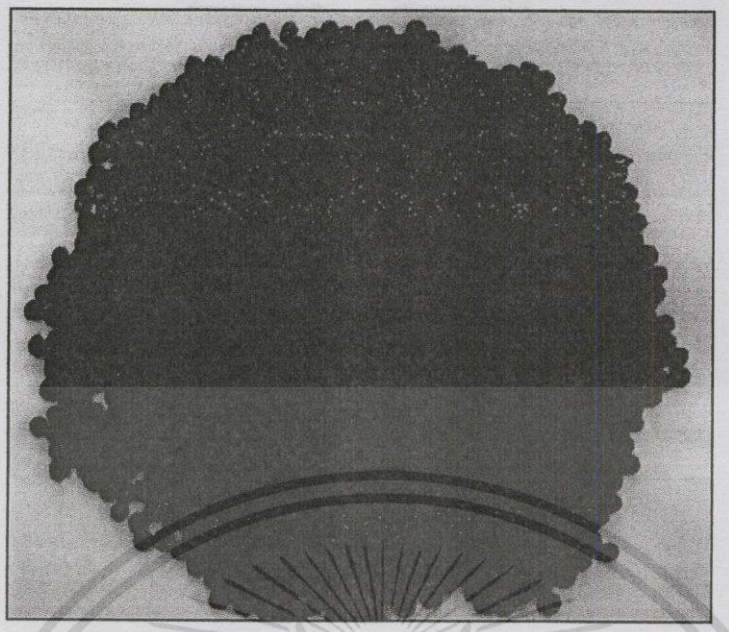
(1) นำพริกไทยที่เก็บเกี่ยวแล้ว กองสุมไว้บนลานซีเมนต์ หรือเสื่อ แล้วใช้กระสอบคลุมทิ้งไว้ 1-2 คืน เพื่อทำให้เกิดความร้อนภายใน ทำให้เม็ดพริกไทยร่วงจากรวงได้ง่าย

(2) นวดเม็ดพริกไทยโดนใช้มือ หรือเท้า หรือเครื่องนวด เพื่อให้เม็ดหลุดออกจากรวงแล้วเอาก้านรวงทิ้งไป

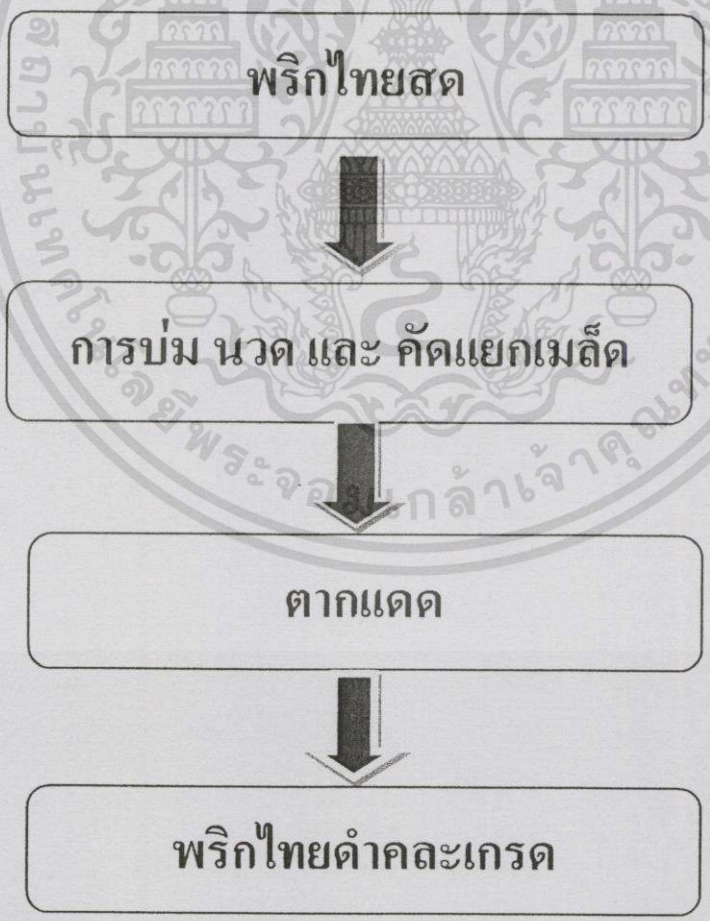
(3) นำเม็ดพริกไทยที่ได้ไปตากแดดไว้ 5-7 วันคอยเกลี่ยเม็ดให้ได้รับแสงแดดเสมอ

(4) เมื่อได้เม็ดพริกไทยที่แห้งสนิทดีแล้วจะมีสีดำ ทำการฝัดเอาฝุ่น เศษผงและเม็ดลีบออก นำมาบรรจุในกระสอบป่าน เก็บไว้ในที่แห้งเพื่อจำหน่ายต่อไปแต่พริกไทยที่ได้มักมีสีไม่สม่ำเสมอ การแก้ไขกระทำได้โดยนำเม็ดพริกไทยที่ฝัดแล้ว จุ่มในน้ำเดือดนานประมาณ 10-20 นาที 2 ครั้ง เพื่อให้สีผิวสม่ำเสมอมากขึ้น ในการทำพริกไทยดำ ถ้านำพริกไทยสดมา 100 กิโลกรัม จะได้ประมาณ 33 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 พริกไทยดำ



รูปที่ 2.5 ขั้นตอนการทำเม็ดพริกไทยจากพริกไทยสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 การแปรรูปพริกไทยขาว

เม็ดพริกไทยขาวทั่วๆไป ทำมาจากพริกไทยสดที่แก่และสุกแล้ว และพริกไทยขาวที่ทำมาจากพริกไทยดำ

2.3.3 การทำพริกไทยขาวจากพริกไทยสด

หลังจากทำการเก็บช่อรวงพริกไทยที่แก่แล้วและสุกแล้วประมาณ 1/3 ของช่อร่วง ไม่ควรปล่อยให้สุกหมดทั้งรวงจะทำให้เม็ดร่วงได้ การเก็บควรเก็บทั้งรวงแล้วนำมาทำพริกไทยขาวดังนี้

(1) นำรวงพริกไทยที่เก็บได้ทั้งหมดไปกองสุมกันไว้ในโรงเรือนใช้กระสอบหรือพลาสติกคลุมทิ้งไว้ 2- 3คืน เพื่อให้ผลสุกมากข้น หลังจากนั้นจะคัดแยกเม็ดที่หลุดจากรวงส่วนเม็ดที่รวงอยู่ไม่ควรนำมาทำพริกไทยขาวเพราะจะทำให้พริกไทยขาวมีคุณภาพไม่ดีควรนำไปตากแดดเป็นพริกไทยดำ

(2) นำผลสุกใส่กระสอบแล้วไปแช่ในน้ำที่ไหลหรือแช่ในถังหมัก ผลพริกไทยที่สุกจะแช่ในน้ำทิ้งไว้ ประมาณ2-3คืน หากผลที่มีสีเขียวมากอาจแช่นาน 5-6คืน กรณีที่แช่น้ำไหลจะแช่ประมาณ7-8คืน หากต้องการให้เม็ดพริกไทยขาวขึ้น อาจใช้คลอรีนประมาณ $\frac{1}{2}$ กิโลกรัมต่อผลพริกไทยสด 200 กิโลกรัม

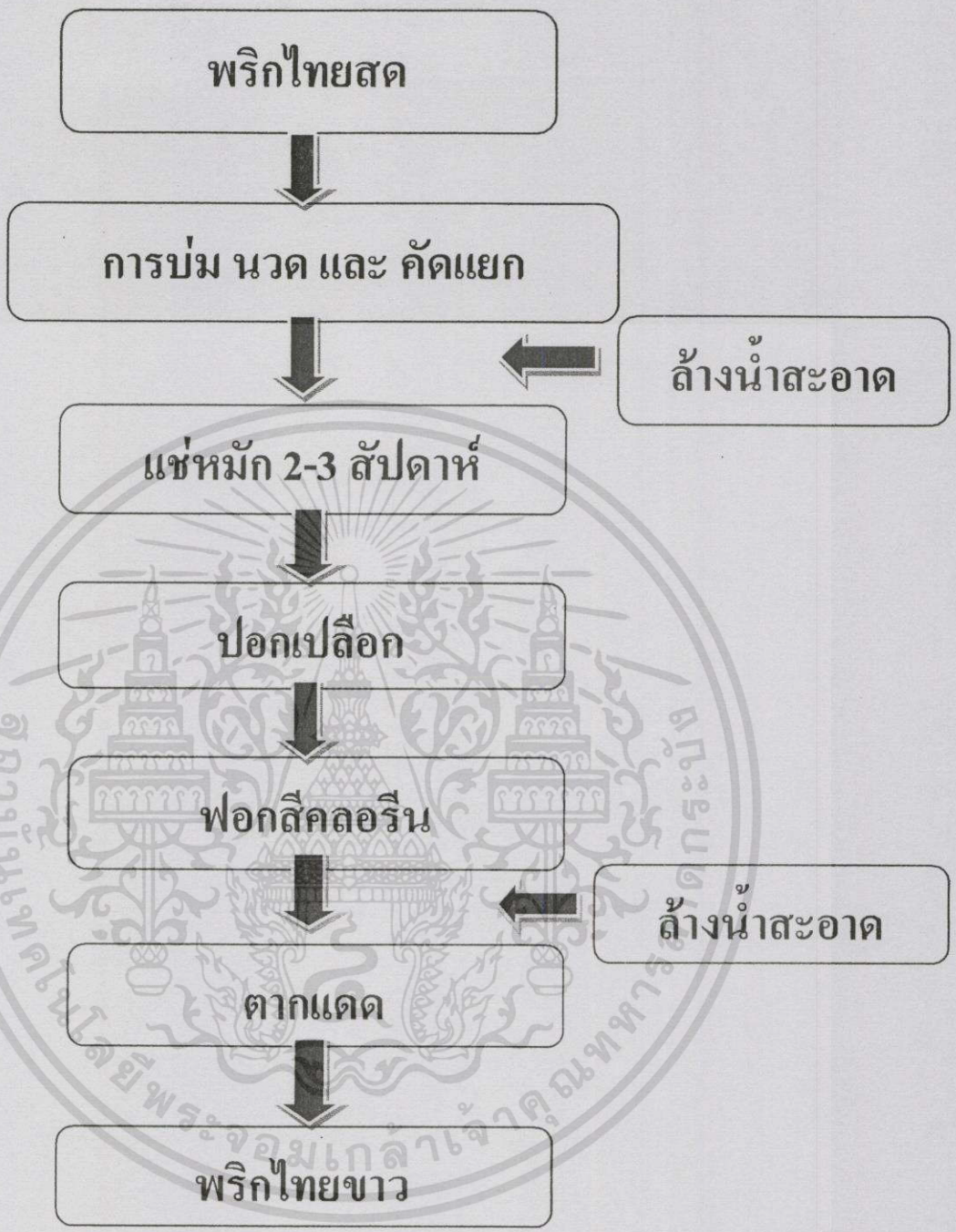
(3) เมื่อเปลือกหุ้มเม็ดเปื่อยให้นำมาเทใส่ภาชนะ เช่น ตะกร้าหรือภาชนะบรรจุที่มีก้นถังเป็นตะแกรงถี่ แล้วทำการขยี้เปลือกหลุดจากเม็ดนำตะกร้าไปแช่น้ำเพื่อล้างหรือซาวเอาเปลือกหรือเศษผงลอยออกไปทำการล้างหลาย ๆ ครั้งจนเห็นว่าสะอาดดีแล้วจึงนำไปตากแดด

(4) นำเอาเม็ดที่ล้างออกตากแดด อาจตากบนเสื่อหรือลานซีเมนต์ โดยตากไว้ขณะที่แดดจัด ๆ ประมาณ4-5 วันคอยทำการหมั่นเกลี่ยให้ถูกแดดอย่างสม่ำเสมอกัน

(5) เมื่อเม็ดพริกไทยที่ตากไว้แห้งดีแล้ว จึงนำมาบรรจุใส่ไว้ในกระสอบป่านทำการเย็บปากกระสอบให้แน่นและมิดชิดจากนั้นนำไปเก็บไว้ในร่มที่ไม่มีความชื้นสูง (พริกไทยสด4-5 กิโลกรัมนำมาทำพริกไทยขาวได้ 1 กิโลกรัม

รูปที่ 2.6 พริกไทยขาว

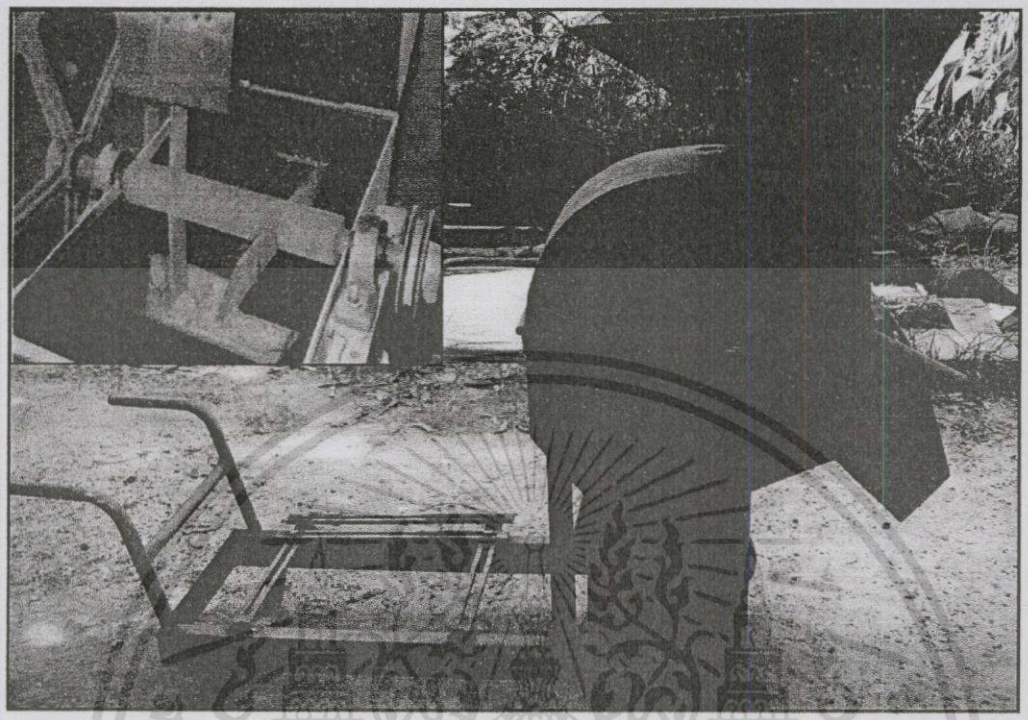
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 ขั้นตอนการทำพริกไทยขาวจากพริกไทยสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 เครื่องนวดพริกไทยที่เกษตรกรใช้ในปัจจุบัน



รูปที่ 2.8 แสดงเครื่องนวดพริกไทยที่เกษตรกรใช้ในปัจจุบัน

เครื่องนวดพริกไทยด้านในของเครื่องนวด จะมีลูกนวดที่เป็นก้านเหล็กและมีแผ่นเหล็กติดกับก้าน จะตีเม็ดพริกไทยให้หลุดจากกรวง พริกไทยที่ได้จะลอดผ่านรูตะแกรงและไหลออกตรงทางออก ส่วนก้านจะค้างอยู่ด้านในเครื่องนวดจนกระทั่งการนวดสิ้นสุดจึงเปิดฝา เพื่อให้ลูกนวดตีรวงออกจากเครื่องนวดพริกไทย

2.4.1 เครื่องนวดพริกไทยที่เกษตรกรใช้ในปัจจุบันประกอบด้วย

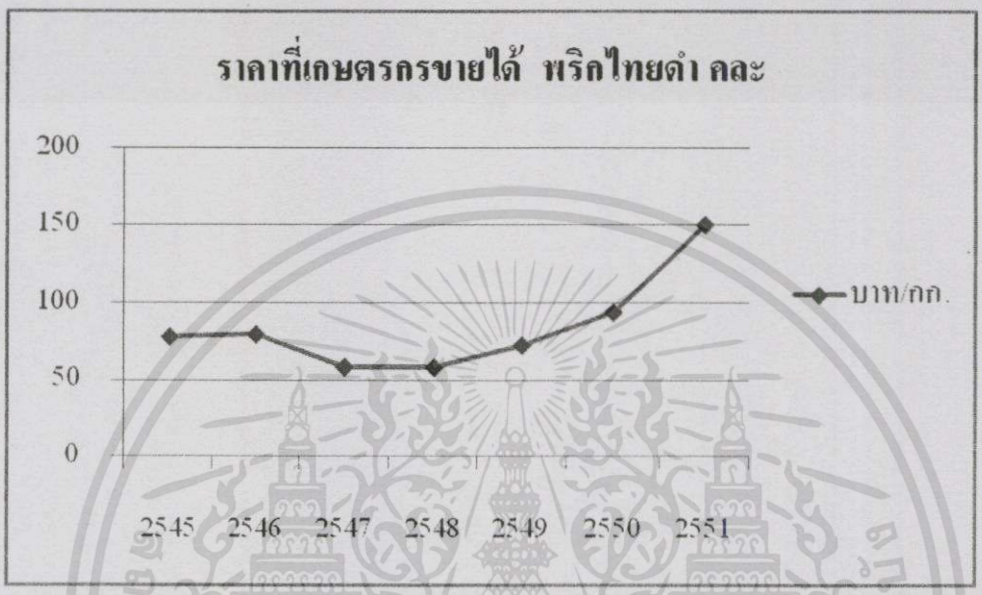
เครื่องนวดพริกไทยที่เกษตรกรใช้ในปัจจุบัน ประกอบด้วย1) ถังป้อน 2) ลูกนวด 3) ตะแกรงนวด 4) ช่องปล่อยก้าน 5) ช่องทางออกของเม็ดพริกไทย มีความเร็วของลูกนวดขณะทำงาน 180 รอบต่อนาที อัตราการป้อน 500 กิโลกรัมต่อชั่วโมงใส่พริกไทยได้ครั้งละ 10 กิโลกรัมใช้มอเตอร์ต้นกำลังขนาด 2 แรงม้า ใช้จำนวนผู้ปฏิบัติงาน 1-2 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ราคา

ความเคลื่อนไหวราคาพริกไทยระหว่างวันที่ 6 สิงหาคม 2551 มีดังนี้

2.5.1 ราคาที่เกษตรกรขายได้



รูปที่ 2.9 กราฟราคาพริกไทยดำคละเกรด ปีพ.ศ.2545-2551

2.6 การผลิตและการตลาดในประเทศ

สถานการณ์การผลิตพริกไทยและการตลาดของประเทศไทย ในปี 2547 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกพริกไทยทั้งหมด 23,074 ไร่ เป็นพื้นที่ให้ผลผลิต 20,579 ไร่ จังหวัดจันทบุรีเป็นแหล่งปลูกพริกไทยที่สำคัญมีพื้นที่ผลิตพริกไทย 18,635 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 87 ของพื้นที่เพาะปลูก (กรมส่งเสริมการเกษตร 2547) พื้นที่เพาะปลูกอื่นๆได้แก่ จังหวัดระยอง และนครนายก มีพื้นที่ปลูก 256 และ140ไร่ ตามลำดับ ภาคใต้ซึ่งเป็นแหล่งปลูกแต่เดิม มีแหล่งผลิตใหญ่ในจังหวัดตรัง นครศรีธรรมราช ชุมพร กระบี่ และสตูล

แนวโน้มการผลิตและการตลาดพริกไทย ในปี 2549 เนื้อที่ให้ผลผลิตลดลงเนื่องจากราคาพริกไทยดำชนิดคละ ในช่วงปี 2543-2547 มีแนวโน้มลดลงมาโดยตลอดและ ผลจากการเปิดเสรีการค้าภายใต้การค้าเสรีอาเซียน (AFTA) ที่ประเทศไทยลดภาษีนำเข้าพริกไทยเหลือร้อยละ 5 คาดว่าจะทำให้มีการนำเข้าพริกไทยเพิ่มขึ้น จาก เวียดนาม อินโดนีเซีย และมาเลเซีย ซึ่งเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ อาจมีผลทำให้ราคาพริกไทยลดลง และเกิดผลกระทบกับเกษตรกรผู้ปลูกพริกไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 สถิติการเพาะปลูกพริกไทย ปีการเพาะปลูก 2539-2550

ปีการเพาะปลูก (ไร่)	พื้นที่ปลูก รวม (ไร่)	พื้นที่ให้ผล ผลิต (ไร่)	ผลผลิต รวม (ตัน)	ผลผลิต เฉลี่ย (กก./ไร่)
2539	13,717.00	12,427.00	10,435.00	770
2540	14,713.00	13,476.00	12,016.00	895
2541	24,151.00	13,586.00	9,849.85	725
2542	17,101.00	13,556.00	6,480.00	478
2543	16,192.00	14,936.00	9,626.00	644
2544	17,473.00	15,099.00	13,261.66	878
2545	18,217.00	16,851.00	14,363.93	852
2546	19,004.00	18,451.00	15,499.00	840
2547	19,829.00	17,175.00	14,204.00	827
2548	14,738.00	13,348.00	8,518.00	638
2549	13,930.00	13,149.00	6,365.00	484
2550	13,432.00	13,199.00	6,356.00	482

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 สถานการณ์การผลิต

เนื้อที่ให้ผล ปี 2550 จะใกล้เคียงกับปีที่แล้ว เนื่องจากราคาพริกไทยดำชนิดคละที่เกษตรกรขายได้ในช่วง4-5 ปี ที่ผ่านมามีแนวโน้มลดลงมาโดยตลอด ไม่จูงใจให้เกษตรกรเพิ่มเนื้อที่พะปลูก ส่วนผลผลิตต่อไร่ในภาพรวมเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ถึงแม้ว่าดินฟ้าอากาศจะเอื้ออำนวยกว่าปีที่ผ่านมา ซึ่งประสบกับภาวะฝนตกชุกในเดือนกันยายน 2548 ทำให้พริกที่ติดดอกอยู่ร่วง แต่ด้วยราคาพริกไทยที่ลดลงทำให้เกษตรกรขาดการดูแลรักษาผลผลิตรวมจึงเพิ่มขึ้นไม่มากนัก โดยผลผลิตพริกไทย ปี 2550 จะเพิ่มออกสู่ตลาดเดือนธันวาคม 2549-กุมภาพันธ์ 2550

ตารางที่ 2.2 ผลผลิตพริกไทยดำคละ ปี 2548-2550

1.จำนวนครัวเรือน(ครัวเรือน)	4,967	4,226	3,891
2.เนื้อที่ให้ผล(ไร่)	19,503	18,917	17,416
3.ผลผลิต(ตัน)	13,837	12,156	10,419
4.ผลผลิตต่อไร่ (กก.)	709	643	598
5.ต้นทุนการผลิต(บาท/ตัน)			
-ต้นทุนรวม	54,918	56,729	58,874
-ต้นทุนแปรผัน	41,553	41,991	43,027
6.ราคาที่เกษตรกรขายได้			
-พริกไทยดำคละ	57,620	71,950	93,270
7.ผลตอบแทนสุทธิ			
-บาท/ไร่	1,916	9,787	20,569
-บาท/ตัน	2,702	15,221	34,396

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 สถานการณ์ตลาด

สถานการณ์ตลาดพริกไทยปี 2550 ยังคงได้รับผลกระทบจากการเปิดเสรีทางการค้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายใต้เขตการค้าเสรีอาเซียน (AFTA) ที่จะต้องลดภาษีพริกไทยลงร้อยละ 5 ทำให้มีแนวโน้มที่จะนำเข้าพริกไทยจากประเทศในกลุ่มสมาชิก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเวียดนาม อินโดนีเซีย และกัมพูชา ซึ่งจะส่งผลให้ราคาพริกไทยในประเทศลดลง(สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

ตารางที่ 2.3 การค้าพริกไทยในปี 2548-2550

รายการ	2548	2549	2550
1.การค้าของโลก (ล้านตัน)	3.70	3.75	4.02
2.ส่วนแบ่งการตลาดโลก (%)	0.34	0.36	0.45
3.ใช้ในประเทศ (ตัน)	12,493	11,629	11,130
4.นำเข้า -ปริมาณ (ตัน) -มูลค่า (ล้านบาท)	 132.05 14.38	 221.90 23.85	 2,311.00 89.07
5.ส่งออก -ปริมาณ (ตัน) -มูลค่า (ล้านบาท)	 1,518.27 46.42	 748.99 35.10	 1,600.00 59.21
6.ราคาส่งออก (บาท/กก.)	30.57	47.18	37.00
7.คู่ค้าที่สำคัญ	โปแลนด์ ออสเตรเลีย อินเดีย เยอรมนี ฮ่องกง เนเธอร์แลนด์ สหราชอาณาจักร ไต้หวัน สหรัฐอเมริกา		
8.คู่แข่งที่สำคัญ	มาเลเซีย อินเดีย อินโดนีเซีย เวียดนาม ศรีลังกา		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การผลิตและการตลาดในต่างประเทศ

ปัจุบันประเทศผู้ผลิตพริกไทย รายใหญ่ของโลก ได้แก่ประเทศ เวียดนาม มาเลเซีย อินโดนีเซีย บราซิล อินเดีย และ ศรีลังกา มีผลผลิตพริกไทยในปี 2548 ดังนี้

ตารางที่ 2.4 แสดงผลผลิตพริกไทยดำในต่างประเทศ

ประเทศ	คงเหลือจาก ปี2548 ตัน	ฤดูเก็บเกี่ยว เดือน	เก็บเกี่ยวได้ ตัน	บริโภค ภายในประเทศ ตัน	ผลผลิตรวม ตัน	ส่งออก ตัน
เวียดนาม	4,000	มีนาคม	75,000	2,000	77,000	6,500
มาเลเซีย	4,000	พฤษภาคม	14,000	2,000	16,000	5,750
อินโดนีเซีย	7,000	กันยายน	17,000	2,000	22,000	12,500
บราซิล	18,000	ตุลาคม	30,000	3,000	45,000	36,000
ศรีลังกา	3,000	พฤศจิกายน	5,500	500	8,000	3,250
อินเดีย	20,000	ธันวาคม	70,000	65,000	25,000	17,350
เนปาล	500	ธันวาคม	1000	80	1,420	950
รวม	38,200		212,500	16,080	194,420	65,200

ตารางที่ 2.5 แสดงผลผลิตพริกไทยขาวในต่างประเทศ

ประเทศ	คงเหลือจาก ปี2548 ตัน	ฤดูเก็บเกี่ยว เดือน	เก็บเกี่ยวได้ ตัน	บริโภค ภายในประเทศ ตัน	ผลผลิตรวม ตัน	ส่งออก ตัน
เวียดนาม	200	มีนาคม	11,000	1,000	10,200	9,850
มาเลเซีย	1,000	พฤษภาคม	4,000	1,000	4,000	2,500
อินโดนีเซีย	4,000	กันยายน	7,500	2,000	9,500	5,350
จีน	8,000	สิงหาคม	20,000	24,000	4,000	2,550
บราซิล	3,000	ตุลาคม	4,000	1,500	5,500	3,500
รวม	16,200		46,500	29,500	33,200	23,750

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 การส่งออกพริกไทยของประเทศต่างๆ พ.ศ. 2546-2548

ปริมาณ : เมตริกตัน Quantity : Metric ton

มูลค่า : พันบาท Value : 1,000 baht

ประเทศ	2546 2003		2547 2004		2548 2005		Country
	ปริมาณ Quantity	มูลค่า Value	ปริมาณ Quantity	มูลค่า Value	ปริมาณ Quantity	มูลค่า Value	
รวมทั้งโลก	**289,229**	**17,733**	**284,719**	**14,867**	283,560	14,206	**World Total**
อินโดนีเซีย	51,546	3,881	32,366	2,241	34,564	2,353	Indonesia
บราซิล	39,004	2,441	43,004	2,621	38,426	2,265	Brazil
อินเดีย	15,325	1,139	15,456	1,078	21,470	1,420	India
มาเลเซีย	18,359	1,374	19,792	1,275	18,101	1,296	Malaysia
เนเธอร์แลนด์	12,920	1,281	10,373	974	10,434	986	Netherlands
สิงคโปร์	23,271	2,136	17,667	1,415	12,196	984	Singapore
เยอรมนี	7,818	948	8,782	1,022	8,145	979	Germany
เม็กซิโก	3,864	435	5,785	633	15,420	552	Mexico
สหรัฐอเมริกา	4,284	475	4,388	475	4,602	509	U.S.A.
ฝรั่งเศส	1,087	236	977	280	1,309	418	France
จีน	5,373	457	3,967	357	2,879	263	China
โปแลนด์	228	35	486	82	1,132	241	Poland
เบลเยียม	1,028	185	1,329	245	1,438	234	Belgium
ออสเตรีย	704	129	593	154	701	200	Austria
สหราชอาณาจักร	782	178	647	174	578	186	United Kingdom
อิตาลี	707	163	800	144	626	162	Italy
เอกวาดอร์	3,260	136	3,759	171	2,645	131	Ecuador
แอฟริกาใต้	501	39	382	45	566	110	South Africa
แคนาดา	863	144	651	95	659	104	Canada
ประเทศอื่น ๆ	98,305	1,922	113,514	1,388	107,669	812	Others

ที่มา : องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ Source : Food and Agriculture Organization of the United Nations

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 การนำเข้าพริกไทยของประเทศต่างๆ พ.ศ.2546-2548

ปริมาณ : เมตริกตัน | Quantity : Metric ton

มูลค่า : พันบาท | Value : 1,000 baht

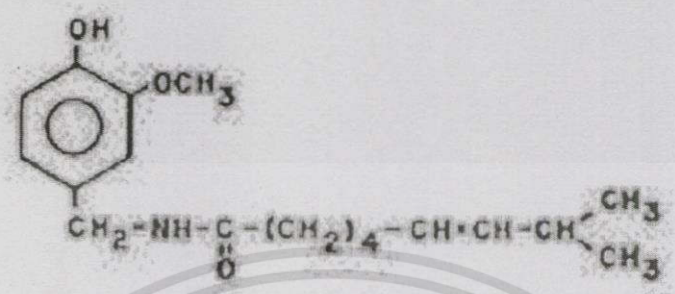
ประเทศ	2546 2003		2547 2004		2548 2005		Country
	ปริมาณ Quantity	มูลค่า Value	ปริมาณ Quantity	มูลค่า Value	ปริมาณ Quantity	มูลค่า Value	
รวมทั้งโลก	**282,087**	**22,163**	**284,461**	**20,637**	**279,534**	**20,105**	**World Total**
สหรัฐอเมริกา	63,872	4,997	66,006	4,598	66,921	4,419	U.S.A.
เยอรมนี	23,009	2,173	27,463	2,136	22,786	1,883	Germany
อินเดีย	14,584	893	15,695	900	18,886	1,053	India
เนเธอร์แลนด์	19,144	1,714	14,228	1,184	13,360	993	Netherlands
ญี่ปุ่น	8,581	1,005	8,159	877	9,003	962	Japan
สิงคโปร์	11,396	809	10,322	632	12,960	920	Singapore
ฝรั่งเศส	10,480	1,096	8,704	844	9,221	839	France
สหราชอาณาจักร	5,854	675	5,482	611	6,850	789	United Kingdom
แคนาดา	5,651	583	5,495	492	5,975	548	Canada
เบลเยียม	3,595	541	3,606	553	3,829	527	Belgium
จีน	4,799	357	5,365	398	5,696	429	China
โปแลนด์	4,611	370	4,588	359	5,683	404	Poland
ยูเครน	2,620	299	3,863	429	3,912	329	Ukraine
มาเลเซีย	2,965	203	4,608	268	4,984	324	Malaysia
อิตาลี	3,423	354	4,022	347	3,659	323	Italy
เกาหลีใต้	3,578	297	3,588	255	4,071	291	South Korea
ออสเตรีย	2,175	208	2,126	215	2,819	269	Austria
ปากีสถาน	5,164	247	6,814	356	5,164	266	Pakistan
สเปน	3,490	325	3,408	293	3,192	261	Spain
ออสเตรเลีย	2,302	220	2,869	258	2,652	259	Australia
ประเทศอื่น ๆ	80,794	4,797	78,044	4,630	67,909	4,017	Others

ที่มา : องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ | Source : Food and Agriculture Organization of the United Nations

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 คุณสมบัติเฉพาะของพริกไทย

มนุษย์เรารู้จักการใช้พริกทั้งในด้านอาหารและการเป็นยามาหลายพันปี สารสำคัญที่มีในพืชกลุ่มพริก ทำให้มีรสและกลิ่นที่เผ็ดร้อนมีชื่อว่า Capsaicin



รูปที่ 2.10 Capsaicin

ในทางยา capsaicin มีฤทธิ์ระงับอาการปวด บวม อักเสบ เมื่อใช้เป็นยาทา โดยเฉพาะในอาการปวดข้อหรือปวดกล้ามเนื้อ

มาตรฐานทางด้านเคมีได้มีการกำหนดสารสำคัญที่มีอยู่ในเมล็ดพริกไทย โดยกำหนดให้มีปริมาณสารพวก piperinoids และ oleoresins ปริมาณสูงๆ เข้าไว้ ถ้าพริกไทยของประเทศไหนมีสารสำคัญ 2 ชนิดนี้สูงกว่าประเทศอื่นก็จะเป็นที่ต้องการของผู้ซื้อซึ่งสามารถใช้เป็นเครื่องต่อรองราคาและแข่งขันในตลาดได้

อย่างไรก็ตามก็มีการนำมาตรฐาน EEC มาใช้กำหนดลักษณะเคมีของพริกไทยโดยมีคุณสมบัติที่ต้องการนอกจากพริกไทยจะเป็นเครื่องเทศสำหรับใช้ปรุงรสอาหารแล้ว ปัจจุบันได้มีการนำพริกไทยมาใช้ในรูปของอาหารเสริมสุขภาพมากขึ้น และใช้เป็นสมุนไพร ซึ่งมีสรรพคุณในทางรักษาโรคและบำรุงสุขภาพด้วย เช่น ลดความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจ ช่วยให้ผิวพรรณผ่องใสอ่อนกว่าวัย รักษาโรคกระเพาะอาหาร การบำรุงรักษาพืชสมุนไพรควรใช้วิธีดูแลรักษาให้เป็นไปตามธรรมชาติและควรหลีกเหลี่ยงสารเคมีไม่ว่าด้านการให้ปุ๋ยเคมี การกำจัดศัตรูพืช เนื่องจากอาจมีพิษตกค้างในพืชและมีผลกับคุณภาพและปริมาณสารสำคัญในพืชด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 มาตรฐานทางเคมีของพริกไทยทั้งพริกไทยดำและพริกไทยขาวที่ใช้เป็นเครื่องเทศ

รายการ	พริกไทยดำ	พริกไทยขาว
ปริมาณสิ่งแปลกปลอม % ไม่มากกว่า ขึ้นกับเกรดพริกไทย	1.0 – 3.0	0.5 – 1.5
ปริมาณความชื้น % ไม่มากกว่า	12.0	12.0
ปริมาณเถ้ารวม % ไม่มากกว่า, มาตรฐานเปียก	5.0	2.0
ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด % ไม่มากกว่า, มาตรฐานเปียก	0.4	0.2
ปริมาณสารสกัดด้วยอีเธอร์ที่ไม่ระเหย % ไม่น้อยกว่า, มาตรฐานเปียก	6.6	6.6
Crude fibre, insoluble index, % ไม่มากกว่า, มาตรฐานเปียก	17.5	6.0
ปริมาณน้ำมันหอมระเหย % ไม่น้อยกว่า, มาตรฐานเปียก	2.0	1.0
ปริมาณสาร piperine % ไม่น้อยกว่า	4.0	4.0

ที่มา : http://www.ipcnet.org/qthailand.html (International Peper Community, Jakarta, Indonesia)

พริกไทยเป็นสมุนไพรที่ให้รสเผ็ดร้อน ถูกค้นพบในปี ค.ศ. 1821 โดยพบสาร piperine และ piperanine ในสมัยก่อนพริกไทยถูกนำมาใช้รักษาโรคได้หลายชนิด ได้แก่ โรคมะเร็ง มาเลเรีย และอหิวาตกโรค แต่ในปัจจุบันได้มีการนำมาใช้ปรุงแต่งกลิ่นและรสชาติของอาหาร และยังใช้เป็นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช สารสำคัญในส่วนของเมล็ดพริกไทย คือ piperinoids และ oleoresins ซึ่งส่วนที่ออกฤทธิ์ทางเภสัชเวช และป้องกันกำจัดแมลง โรคพืช และเชื้อโรคต่างๆ เป็นส่วนของ piperinoids ที่ประกอบด้วยสารสำคัญ 5 ชนิด ได้แก่ piperine, piperanine, piperidine, piperitine, pipercide โดยจะพบ piperine เป็นสารหลักในเมล็ดพริกไทย (Grove, et al; 1993 และ Ikan, 1991)

สาร Phenolics ที่พบในพริกไทย เป็นสารต้านอนุมูลอิสระช่วยป้องกันมะเร็ง มีฤทธิ์กระตุ้นประสาท ในการศึกษาวิจัยโดยตรวจวัดปริมาณ antioxidants ที่พบในพืชทดลองที่ใช้วิธี(1)การผลิตแบบอินทรีย์ (ไม่ใช้สารกำจัดศัตรูพืช และปุ๋ยต่างๆ) (2) แบบยั่งยืน (มีการใช้ปุ๋ยต่างๆ แต่ไม่ใช้สารกำจัดศัตรูพืช) (3) แบบเกษตรสมัยใหม่ในปัจจุบัน (มีการใช้สารเคมีสังเคราะห์ ทั้งปุ๋ย และสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช) พบว่า มีระดับสาร antioxidants เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในข้าวโพดแบบอินทรีย์และยั่งยืน ซึ่งมากกว่าแบบสมัยใหม่ถึง 58.5% ในพืช marionberries มีมากกว่าถึง 50 % และ 19 % ใน strawberries ตามลำดับ ระดับ antioxidants มีสูงสุดในการปลูกแบบยั่งยืน (ใส่ปุ๋ย-ไม่ใช้ยา) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการผสมผสานวิธีผลิตแบบอินทรีย์กับแบบสมัยใหม่ ทำให้ปริมาณ antioxidants สูงสุด (เอลิสัน, 2546) ทั้งนี้เนื่องจากสารฆ่าแมลงและสารฆ่าเชื้อรา ที่ใช้จะไปขัดขวางการสร้างสาร phenolics ซึ่งเป็นตัวต้านทานภัยตามธรรมชาติของต้นพืช ในธรรมชาติเมื่อมีแมลงทำลายพืช ต้นพืชก็จะสร้างสาร phenolics ขึ้นมาป้องกันตัวเอง สาร phenolics มีฤทธิ์เฝื่อนหรือร้อนแรง ซึ่งจะช่วยป้องกันต้นพืชจากศัตรูได้นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยต่างๆ มีส่วนเพิ่มระดับของสาร phenolics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่อง

2.9.1 ทฤษฎีการออกแบบเพลา

(1) เพลาเป็นชิ้นส่วนที่มีใช้อยู่ในเครื่องจักรเกือบทุกชนิด ทำหน้าที่ในการส่งถ่ายกำลังหรือทำให้เกิดจุดหมุนระหว่างชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่อง ขณะใช้งานเพลาจะอยู่ภายใต้ภาระการกระทำชนิดต่าง ๆ เช่น แรงกด แรงดึง โมเมนต์ดัด และโมเมนต์บิดซึ่งอาจมีทั้งแรงสถิตและแรงแบบวัฏจักร ทำให้เกิดการล้าได้เพลาอาจมีชื่อเรียกแตกต่างกันตามลักษณะการใช้งานดังนี้ คือ

- เพลา (Shaft) เป็นชิ้นส่วนที่หมุนและใช้ในการส่งกำลัง
- แกน (Axle) เป็นชิ้นส่วนลักษณะเดียวกันกับเพลาแต่ไม่หมุน ส่วนมากเป็นตัวรองรับชิ้นส่วนที่ส่วนนั้นจะหมุนหรือไม่ก็ตาม
- สพินเดิล (Spindle) เป็นเพลาขนาดสั้น เช่น เพลาที่หัวแท่นกลึง (Head-Stock spindle) เป็นต้น
- สตับชาฟ (Stub Shaft) เป็นเพลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องกับเครื่องยนต์ มอเตอร์ หรือเครื่องต้นกำลังอื่น ๆ มีขนาด รูปร่าง และส่วนยื่นออกมา สำหรับใช้ต่อกับเพลาอื่น ๆ
- เพลาแนว (Line Shaft) หรือเพลาส่งกำลัง (Power transmission shaft) หรือเพลาเมน (Main shaft) เป็นเพลาซึ่งต่อตรงจากเครื่องต้นกำลัง ใช้ในการส่งกำลังไปยังเครื่องจักรกลอื่น ๆ โดยเฉพาะ
- แจ็คชาฟ (Jack shaft) เป็นเพลาขนาดสั้นที่ต่อระหว่างเครื่องต้นกำลังกับเพลาแมนหรือเครื่องจักรกล
- เพลาอ่อน (Fiexble shaft) เป็นเพลาที่สามารถอ่อนตัวหรือโค้งได้เพลาประเภทนี้ทำด้วยสายลวดใหญ่ (Cable) ลวดสปริงหรือลวดเหนียว (Wire rope) ใช้ในการส่งกำลังในลักษณะที่แกนหมุนทำมุมกันได้แต่ส่งกำลังได้น้อย

(2) เพลาอาจรับแรงดึงแรงกดแรงบิด หรือแรงอัด หรือแรงหลายอย่างรวมกันก็ได้ ดังนั้นการคำนวณจึงต้องใช้ความเค้นผสมเข้ามาช่วย แรงเหล่านี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาทำให้เพลาเสียหายได้ เพราะความล้า ฉะนั้นจึงต้องมีการออแบบเพลาให้มีความแข็งแรงเพียงพอสำหรับการใช้งานในลักษณะนี้ นอกจากนี้เพลายังต้องมีความแข็งแกร็ง (Rigidity) เพียงพอเพื่อลดมุมบิดภายในเพลาให้อยู่ในขีดที่จำกัดที่พอเหมาะ ระยะโก่ง (Deflection) ของเพลาก็เป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดขนาดเพลาเพราะถ้าเพลามีระยะโก่งมากก็จะเกิดการแกว่งขณะหมุนได้

(3) วัสดุที่ใช้ทำในการเลือกวัสดุและวิธีที่ใช้ในการทำเพลา นักออกแบบจะต้องคำนึงถึงสภาพการใช้งานและภาระที่เพลาต้องรับเป็นหลักโดยทั่วไปแล้ว จะพิจารณาเลือกวัสดุและวิธีการผลิตเพลาตามขนาดระบุเพลาวัสดุที่ใช้ทำเพลาทั่วไปคือ เหล็กกล้าละมุน (Mile steel) แต่ถ้าต้องการให้มีความเหนียวและความทนทานเป็นพิเศษ มักจะใช้เหล็กกล้าผสมโลหะอื่นทำเพลา เช่น AISI 3140, 1347, 4150 4340 เป็นต้น เพลาที่มีขนาดเป็นเส้นผ่าศูนย์กลางโตกว่า 90 mm. มักจะกลึงมาจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กกล้าคาร์บอน ซึ่งผ่านการรีดร้อนอย่างไรก็ตามเพื่อให้เพลามีราคาถูกที่สุดผู้ออกแบบควรพยายามเลือกใช้เหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดาก่อนที่จะเลือกใช้เหล็กกล้าคาร์บอนชนิดอื่น

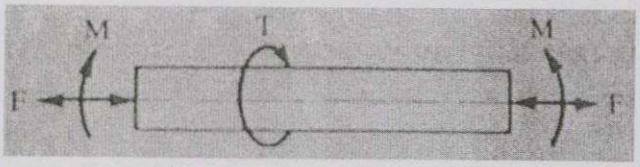
(4) ขนาดของเพลา เพื่อให้เพลามีมาตรฐานเหมือนกัน องค์การมาตรฐานระหว่างประเทศจึงได้กำหนดขนาดมาตรฐานของเพลาซึ่งมีขนาดระบุ (Nominal size) ใน ISO/R 775-1969 เอาไว้สำหรับให้ผู้ออกแบบเลือกใช้ ทั้งนี้เพื่อใช้สามารถเลือกได้ทั่วไป นอกจากนี้ยังเป็นขนาดที่สอดคล้องกับขนาดของแบริ่งที่ใช้รองรับเพลาด้วยขนาดระบุของเพลาแสดงไว้ในตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 ขนาดระบุของเพลาตามมาตรฐาน ISO/R775 – 1969

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น mm				
6	25	70	130	240
7	30	75	140	260
8	35	80	150	280
9	40	85	160	300
10	45	90	170	320
12	50	95	180	340
14	55	100	190	360
18	60	110	200	380
20	65	120	220	400

(5) หลักพิจารณาในการออกแบบเพลา การคำนวณหาขนาดเพลาที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน ดังนั้น มุมบิดของเพลาที่เกิดขึ้นในขณะใช้งานจะต้องมีค่าไม่มากกว่าที่กำหนดไว้ นั่นคือ เพลาจะต้องมีความแข็งเกร็งอยู่ภายในพิกัดที่ต้องการ ถ้ามุมบิดมากไปนอกจากจะเสียความเที่ยงตรงทางด้านตำแหน่งแล้วยังอาจก่อให้เกิดการสั่นสะเทือนมีผลให้เฟืองและแบริ่งที่รองรับเพลาอยู่เกิดความเสียหายได้ง่ายขึ้น ในทางปฏิบัติแล้วมักจะให้มุมบิดของเพลาในเครื่องจักรทั่วไปไม่เกิน 0.3 ต่อความยาวเพลา 1 เมตร สำหรับเพลาส่งกำลังทั่วไปอาจจะให้มุมบิดได้ถึง 10 ต่อความยาวเพลา 20 เท่า ของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเพลา

(6) การออกแบบเพลาตามโค้ดของ ASME ก่อนปี พ.ศ. 2497 ได้มีการยอมรับวิธีการคำนวณหาขนาดของเพลาส่งกำลังซึ่งกำหนดเป็นโค้ด (code) โดยสมาคมวิศวกรเครื่องกลแห่งสหรัฐอเมริกา ASME ก็ยังมีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป



รูปที่ 2.11 เพลาอยู่ภายใต้แรงต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการดังกล่าวนี้ใช้ทฤษฎีความแค้นเฉือนสูงสุดและไม่พิจารณาถึงความล้าหรือความแค้นหนาแน่นที่เกิดขึ้นบนเพลา ซึ่งเป็นการออกแบบโดยวิธีสถิตศาสตร์ (Static design method) ในการหาสมการสำหรับออกแบบเพลาให้พิจารณาเพลาในรูปที่ 2.5

ให้เพลาเป็นกลมและกลวง โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในและภายนอกเท่ากับ dt และ d ตามลำดับ ความเค้นต่าง ๆที่เกิดขึ้นบนเพลามีดังต่อไปนี้ คือ

ความเค้นดึงหรือกด

$$\sigma_a = \frac{4F}{\pi\left(d^2 - d_i^2\right)} \tag{2.1}$$

ความเค้นดัด

$$\sigma_b = \frac{Mc}{I} = \frac{32Md}{\pi\left(d^4 - d_i^4\right)} \tag{2.2}$$

ความเค้นเฉือน

$$\tau_{xy} = \frac{Tr}{J} = \frac{16Td}{\pi\left(d^4 - d_i^4\right)} \tag{2.3}$$

ในกรณีที่เป็นแรงกดอาจมีผลจากการโค้งงอ (Bucking) ได้ ดังนั้นสมการ (3.1) จะกลายเป็น

$$\sigma_a = \frac{4\alpha\alpha}{\pi\left(d^2 - d_i^2\right)} \tag{2.4}$$

เพลาส่วนมากจะอยู่ภายใต้ความเค้นที่เป็นวัฏจักร เพราะเพลาหมุนอยู่ตลอดเวลา นอกจากนั้นแรงที่กระทำอาจเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาก็ได้ ดังนั้นเพลาจึงเกิดความเสียกายเนื่องจากความล้าเป็นส่วนใหญ่สำหรับวิธีการคำนวณ ASME ใช้วิธีการแบบสถิตศาสตร์ ดังนั้นต้องมีตัวประกอบความล้า (Fatigue factor) มาเกี่ยวข้องด้วย

เมื่อ C_m= ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการดัด

C_t = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด

ดังนั้นสมการ (3.2) และ (3.3) จึงกลายเป็น

$$\sigma_b = \frac{32C_mMd}{\pi\left(d^4 - d_i^4\right)} \tag{2.5}$$

$$\tau_{xy} = \frac{16C_tTd}{\pi\left(d^4 - d_i^4\right)} \tag{2.6}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแค้นกดหรือความเค้นดึงรวม คือ

$$\sigma = \sigma_a + \sigma_b \tag{2.7}$$

จากทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด

$$\tau = \left[\tau_{xy}^2 + \left[\frac{\sigma}{2} \right]^2 \right]^{1/2}$$

แทนค่าสมการลงในสมการข้างบนและจัดรูปใหม่จะได้

$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau\left(1-K^4\right)} \left[\left(C_t T\right)^2 + \left[\frac{\alpha F d\left(1+K^2\right)}{8} + C_m M \right]^2 \right]^{1/2} \tag{2.8}$$

โดยที่ k = d1/d

กรณีไม่มีแรง f กระทำอยู่ด้วยสมการ (8) จะลดรูปลดลงเหลือเพียง

$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau\left(1-K^4\right)} \left[\left(C_t T\right)^2 + \left(C_m M\right)^2 \right]^{1/2} \tag{2.9}$$

ในกรณีของเพลาตัน $k = d_1/d = 0$ เมื่อแทนค่าลงในสมการ (9) ก็จะได้สมการ

$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau} \left[\left(C_t T\right)^2 + \left(C_m M\right)^2 \right]^{1/2} \tag{2.10}$$

ค่าตัวประกอบความล้าสามารถเลือกใช้ตามลักษณะของแรงที่มากระทำ ซึ่งหาดูได้จาก ตาราง 2.10

ตารางที่ 2.10 ค่าตัวประกอบความล้า

ชนิดของแรง	C_m	C_t
เพลาอยู่นิ่ง :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้า ๆ	1.0	1.0
แรงกระตุก	1.5-2.0	1.5-2.0
เพลาหมุน :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้า ๆ	1.5	1.0
แรงกระตุกอย่างเบา	1.5-2.0	1.0-1.5
แรงกระตุกอย่างแรง	2.0-3.0	1.5-3.0

สำหรับตัวประกอบความโค้งงอ ASME ได้แนะนำให้ใช้ดังนี้

$$\alpha = 1 \text{ เมื่อ F เป็นแรงดึง} \tag{2.11}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\alpha = \frac{1}{1-0.0044(L/K)} \text{ เมื่อ } \frac{L}{K} \le 115 \qquad (2.12)$$

$$\alpha = \frac{\sigma_y (L/K)^2}{\pi^2 nE} \qquad (2.13)$$

เมื่อ n = 1.00 เมื่อปลายเป็นแบบ SS

n = 2.25 เมื่อปลายเป็นแบบ CC

n = 1.6 เมื่อปลายถูกขืนเป็นบางส่วน (partially nestrairde)

L = ความยาวจริงของเพลา

นอกจากนี้โค้ดของ ASME ยังได้ระบุเอาไว้ว่า เพลาซึ่งมีใช้อยู่ในงานธรรมดาทั่วไปควรมีค่าความเค้นเฉือนใช้งานดังนี้

$\tau_d = 55 \frac{N}{mm^2}$ สำหรับเพลาที่ไม่มีร่องลิ่ม

$\tau_d = 41 \frac{N}{mm^2}$ สำหรับเพลาที่มีร่องลิ่ม

แต่ถ้ากำหนดวัสดุของเพลาที่บอกถึงหมายเลขของโลหะหรือส่วนผสมของโลหะให้ใช้ค่าความเค้นเฉือนใช้งานจากสมการ (14) โดยเลือกใช้ค่าน้อยมาคำนวณคือ

$$\tau_d = 0.3\sigma_y \text{ หรือ } \tau_d = 0.18\sigma_u \qquad (2.14)$$

และถ้าเพลามีร่องลิ่มให้ลดค่าความเค้นเฉือนการใช้งานโดยใช้เพียง 75% ของค่าสมการ (2.14)

(7) ความแข็งเกร็งทางด้านการบิด

สำหรับเพลาที่มีขนาดสม่ำเสมอ มุมบิดเป็น rad จะหาค่าได้จากสมการ

$$\theta = \frac{TL}{GJ} \qquad (2.15)$$

สำหรับเพลากลมตัน $J = \frac{\pi}{32} d^4$ ดังนั้นจึงหาค่ามุมบิดเป็นองศาได้จากการสมการ

$$\theta = \frac{584TL}{Gd^4} \qquad (2.16)$$

ถ้าเป็นเพลากลมกลวง

$$\theta = \frac{584TL}{(1-K^4)Gd^4} \qquad (2.17)$$

ฉะนั้นถ้าต้องการให้เพลามีความแข็งเกร็งตามลักษณะการใช้งานแล้วก็ควรจะใช้สมการข้างบนนี้ตรวจสอบดูมุมบิดให้อยู่ในค่าที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 ทฤษฎีการออกแบบระบบส่งกำลัง

สำหรับงานเครื่องจักรกลที่ต้องใช้มอเตอร์เป็นตัวต้นกำลังนั้น การเลือกชนิดของมอเตอร์ การกำหนดระบบส่งกำลัง การกำหนดความเร็วรอบ ฯลฯ จะมีการเจาะจงโดยเฉพาะกับเครื่องนั้นๆ ซึ่งเพื่อความเหมาะสมของแต่ละเครื่องแต่ละขั้นตอน ที่ผู้ออกแบบจะต้องศึกษาถึงระบบต่างๆ เพื่อช่วยในการออกแบบให้เครื่องนั้นมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

ระบบส่งกำลังคือการชักนำ การถ่ายกำลังจากตัวต้นกำลังจากแกนหนึ่งไปสู้อีกแกนหนึ่งซึ่งการส่งกำลังที่กระทำนี้มีทิศทางการทำงานทั้งที่ทิศทางเดียวกัน และทิศทางสวนทางกัน เป็นการช่วยเพิ่มความเร็วรอบของต้นกำลังให้มากขึ้น หรือลดความเร็วรอบต้นกำลังให้ช้าลง เป็นต้น ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวมานี้เป็นระบบส่งกำลังที่ยกเป็นตัวอย่าง ทั้งนี้เพราะระบบส่งกำลังมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน วิธีต่อไปนี้เป็นระบบส่งกำลังที่ใช้กันมากคือ 1) การส่งกำลังด้วยสายพาน 2) การส่งกำลังด้วยโซ่ 3) การส่งกำลังด้วยเฟือง ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะการส่งกำลังด้วยสายพานเท่านั้น เนื่องจากการส่งกำลังด้วยสายพานบำรุงรักษาและซ่อมแซมได้ง่าย ราคาถูกและหาได้ง่าย มีอัตราการทดรอบได้สูง ไม่มีเสียงรบกวน

การส่งกำลังด้วยสายพาน

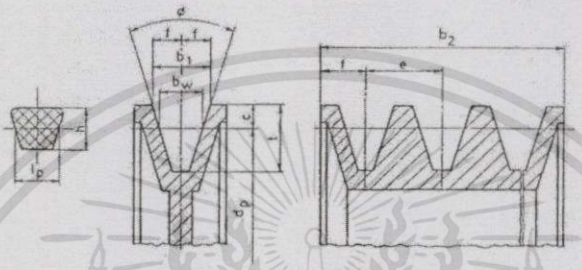
การส่งกำลังทางกลจากเพลาอันหนึ่งไปยังเพลาอีกอันหนึ่ง อาจทำได้ 3 วิธีคือ โดยใช้เฟืองใช้สายพานหรือใช้โซ่ การส่งกำลังโดยสายพานเป็นการส่งกำลังแบบอ่อนตัวได้ ซึ่งมีข้อดีและข้อเสียหลายประการเมื่อเทียบกับการส่งกำลังโดยใช้เฟือง ข้อดีก็คือ มีราคาถูกและใช้งานง่ายรับแรงกระตุกและสั่นสะเทือนได้ดี ขณะใช้งานไม่มีเสียงดังเหมาะสำหรับการส่งกำลังระหว่างเพลาที่อยู่ห่างกันมากๆ และค่าใช้จ่ายในการบำรุงต่ำ เป็นต้น แต่มีข้อเสียคือ อัตราการทดไม่แน่นอนนักเนื่องจากการสลิป และการครีพ ของสายพานและต้องมีการปรับระยะห่างระหว่างเพลาหรือปรับแรงตึงในสายพานระหว่างใช้งานนอกจากนั้นยังไม่อาจใช้งานที่อัตราทดสูงมากได้ซึ่งมักใช้กับอัตราการทดไม่เกิน 5

ชนิดของสายพานสายพานแบ่งออกเป็นสี่ชนิดตามลักษณะหน้าตัดของสายพานคือ สายพานแบน มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า สายพานลิ่ม มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูสายพานกลม มีหน้าตัดเป็นรูปวงกลม และไทม์มิงเบ็ลท์ มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู แต่จะทำเป็นร่องคล้ายฟันเฟืองตลอดความยาวของสายพาน สายพานแต่ละชนิดจะมีลักษณะในการใช้งานต่างกัน ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะสายพานแบบลิ่มที่จะนำมาใช้ในการออกแบบเท่านั้น

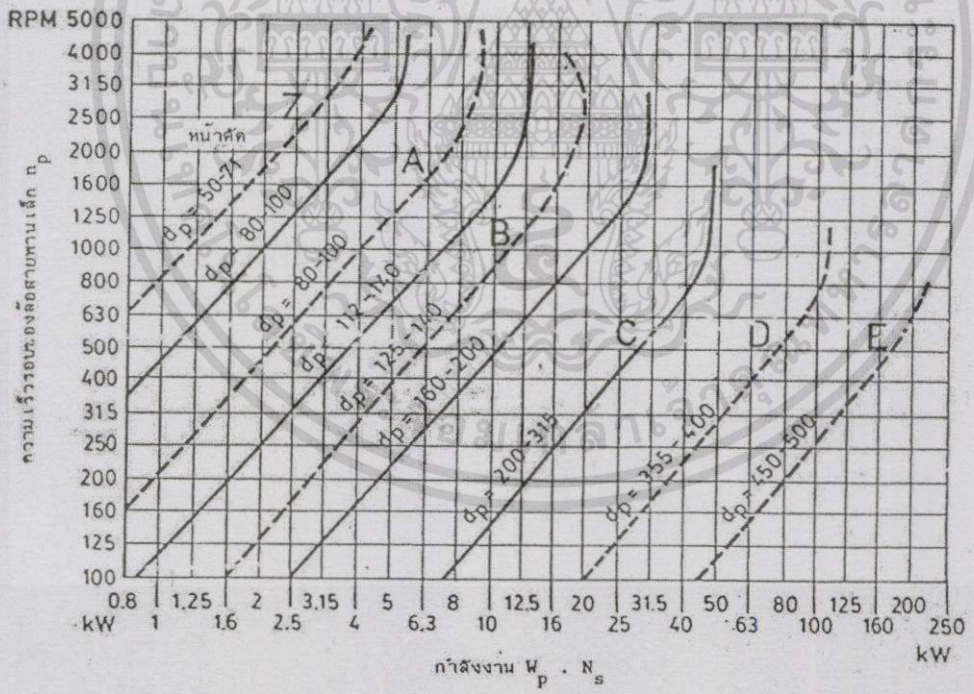
ขนาดสายพานและล้อสายพานลิ่มสายพานลิ่มมีหน้าตัดเป็นรูปลิ่ม ดังนั้นในการกำหนดขนาดจึงมักกำหนดโดยใช้ความกว้างพิตช์ และความหนาสายพานโดยใช้ตัวอักษรแทน ซึ่งแบ่งออกเป็นสายพานลิ่มแบบแคบ มีขนาด SPZ SPA SPB SPC และสายพานลิ่มแบบธรรมดา มีขนาด Y Z A B C D และ E ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะสายพานลิ่มแบบธรรมดาเท่านั้น รูปร่างหน้าตัดของสายพานแบบลิ่มและล้อสายพานดูได้จากรูปที่ 2.12 ส่วนขนาดต่างๆ ลักษณะการขับด้วยสายพาน เนื่องจากคุณสมบัติในการอ่อนตัวของสายพาน จึงอาจจัดลักษณะการขับของสายพานได้ต่างกัน ลักษณะทั่วไปที่นิยมใช้ในการขับด้วยสายพานดูได้จากรูปที่ 2.14 เมื่อต้องการขับเพลาที่อยู่ขนานกันและต้องการให้เพลาทั้งสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมุนในทิศทางเดียวกัน ก็จะทำได้ในลักษณะดังรูปที่ 2.14 (ก) ซึ่งเรียกว่าโอเพนไดรว์ และถ้าเพลาอยู่ห่างกันมากควรจะให้สายพานด้านล่างตึง และด้านบนหย่อน แต่ถ้าต้องการให้เพลาทั้งสองหมุนสวนทางกันก็ทำได้โดยใช้วิธีดังรูป 2.14 (ข) ซึ่งเรียกว่าครอสไดรว์ แต่การขับในลักษณะนี้จุดที่สายพานไขว้กันจะทำให้สายพานถูกัน ทำให้สายพานเกิดการสึกหรอมาก ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้สายพานเกิดการสึกหรอมากเกินไปจึงควรให้จุดศูนย์กลางของล้อสายพานอยู่ห่างกันไม่น้อยกว่า 20 เท่าของความกว้างสายพาน และทำงานที่ความเร็วสายพานไม่เกิน 15 เมตร/วินาที



รูปที่ 2.12 หน้าตัดสายพานลิ่มและล้อสายพาน

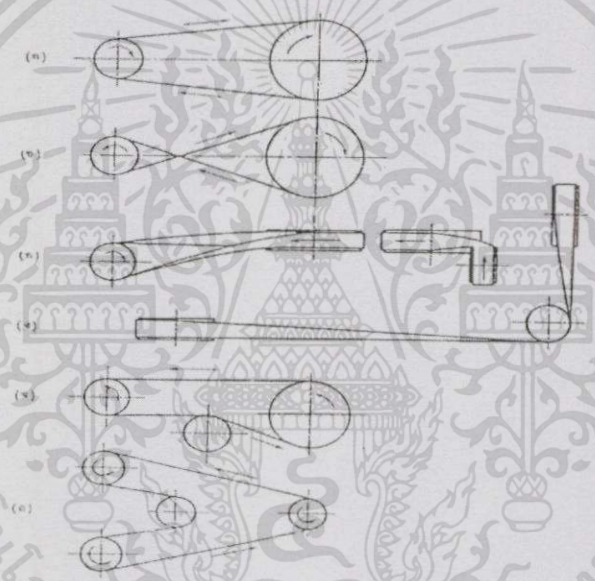


รูปที่ 2.13 แผนภูมิที่เลือกขนาดหน้าตัดของสายพานลิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

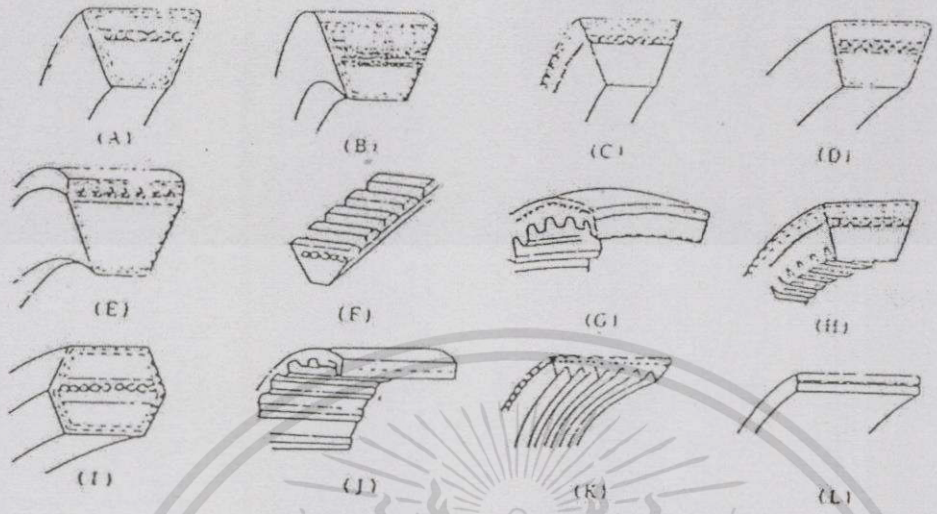
การขับแบบควอเตอร์เทอนไดรว์ ดังรูป 2.14 (ค) เมื่อเพลาทั้งสองตั้งฉากกัน เพื่อป้องกันไม่ให้สายพานหลุดออกจากล้อสายพานขณะใช้ล้อสายพานที่กว้างเพียงพอ โดยทั่วไปมักจะต้องกว้างมากกว่าความกว้างสายพานไม่น้อยกว่า 1.4 เท่า และก่อนใช้งานจะต้องทดสอบก่อนเสมอ ส่วนการขับแบบมิวล์ไดรว์ได้ ดังรูป 2.14 (ง) ใช้เมื่อเพลาทั้งสองตั้งฉากกัน แต่ไม่อาจจัดในลักษณะวอเตอร์ไดรว์ได้ หรือเมื่อต้องการให้หมุนกลับทิศทางได้

เมื่อไม่สามารถใช้ขับลักษณะโอเพ่นไดรว์ได้ เพราะส่วนโค้งสัมผัส บนล้อสายพานเล็กมีค่าน้อยเกินไป (เพราะอัตราการทดสูง และล้อสายพานอยู่ใกล้กันมาก) หรือไม่อาจทำให้สายพานตึงได้โดยวิธีอื่น ก็อาจทำได้โดยใช้ล้อช่วย ดังรูป 2.14 (จ) เป็นการช่วยให้สายพานสัมผัสกับล้อมากขึ้น ซึ่งเพิ่มกำลังที่ส่งได้ด้วย ส่วนการขับแบบริเวอสไดรว์ ใช้เมื่อต้องการส่งกำลังไปยังเพลาหลายๆ อันพร้อมกัน



รูปที่ 2.14 ลักษณะการขับด้วยสายพาน
(ก) โอเพ่นไดรว์ (ข) ครอสไดรว์ (ค) ควอเตอร์เทอนไดรว์ (ง) มิวล์ไดรว์
(จ) แสดงการขับโดยใช้ล้อช่วย (ฉ) รีเวอสไดรว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 ภาพแสดงลักษณะต่างๆ ของสายพานที่ใช้สำหรับถ่ายทอดกำลัง

(A) สายพาน-V- มาตรฐาน
(B) สายพาน-V-แบบพิเศษ
(C) สายพาน-V-ขอบต่ำ
(D) สายพาน-V-แบบใช้งานเบาๆ
(E) สายพาน-V-แบบแคบ
(F) สายพาน-V-มุมกว้าง
(G) สายพาน-V- ใช้ความเร็ว เปลี่ยนไปมา
(H) สายพานท้องฟันขอบต่ำ
(I) สายพานหกเหลี่ยม
(J) สายพานฟัน
(K) สายพานร่องสวม
(L) สายพานที่ทำจากส่วนผสมของหนังและไนลอน

ความยาวสายพาน

จากสูตร $$L = 2C + 1.57 (D + d) + (D - d)^2 / (4C)^2 \qquad (2.18)$$

เมื่อ D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางมูเล่ย์ตัวใหญ่
เมื่อ d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางมูเล่ย์ตัวเล็ก
เมื่อ C คือ ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางมูเล่ย์ทั้งสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มุมสัมผัสสายพาน

จากสูตร $\theta = 180^\circ - 2\sin^{-1}(D - d) / 2C$ (2.19)

แรงดึงสายพาน

จากสูตร $F1 / F2 = e^{f\theta}$ (2.20)

H = (F1 / F2) V

F1 = แรงดึงด้านดึงของสายพาน

F2 = แรงดึงด้านหย่อนของสายพาน

F = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างสายพานกับมูเล่ย์ มีค่า 0.35

θ = มุมสัมผัสสายพานหย่อน หน่วย rad

H = กำลังงานที่ส่งออก

V = ความเร็วสายพาน

2.9.3 กำลังขับมอเตอร์ และ มูเล่ย์

จากสูตร $Wp = 2\pi nT / 60$ (2.21)

hp = Wp / 745

T = แรงบิดที่เกิดขึ้น (N/m)

n = ความเร็วรอบของมอเตอร์ rpm

จากสูตร $D1n1 = D2n2$ (2.22)

D = เส้นผ่านศูนย์กลางมูเล่ย์

n = ความเร็วรอบ

2.9.4 สูตรคำนวณหา Torque

จากสูตร $T = Wp*60 / 2\pi n$; (N/m) (2.23)

2.9.5 ความเร็วสายพานและความเร็วของลูกนวด

จากสูตร $V = \pi Dn / 60$ (2.24)

D = เส้นผ่านศูนย์กลางมูเล่ย์ (m)

V = ความเร็วเชิงเส้น (m/s)

n = ความเร็วรอบมูเล่ย์

2.9.6 ปริมาณความชื้นเปียก (Wet basis)

จากสูตร $\%Mc\ (w.b.) = \frac{Ww}{Ww + Wd} \cdot 100$ (2.25)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.7 ปริมาณความชื้นแห้ง (dry basis)

จากสูตร $$\%Mc\ (d.b.) = \frac{Ww}{Wd} \cdot 100 \quad (2.26)$$

Ww = น้ำหนักของน้ำ

Wd = น้ำหนักของวัตถุแห้ง

2.9.8 การคำนวณสมรรถนะในการทำงานของเครื่องนวด

$$\text{Percentage of broken grain} = \frac{C}{A} \times 100 \quad (2.27)$$

เมื่อ A = B + C + D = น้ำหนักของเมล็ดตัวอย่างทั้งหมด (กรัม)

B = น้ำหนักของเมล็ดดีทั้งหมดที่ช่องทางออกเมล็ด (กรัม)

C = น้ำหนักของเมล็ดแตกทั้งหมดที่ช่องทางออกเมล็ด (กรัม)

D = น้ำหนักของเมล็ดที่ไม่ถูกนวดทั้งหมดที่ช่องทางออกเมล็ด (กรัม)

2.9.9 เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต เพื่อหาขนาดรูตะแกรง

หาเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (Geometric Mean Diameter, GMD) ของเมล็ดพริกไทยโดยการสุ่มวัดจากเมล็ดพริกไทยจำนวน 100 เมล็ด แล้วนำมาแทนค่าในสูตร

$$GMD = (abc)^{1/3} \quad (2.28)$$

เมื่อ a คือความยาว

b คือความกว้าง

c คือความหนา

2.9.10 หาแรงเสียดทานของเมล็ดพริกไทย เพื่อหามุมที่จะทำให้พริกไทยไหลออกขณะคัดแยก ทดสอบหามุมของความเสียดทานสถิตที่จะทำให้เมล็ดพริกไทยไหลบนพื้นผิวของวัสดุชนิดต่างๆ โดยใช้วัสดุ 3 ชนิดด้วยกัน คือ ไม้ เหล็กชุบสังกะสี และอลูมิเนียม เริ่มจากวางกรอบพลาสติกบนพื้นเอียง โดยใช้แผ่นกระดาษแข็งหนาประมาณ 1mm จำนวน 2 ชิ้นรองขอบของกรอบทั้ง 2 ด้านให้สูงขึ้นจากพื้น จากนั้นนำเมล็ดพริกไทยใส่ในกรอบพลาสติกจนเต็ม แล้วใช้ลูกตุ้มน้ำหนักวางทับเมล็ดพริกไทยแล้วจึงดึงแผ่นกระดาษแข็งที่รองออก เมื่อยกลูกตุ้มน้ำหนักขึ้นกรอบจะไม่สัมผัสกับพื้นเอียง หลังจากนั้นค่อยๆยกพื้นเอียงขึ้นจนกระทั่งกรอบพลาสติกและเมล็ดพริกไทยไถลลง แล้วจึงบันทึกค่ามุม ทำซ้ำ 3 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ย

2.9.11 ทฤษฎีและหลักการในการคัดแยกขนาดของเมล็ดพืช

(1) จุดประสงค์ของการคัดแยก

1.1 การคัดแยกขนาดของเมล็ดพืชที่ถูกต้องและแน่นอน จะทำให้เกษตรมีรายได้จากการขายผลผลิตทางการเกษตรเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการให้ราคาทางการค้าของเมล็ดพืชจะเปรียบเทียบ ขนาดและคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 เพื่อเป็นการส่งเสริมกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ เมล็ดพืชที่ผ่านการคัดแยกแล้ว สามารถที่จะนำมาแปรรูปได้ง่ายขึ้น และอาจทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นๆ มีคุณภาพดีขึ้น

1.3 เพื่อเป็นการส่งเสริมพันธุ์พืช เมล็ดพืชที่ผ่านการคัดแยกแล้วสามารถที่จะนำมาขยายพันธุ์ได้ดีกว่าเมล็ดพืชที่ไม่ผ่านการคัดแยกขนาด การเจริญเติบโตเร็วกว่า ทำให้เกษตรสามารถปลูกผลผลิตทางการเกษตรได้มากขึ้น

(2) พื้นฐานของการคัดแยกขนาดขึ้นอยู่กับคุณลักษณะดังต่อไปนี้

2.1 คุณลักษณะทางกายภาพ

2.1.1 ความชื้น

2.1.2 ขนาด

2.1.3 น้ำหนัก

2.1.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส

2.1.5 สี

2.1.6 รูปร่าง

2.1.7 วัตถุเจือปน

2.2 คุณลักษณะทางเคมี

2.2.1 องค์ประกอบทางเคมี

2.2.2 กลิ่นและรส

2.3 ผลิตผลที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบ ซึ่งมีผลต่อกลิ่นเหม็นหืน และปริมาณของกรดไขมันอิสระ

(3) คุณลักษณะทางชีวภาพ

3.1 ความสามารถในการงอก

3.2 ชนิดและจำนวนความเสียหายที่เกิดขึ้นจากแมลง

3.3 ชนิดและจำนวนความเสียหายที่เกิดขึ้นจากเชื้อรา

3.4 จำนวนเชื้อแบคทีเรีย

หลังจากที่มีการทำการคัดแยกเมล็ดพืชแล้ว จำเป็นต้องมีการควบคุมคุณภาพของเมล็ด พืชมีคุณภาพที่ดีเพื่อลดการสูญเสียก่อนนำไปแปรรูปต่อไป โดย

การควบคุมระบบการเก็บรักษา ได้แก่

- การควบคุมอณหภูมิ
- การควบคุมความชื้นสัมพัทธ์
- การควบคุมเวลาในการเก็บรักษา
- การควบคุมแมลง นก และหนูที่จะเข้าไปทำลายเมล็ดพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การป้องกันและยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ได้แก่

- การรมควัน
- การทำความเย็น
- การให้ความร้อน
- การใช้สารเคมี

การส่งเสริมคุณลักษณะทางกายภาพให้ดีขึ้น ได้แก่

- การเปลี่ยนแปลงและการรักษาความชื้น
- การแยกวัตถุปนเปื้อนออกมา
- การคัดแยกคุณภาพ

2.2.12 วิธีการแยกขนาดเมล็ดพืช

วิธีการแยกขนาดเมล็ดพืช มีหลายลักษณะขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของเมล็ดพืชแต่ละชนิด แต่วิธีการคัดแยกที่นิยมใช้ดังนี้

(1) โดยการใช้ลักษณะของผิวสัมผัสที่แตกต่างกันของเมล็ด ลักษณะของผิวสัมผัสของเมล็ดพืชสามารถนำมาใช้ในการคัดแยกได้ เมื่อใช้วิธีการอื่นๆแล้วไม่ได้ผล โดยส่วนมากมักจะแยกเมล็ดที่มีผิวหยาบที่ปะปนอยู่ออกจากเมล็ดที่มีขนาด รูปร่าง และความหนาแน่น เหมือนกัน

(2) โดยการแยกสิ่งเจือปนออกจากเมล็ดพืช สิ่งเจือปนที่ปนเปื้อนมากับเมล็ดพืช เช่น หิน ดิน ทราย กรวด หญ้า ชิ้นส่วนของโลหะ และสิ่งเจือปนอื่นๆ จำเป็นที่จะต้องมีการแยก ออกจากเมล็ดพืชหรือผลผลิต เพื่อที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์ชุดท้ายที่ได้คุณภาพ และปริมาณสูงสุด นอกจากสิ่งปนเปื้อนที่ปนอยู่ในเมล็ดพืชจะทำให้ผลิตภัณฑ์คุณภาพต่ำแล้ว สิ่งเจือปนจำพวกหินและ เศษโลหะยังจะไปทำลายเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต และจะส่งผลไปยังยังผลิตภัณฑ์สุดท้าย ซึ่งจะทำให้ ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค และการนำมาใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์

โดยส่วนมากแล้วสิ่งเจือปนขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก จะแยกออกจากเมล็ดในระหว่างทำความสะอาด และการแยกขนาดเบื้องต้นยังมีสิ่งเจือปนเหล่านี้เหลืออยู่ การใช้เครื่อง แยกขาดโดยการใช้แรงโน้มถ่วง เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถใช้แยกสิ่งปนเปื้อนออกไปได้ ซึ่งจะให้ประสิทธิภาพสูงพอสมควร สิ่งเจือปนประเภทโลหะหนัก และโลหะชนิดอื่นๆ สามารถแยกออกได้โดยใช้เครื่องแยกแบบแม่เหล็กไฟฟ้า ก้อนกรวด และก้อนหินที่พบในผลิตผลซึ่งมีขนาด รูปร่าง และความหนาแน่น เท่ากับเมล็ดพืชจะไม่สามารถทำการคัดแยกแบบวิธีธรรมดาทั่วไปได้ การแยกขนาดสิ่งปนปื้อน เหล่านี้สามารถทำได้ โดยการใช้ลูกกลิ้งยางสองลูก ซึ่งมีช่องห่างของลูกกลิ้ง เพียงพอที่จะลดขนาด ของก้อนกรวด ดิน ลงได้ ผสมกันกับการใช้ตะแกรง การดูดลม หรือวิธีการอื่นๆ ในกรณีที่ขนาด ของก้อนกรวดดินแข็งมากเกินไปจนทำการบดลดขนาดไม่ได้ ก็สามารถใช้เครื่องแยกขนาดโดยใช้ลักษณะของผิวสัมผัสได้

(3) การเป่าลมโดยผ่านอนุภาคของเมล็ดพืช การเป่าลมผ่านเมล็ดพืชพื่อจะทำให้เมลดพืชแขวนลอยลอยอยู่ในอากาศซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้ จะเหมือนกับกระบวนการ Fluidized - bed (ฟลูอิดไดซ์เบด) ความเร็วของลมที่เป่าผ่านชั้นของเมล็ดของเมล็ดพืชอาจจะน้อยกว่าความเร็ว สุดท้ายของเมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พืชที่ตกโดยอิสระในอากาศ สภาพของฟลูอิดไดซ์เบดนี้เป็นสภาพซึ่งอยู่กึ่งกลาง ระหว่างสภาพชั้นนิ่งและสภาพถูกพัดพาด้วยอากาศ สาเหตุที่ใช้คำว่าฟลูอิดไดซ์เบดกับปรากฏการดังกล่าวนี้ก็เพราะว่าในขณะที่เกิด กระบวนการฟลูอิดไดซ์เซชั่นนั้น เมล็ดพืชที่บรรจอยู่ในถังซึ่งมีน้ำหนักเบาจะเคลื่อนไหวในลักษณะของการแขวนลอย และมีคุณสมบัติในการไหลคล้ายกับของเหลว เมื่อมองจากภายนอกจะเห็นว่าที่ผิวของฟลูอิดไดซ์เบดจะมีลักษณะคล้ายของเหลวที่กำลังเดือด ถ้าหากเพิ่มความเร็วลมที่เป่าผ่านชั้นของเมล็ดพืชให้สูงขึ้นจนเกินความเร็วสุดท้ายของการตกอย่างอิสระของเมล็คพืชเดี่ยว เมล็ดพืชก็จะถูกเป่าลอยปลิวไปกับลมทั้งหมด ความหนาแน่น และน้ำหนักจำเพาะของเมล็ดพืชมีผลกระทบอย่างมากต่อความเร็วสุดท้ายของการตกอย่างอิสระของเมล็ดพืช และมีปัจจัยอยู่บางอย่างที่ต้านทานการไหลของลมที่เป่า เช่น รูปร่าง และลักษณะของผิวสัมผัสของเมล็ดพืช

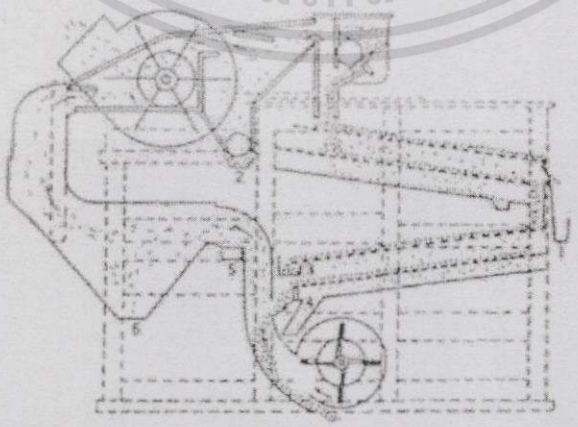
2.2.13 ชนิดของเครื่องแยกขนาดเมล็ดพืช

เครื่องแยกขนาดเมล็ดพืชในปัจจุบันมีหลายแบบขึ้นอยู่กับชนิดของเมล็ดพืช ภูมิประเทศ และความเป็นอยู่ของเกษตร เกษตรในประเทศที่มีเทคโนโลยีสูงอาจใช้เครื่องมือที่มีระบบอัตโนมัติในการแยกขนาด ส่วนประเทศที่กำลังพัฒนาอย่างประเทศไทย จะทำการคัดแยกขนาดโดยเครื่องคัดแยก**แบบ**ง่ายๆ มีราคาถูก เครื่องคัดแยกขนาดเมล็ดพืชที่ใช้กันใน ประเทศ และต่างประเทศในปัจจุบันแบ่งออกเป็นแบบหลักๆ ดังนี้

(1) ตะแกรงแยกขนาด (รูปที่2.16) นิยมใช้กันมากที่สุดในการคัดแยกเมล็ดพืช ตะแกรงที่ใช้จะติดตั้งร่วมกับการเป่าลมจึงจะทำให้การทำความสะอาด และการแยกขนาดเมล็ดพืช สมบูรณ์แบบมากที่สุด

จำนวนชั้นของตะแกรงที่ใช้จะใช้ชั้นเดียว หรือหลายชั้นก็ได้ขึ้นอยู่กับลักษณะ และชนิดของเมล็ดพืช ตะแกรงจะมีการสั่นอย่างแรงตามแนวราบ และจะมีการสั่นเพียงเล็กน้อยใน แนวดิ่ง

การผสมผสานระหว่างการสั่นทั้งสองแบบนี้จะทำให้เมล็ดพืชหล่นลงไปตามรู ตะแกรงแต่ละชั้น ซึ่งรูของตะแกรงนี้จะมีขนาดแตกต่างกัน จะเรียงลำดับจากรูตะแกรงขนาดใหญ่ไป ยังรูตะแกรงขนาดเล็ก โดยทั่วไปตะแกรงจะมีลักษณะเป็นรูกลม รูสามเหลี่ยม และรูสี่เหลี่ยม



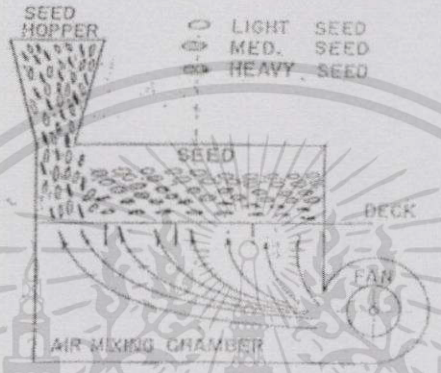
รูปที่ 2.16 ลักษณะของตะแกรงคัดแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) เครื่องแยกขนาดโดยใช้ลม (รูปที่ 2.17) เครื่องแยกขนาคโดยใช้ลมในการ แยกขนาดของเกษตร หรือในโรงงานผลิตเมล็ดพืชขนาดเล็ก จะมีการเลือกใช้ตะแกรงและพัดลมที่ เหมาะสมเพื่อแยกเอาพวกเศษฟาง และสิ่งปนเปื้อนและเมล็ดลีบออกไป การแยกขนาดโดยใช้ลมเป่ามี 2 วิธี คือ

ก) โดยใช้การเป่าลมผ่านเมล็ดพืชซึ่งลมจะมาทางช่องลมออกในใบพัดลม

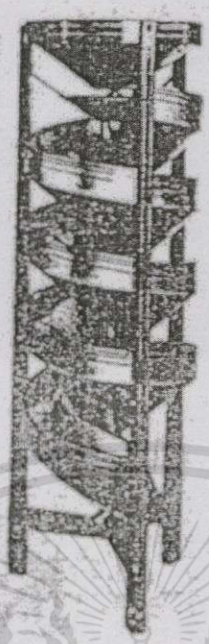
ข) โดยการดูดลมผ่านเมล็ดพืช ซึ่งลมจะเข้าทางช่องสำหรับปล่อยลมออกในพัดลม หรือเรียกว่าการสูบอากาศ



รูปที่ 2.17 ภาพตัดขวางของเครื่องคัดแยกโดยใช้ลม

(3) เครื่องแยกขนาดแบบบันไดเวียน (รูปที่ 2.18) เมล็ดพืชที่จะทำการแยก ขนาดในเครื่องแยกขนาดชนิดนี้จะอยู่บนพื้นฐานความแตกต่างของลักษณะรูปร่างของเมล็ดพืช เมล็ดพืชที่จะทำการแยกขนาดจะใส่ไว้ในวงก้นหอยบนสุดของเครื่อง เมล็ดพืชที่มีรูปร่างเป็นทรงกลมในส่วนผสมจะหมุนลงด้วยความเร็ว ซึ่งความเร็วของการหมุนจะค่อยๆเพิ่มขึ้น จนกระทั่งมีแรงเหวี่ยงเพียงพอที่จะทำให้หมุนขึ้นและพ้นขอบของวงก้นหอยไปได้ เมล็ดพืชจะออก จากวงและหมุนไปที่ส่วนล่างของเครื่องและจะถูกปล่อยออกไป เมล็ดพืชที่มีรูปร่างไม,กลมจะมีความเร็วของการหมุนไม่เพียงพอที่จะพ้นช่องปล่อยเหนือขอบของวงก้นหอย มันจะถูกปล่อยในวงถัดไปจนกระทั่งมีแรงเหวี่ยงที่เพียงพอจะทำให้หมุนพ้นขอบไปได้

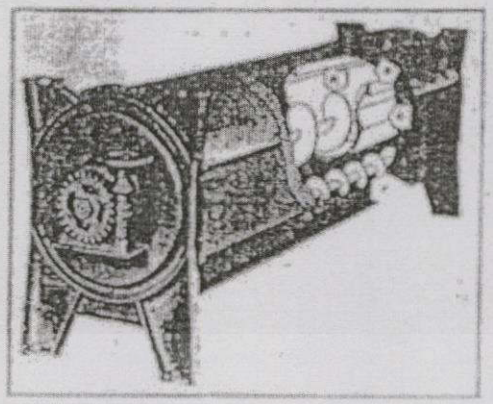
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

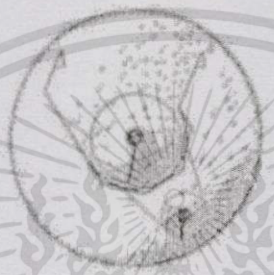


รูปที่ 2.18 เครื่องคัดแยกขนาดแบบบันไดเวียน

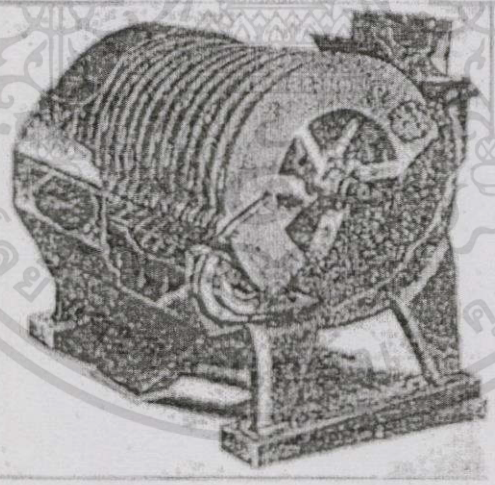
(4) เครื่องคัดแยกขนาดแบบจานและแบบทรงกระบอก (รูปที่ 2.19 และ 2.20) เครื่องคัดแยกขนาดแบบทรงกระบอกจะประกอบท่อทรงกระบอกในแนวดิ่ง ซึ่งผิวของท่อ ทรงกระบอกจะทำให้เป็นรอยเว้า มีลักษณะเป็นครึ่งทรงกลม เพื่อที่จะใช้รองรับเมล็ดพืชจาก ส่วนผสมในท่อทรงกระบอก (แสดงไว้ในรูปที่2.20) เมล็ดพืชที่มีขนาดใหญ่และยาวจะหมุนออก จากรอยเว้าก่อนที่จะลอยตัว และหล่นออกมาจากช่องแยกขนาด ส่วนเมล็ดที่มีขนาดเล็กและสั้นจะใช้ ระยะทางในการยกตัวมากขึ้น เพื่อที่จะหล่นลงมา และจะกองรวมกันที่กลางรอยเว้าในการเคลื่อนที่ ออก การแยกขนาดจะทำบนพื้นฐานความยาวของเมล็ดที่แตกต่างกันซึ่งมีความยาว ซึ่งมีผลต่อการ แยกขนาด เช่น เมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอมที่มีความยาวและอยู่ในรูปของแท่งไม้ หรือใบไม้ รอยเว้าของผิวทรงกระบอกจะไม่สามารถรองรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 2.19 เครื่องคัดแยกขนาดแบบทรงกระบอก



รูปที่ 2.20 เครื่องคัดแยกขนาดแบบจานแยก

2.2.14 การแยกขนาดของเมล็ดพืชโดยใช้แรงโน้มถ่วง

เมล็ดพืชที่ต้องการ และสิ่งเจือปนในเมล็ดพืชมักจะมีขนาด รูปร่าง และลักษณะของเยื่อหุ้มเมล็ดเหมือนกับเมล็ดพืชที่ดีและเป็นที่ต้องการ เมล็ดพืชที่เสียและสิ่งเจือปนเหล่านี้ไม่สามารถที่จะแยกออกจากเมล็ดพืชที่ได้ด้วยวิธีทั่วไป เช่น ตะแกรงลมคัดขนาด แม่เหล็กไฟฟ้าหรือ เครื่องแยกขนาดแบบธรรมดาได้ ถึงอย่างไรก็ตามเมล็ดพืชที่เสียและสิ่งเจือปนก็มีข้อแตกต่างในด้านของน้ำหนัก และความถ่วงจำเพาะจากเมล็ดพืชที่ดี ยกตัวอย่าง เช่น เมล็ดพืชที่ถูกแมลงทำลายจะมีขนาดเหมือนกับเมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พืชที่ไม่ถูกแมลงทำลาย แต่จะมีน้ำหนักน้อยกว่า เนื่องจากโครงสร้างภายในถูกแมลงทำลาย เมล็ดพืชที่ถูกเชื้อราทำลายจะผุและลีบ จะมีขนาดเหมือนกับเมล็ดที่ดี แต่จะมีความถ่วงจำเพาะต่ำและมีน้ำหนักเบา

สิ่งเจือปนในเมล็ดพืชเช่น ก้อนกรวด ก้อนดิน ทราย และเศษโลหะต่างๆมักจะมีขนาดใหญ่ และจะแยกออกจากเมล็ดในการทำความสะอาดเบื้องต้น แต่ถ้าสิ่งปนเปื้อนเหล่านี้มีขนาดและรูปร่างเหมือนกับเมล็ดที่ดี ในการทำความสะอาดเบื้องต้นจะไม่สามารถแยกออกไต้โดยส่วนมากแล้ว สิ่งปนเปื้อนจะมีน้ำหนักมากหรือน้อยกว่าเมล็ดพืช ในการพิจารณาว่าสิ่งปนเปื้อนจะมีน้ำหนักมาก หรือน้ำหนักน้อยจะพิจารณาจากความแตกต่างของโครงสร้าง ลักษณะรูปร่าง และองค์ประกอบทางเคมี การแยกสิ่งปนเปื้อน และการแยกขนาดของเมล็ดพืชที่มีความแตกต่างกันในด้านน้ำหนัก และ ความถ่วงจำเพาะ สามารถแยกได้โดยเครื่องแยกโดยแรงโน้มถ่วง

2.2.15 เครื่องแยกด้วยแรงโน้มถ่วง

ชนิดและรูปร่างของเครื่องแยกคัดขนาดโดยแรงโน้มถ่วงมีอยู่หลายแบบขึ้นอยู่กับการใช้งาน เช่น

- เครื่องขนาดเล็กจะใช้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชในการขายไต้
- เครื่องขนาดกลาง เหมาะสำหรับคนขายเมล็ดพันธ์ที่จะใช้ เพราะสามารถที่จะจำกัดขนาดของเมล็ดพืชในการขายไต้
- เครื่องขนาดใหญ่ จะใช้ประกอบกับเครื่องจักรอื่นๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต

ในตอนเริ่มต้น เครื่องแยกขนาดโดยแรงโน้มถ่วงไม่ไต้ถูกออกแบบมาเพื่อที่จะใช้แยก เมล็ดพืช แต่ในอุตสาหกรรมแยกแร่ ต่อมามีการพัฒนามาเรื่อยๆจนสามารถใช้กับการแยกเมล็ดพืชไต้ เมล็ดพืชที่จะทำการแยกจะเป็นพวกเมล็ดถั่ว และเมล็ดกาแฟเป็นส่วนใหญ่

(1) ส่วนประกอบของเครื่อง เครื่องแยกขนาดโดยแรงโน้มถ่วง มีส่วนประกอบดังนี้

1) ฐานและโครงสร้างของเครื่อง
2) พัดลม
3) ปล่องลม หรือ ท่อลม
4) ตะแกรง
5) ที่ป้อนเมล็ดพืช
6) ระบบขับเคลื่อน
7) ส่วนปล่อยเมล็ดพืชออก

- ฐานและโครงสร้างของเครื่อง

ฐานและโครงสร้างของเครื่องแยกขนาด โดยแรงโน้มถ่วงจะถูกสร้างขึ้นมาเป็น ส่วนเดียวกัน ส่วนของฐานจะสร้างให้แข็งแรง เพื่อใช้ในการติดตั้งระบบขับเคลื่อน เช่นระบบโยก ของตะแกรง ถ้าฐานของเครื่องไม่แข็งแรงและไม่ตรงและจะทำให้การสั่นของตะแกรงผิดพลาดไปซึ่งจะทำให้การแยกขนาดผิดไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงของเครื่องจะสร้างขึ้นมาเพื่อติดตั้งส่วนอื่นๆของเครื่อง เช่น ปล่องลม พัดลม และตะแกรง

- พัดลม

พัดลมที่ใช้ในเครื่องแยกขนาดโดยแรงโน้มถ่วง อาจจะใช้ตัวเดียวหรือหลายตัวก็ ได้ เพื่อที่จะเป่าลมเข้าไปในปล่องลม ซึ่งปล่องลมนี้จะติดตั้งอยู่ใต้ผิวด้านล่างของตะแกรงโดยปกติ แลวพัดลมจะติดตั้งอยู่บนเพลาภายในโครงของปล่องลม

การไหลของลมสามารถควบคุมได้โดยการใช้ลูกบิด ข้อเหวี่ยง หรือกันโยก ซึ่งจะเปิดหรือปิดท่อจ่ายลมให้กับพัดลม การจ่ายลมของพัดลมแต่ละตัวสามารถควบคุมการแยกขนาดใน เครื่องแยกขนาดได้ การใช้พัดลมหลายตัวจะทำให้การแยกขนาดดีกว่าการใช้พัดลมเพียงตัวเดียว

- ปล่องลม

ลักษณะของปล่องลมในเครื่องแยกจะเป็นปล่องสี่เหลี่ยม ลมจะออกไม่ได้และมี ลักษณะไม่ยาวมากนัก จะติดตั้งอยู่ภายในโครงสร้างและอยู่ใต้ตะแกรง แรงลมที่เป่าเข้าไปในปล่องลม จะทำให้เกิดแรงดันสถิตขึ้นภายในปล่องลม และจะทำให้ลมกระจายเคลื่อนที่ขึ้นไปตามรูของตะแกรง

- ตะแกรง

ตะแกรงที่ใช้จะมีน้ำหนักเบา และสามารถเปลี่ยนโครงได้เพื่อให้ผิวของตะแกรง เหมาะสมกับการแยกเมล็ดแต่ละชนิด ตะแกรงจะติดตั้งอยู่เหนือผนังด้านในของปล่องลม หรือติดตั้ง อยู่เหนือส่วนที่ยืดหดได้ของปล่องลม ระหว่างข้างของตะแกรงกับปล่องลมจะมีการป้องกันไม่ให้รั่ว ออกมาได้ การติดตะแกรงกับปล่องลมจะใช้สกรูยึด หรือหมุดยึดซึ่งสามารถที่จะเปลี่ยนตะแกรงได้ เมื่อเกิดการชำรุด หรือผิวไม่เหมาะสมกับการกัดแยก ทุกด้านของตะแกรงจะมีกระบะกัน ยกเว้นส่วน ปล่อยเมล็ดพืชออก เป็นส่วนที่กองเมล็ดพืชไว้ จนกระทั่งเมล็ดพืชแผ่ออกไปยังส่วนปล่อยเมล็ดพืชออก

ตะแกรงที่ใช้จะเป็นแผ่นเหล็กเจาะรู ซึ่งมีขนาดของรูแตกต่างกัน และลมสามารถ เคลื่อนที่ผ่านไปได้ เพื่อให้ลมมีการกระจายออกสม่ำเสมอบนผิวของตะแกรง จึงมีการติดแผ่นกั้นบน ผิวของตะแกรง หรือจะติดแผ่นกันบนผิวของตะแกรง หรือจะติดแผ่นกันเหนือทางออกของลมใน ปล่องลมก็ได้

ตะแกรงจะสั่นไปมาอยู่ส่วนบนของเครื่อง การป้อนเมล็ดที่ป้อนนี้จะป้อนเมล็ดพืชออกเกิดการแยกขนาดขึ้น และจะเคลื่อนที่ออกไปตามช่องปล่อยเมล็ดพืชที่ป้อนเมล็ดพืช

- ที่ป้อนเมล็ดพืช

เมล็ดพืชจะไหลจากกังเก็บขนาดใหญ่มาส่วนที่ป้อน ซึ่งส่วนที่ป้อนนี้จะป้อนเมล็ดพืชลงบนมุมของตะแกรงด้านที่ตรงข้ามกับส่วนปล่อยเมล็ดพืชออก การป้อนเมล็ดพืชจะเป็นรูปแบบเดียวกัน และอัตราการป้อนเมล็ดพืชสามารถปรับให้แตกต่างกันได้

- ระบบขับเคลื่อน

ระบบขับเคลื่อนตะแกรงจะใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลัง ใช้สายพานเป็นตัวส่งผ่านกำลังและใช้ลูกเบี้ยวเป็นตัวขับตะแกรง ตะแกรงจะเคลื่อนที่กลับไปกลับมาอย่างรวดเร็วความเร็วของการสั่นของตะแกรงสามารถควบคุมได้โดยการปรับความเร็วของตัวขับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่วนปล่อยเมล็ดพืชออก

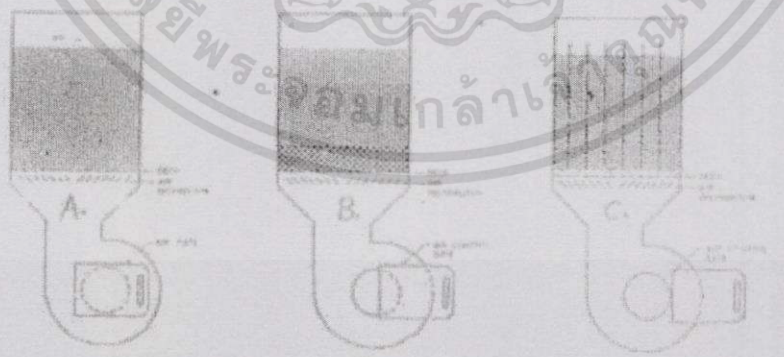
(1) ส่วนปล่อยเมล็ดพืชออกจะทำเป็นช่องปล่อย ซึ่งสามารถปรับได้ตลอดแนวความ กว้างของส่วนปล่อยเมล็ดพืชบนตะแกรง ช่องปล่อยเมล็ดพืชขึ้นอยู่กับขนาดที่แยกได้ และขนาดที่ ต้องการของผู้ใช้เครื่อง

(2) หลักการแยกขนาดของเครื่อง ลักษณะและโครงสร้างของเครื่องแยกขนาด โดยแรงโน้มถ่วงจะพิจารณาประกอบกันระหว่างความชำนาญของผู้ใช้ในการควบคมกิจกรรมต่างๆ กับการสร้างเงื่อนไขแคบขึ้นเหนือบริเวณพื้นผิวของตะแกรงซึ่งมีผลต่อการแยกขนาดเมล็ดพืชซึ่งแตกต่างกันในด้านน้ำหนักจำเพราะหรือความหนาแน่น

การแยกขนาดของเมล็ดพืชที่แตกต่างกันในด้านน้ำหนักจำเพราะจะเกี่ยวพันกันสองขั้นตอนคือ ขั้นตอนแรกเมล็ดพืชที่ผสมกันอยู่เมื่อปล่อยลงบนตะแกรงจะเกิดการแบ่งชั้นในแนวตั้งซึ่งเมล็ดพืชที่มีน้ำหนักมากจะอยู่ที่ส่วนล่าง ส่วนเมล็ดพืชที่มีน้ำหนักน้อยจะอยู่ที่ส่วนบน และขั้นที่สองชั้นของ เมล็ดพืชที่แตกต่างกันในด้านน้ำหนักจำเพราะจะแยกออกจากกันและการเคลื่อนที่ไปตามแนวความยาวของตะแกรงก็จะมีทิศทางที่แตกต่างกันไปจนถึงช่วงปล่อยเมล็ดพืชออก

- การแบ่งชั้นของเมล็ดพืช

ในการป้อนเมล็ดพืชลงบนตะแกรงจากการที่ป้อนเมล็ดพืชเมื่อทำการเป่าลมผ่านรู ตะแกรงผ่านชั้นเมล็ดพืช แรงลมที่เป่านี้จะทำให้เกิดลักษณะฟลูอิดไดซ์เบด ดังนั้นลักษณะการไหลของเมล็ดพืชจะคล้ายกับการไหลของของเหลวซึ่งจะสังเกตได้ความเร็วของอากาศที่เป่าสามารถทำการปรับความเร็วได้ ดังนั้นเมล็ดพืชที่มีน้ำหนักน้อยในส่วนผสมของเมล็ดพืชจะยกตัวและลอยตัวขึ้น เหนอพื้นผิวด้านบนของตะแกรง ส่วนเมล็ดพืชที่มีน้ำหนักมากจะไม่ยกตัวขึ้นจะเกิดเป็นแนวขึ้นบนพื้นผิวตะแกรง ซึ่งเมล็ดพืชจะมีการแบ่งชั้นในแนวตั้ง ขึ้นอยู่กับการลดลงของน้ำหนักจำเพาะของเมล็ดพืชจากล่างขึ้นมาบนผิวของตะแกรง (รูปที่ 2.21)



รูปที่ 2.21 แสดงการแบ่งชั้นของเครื่องแยกขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A) เมล็ดพืชที่ผสมกันถูกป้อนลงบนตะแกรงเจาะรู

B) การเป่าลมในอัตราที่ถูกต้องจะทำให้เมล็ดเกิดการแบ่งชั้นในแนวตั้งขึ้น เมล็ดพืชที่มีน้ำหนักเบาจะอยู่ที่ส่วนบนและเมล็ดพืชที่มีน้ำหนักมากจะอยู่ส่วนล่าง

C) การเป่าลมในอัตราที่มากเกินไปจะทำลายการแบ่งชั้นของเมล็ดพืช

D) ลักษณะเฉพาะของเมล็ดพืชจะสัมพันธ์กับความเร็วสุดท้ายของเมล็ดพืชและปริมาณลมที่เป่าจะเป็นตัวกำหนดการลอยตัวของเมล็ดพืชเข้าไปในชั้นที่อยู่ข้างบน หรือปริมาณของเมล็ดพืชที่เหลืออยู่บนผิวของตะแกรง ถ้าความเร็วของลมมากกว่าความเร็วสุดท้ายของเมล็ดพืช เมล็ดพืชนั้นจะไม่ยกตัวแต่จะหล่นลงไปบนพื้นผิวของตะแกรงในกรณีที่ความเร็วของลมที่เป่าเท่ากับ ความเร็วสุดท้ายของเมล็ดพืช จะทำให้เมล็ดพืชกระจัดกระจายบนผิวของตะแกรงซึ่งจะไม่ทำให้เกิดการแยกขนาดขึ้น

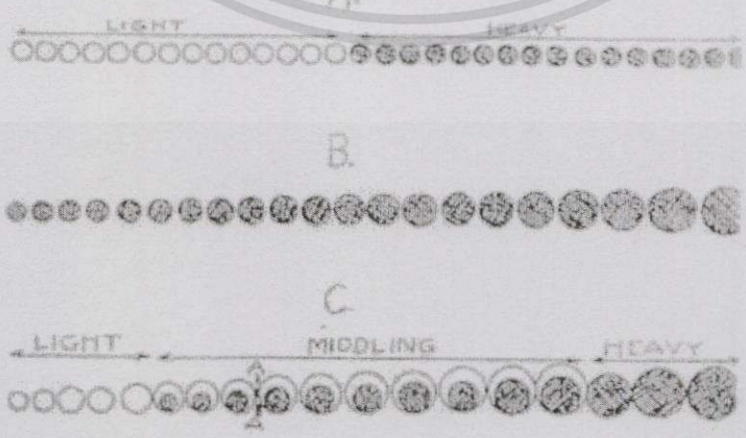
ความเร็วสุดท้ายของเมล็ดพืชขึ้นอยู่กับความหนาแน่นหรือน้ำหนักจำเพาะของเมล็ดพืช ในกรณีที่เมล็ดพืชมีความหนาแน่นเท่ากัน ความเร็วสุดท้ายจะพิจารณาจากขนาดซึ่งมีผลต่อน้ำหนักรวมของเมล็ดพืช มีเมล็ดพืชบางชนิดที่ลักษณะของรูปร่าง และลักษณะของผิวสัมผัสที่ต้านลมมีที่เป่าซึ่งมีผลต่อความเร็วสุดท้ายของเมล็ดพืช

ขนาดและน้ำหนักจำเพาะเป็นสิ่งแรกที่มีผลต่อความเร็วสุดท้ายของเมล็ดพืช ซึ่งความเร็วสุดท้ายนี้จะสัมพันธ์กับการแบ่งชั้นและการแยกขนาดในการแยกขนาดของเมล็ดพืชในเครื่องแยกขนาดโดยแรงโน้มถ่วงได้ดังนี้ คือ (รูปที่ 2.22)

1. เมล็ดพืชที่มีขนาดเท่ากันจะแบ่งชั้นและแยกขนาดออกจากกันโดยอาศัย ความแตกต่างของน้ำหนักจำเพาะ

2. เมล็ดพืชที่มีน้ำหนักจำเพาะเท่ากัน จะแบ่งชั้นและแยกขนาดออกจากกัน โดยอาศัยความแตกต่างของขนาด

3. ถ้าในส่วนผสมของเมล็ดพืชมีความแตกต่างกันทั้งขนาดและอาศัยน้ำหนักจำเพาะ จะไม่สามารถทำการแบ่งชั้นและแยกขนาดของเมล็ดพืชออกจากกันได้



รูปที่ 2.22 หลักการแยกขนาดโดยแรงโน้มถ่วงโดยแรงโน้มถ่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A) เมล็ดพืชที่มีขนาดเท่ากันแต่แตกต่างกันในด้านน้ำหนักจำเพาะจะแยกจากกัน โดยอาศัยน้ำหนักจำเพาะนี้

B) เมล็ดพืชที่มีน้ำหนักจำเพาะเท่ากันแต่ต่างกันในด้านขนาด จะแยกจากกันโดยอาศัยขนาด

C) เมล็ดพืชที่แตกต่างกันทั้งในด้านของขนาดและความถ่วงจำเพาะไม่สามารถที่จะทำการแยกขนาดได้

การแยกขนาดของเมล็ดพืช

หลังจากที่เมล็ดพืชมีการแบ่งชั้นอย่างสมบูรณ์ถูกต้อง ในแนวตั้งโดยอาศัยความแตกต่างของน้ำหนัก ชั้นเหล่านี้จะมีการเคลื่อนที่เป็นส่วนๆและจะทำให้เกิดการแยกขนาดขึ้นดังนั้น ช่องปล่อยเมล็ดพืชออกจึงต้องทำลายช่อง ประกอบกับความชันของตะแกรงและการเคลื่อนที่ของชุดตะแกรงที่ใช้ในการแยกชั้นของเมล็ดพืช

ตะแกรงสามารถจะปรับเปลี่ยนความชันให้เหมาะสมได้ สองทิศทางคือ ความชันปลาย หมายถึง ความชันจากส่วนป้อนเมล็ดพืชไปถึงส่วนปล่อยเมล็ดพืชและความชันดานข้าง หมายถึง ความชันจากข้างที่ต่ำไปข้างที่สูงของส่วนปล่อยเมล็ดพืชออก ความชันด้านปลายจะมีผลต่อความเร็วของการเคลื่อนที่ของเมล็ดพืชไปตามตะแกรงจนถึงส่วนปล่อยเมล็ดพืชออกความชันด้านข้างจะเป็นตัวกำหนดความเอียงหรือความชันของการเคลื่อนที่ของเมล็ดพืชที่จะทำการแยกขนาด

เมื่อเมล็ดพืชเคลื่อนที่ไปบนตะแกรง แรงจากความชันด้านข้างจะทำให้เมล็ดพืชไหลขึ้นไปตามความเอียงของพื้นผิวตะแกรงเมล็ดพืชที่มีน้ำหนักเบาจะแขวนลอยอยู่ในอากาศและจะไม่สัมผัสกับผิวของตะแกรง เมล็ดเหล่านี้จะไถลมาข้างที่ต่ำของตะแกรงภายใต้อิทธิพลของแรงโน้มถ่วง ถ้ามีการปรับส่วนต่างๆ ให้ถูกต้องสมบูรณ์แล้วเมล็ดพืชที่มีน้ำหนักเบาทั้งหมดจะไหลมาทางข้างที่ต่ำของตะแกรง ก่อนที่จะแผ่ออกไปช่องปล่อยเมล็ดพืชออก

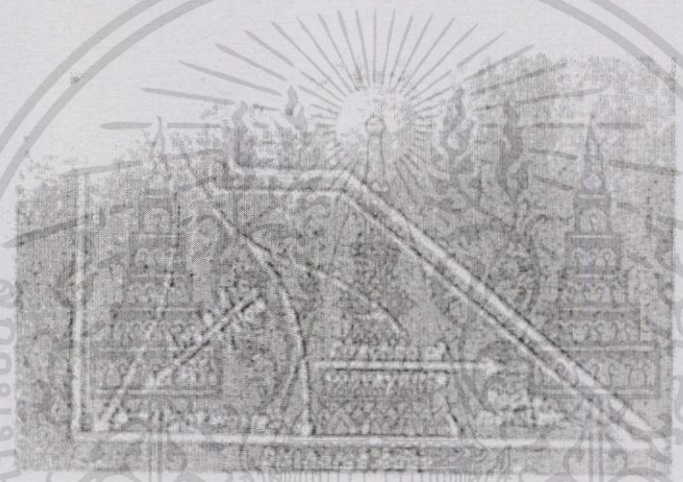
การสั่นของลูกเบี้ยวจะทำให้ตะแกรงเคลื่อนที่กลับไปกลับมา และจะทำให้เมล็ดพืชที่มีน้ำหนักมากเคลื่อนที่ขึ้นไปด้านที่สูง หรือข้างสูงของช่วงปล่อยพืชออก การเคลื่อนที่แบบสั่นไป-มา จะผลักตะแกรงให้กระดกขึ้นลงและเคลื่อนที่ไปเข้าหน้าในข้างที่สูง เมื่อลดลงมันจะไถลมาข้างที่ต่ำและผลักให้ตะแกรงกลับส่ตำแหน่งเดิมการเคลื่อนที่แบบนี้จะเกิดซ้ำแล้วซ้ำอีกอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะสังเกตได้ว่าตะแกรงนี้เกิดการสั่นขึ้น

การสั่นไป-มา ของตะแกรง ในทิศทางไปข้างหน้าของข้างที่สูงของด้านปล่อยเมล็ดพืชออกจะไม่มีผลกระทบต่อเมล็ดพืชที่มีน้ำหนักเบาซั่งลอยอยู่บนอากาศแต่ถึงอย่างไรก็ตามเมล็ดพืชที่มีน้ำหนักมากที่สัมผัสอยู่บนผิวของตะแกรง เมื่อตะแกรงเคลื่อนที่ขึ้นและไปด้านหน้าเมล็ดพืชทั้งหมดก็จะไหลขึ้นไปเป็นแนวตามการเคลื่อนที่ของตะแกรง เมื่อตะแกรงกลับมาสู่ตำแหน่งเดิมสำหรับการเคลื่อนที่ต่อไปเมล็ดพืชจะลดการไถลลงและจะเกิดการหมุน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เมล็ดพืชสูญเสียการสัมผัสกับผิวของตะแกรง เมื่อเมล็ดพืชกลับมาสัมผัสกับผิวของตะแกรงอีกครั้งตามการเคลื่อนที่ของตะแกรง เมล็ดพืชก็จะไถลขึ้นไปข้างที่สูงของตะแกรงด้านปล่อยเมล็ดพืชออก ซึ่งทิศทางของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเคลื่อนที่ของเมล็ดพืชที่สัมผัสกับผิวของตะแกรงจะมีทิศทางเดียวกันกบการเคลื่อนที่สั่นไป-มาอย่างรวดเร็วของตะแกรง (ภาพที่ 2.23 และ 2.24)

อัตราการป้อนเมล็ดพืชลงบนตะแกรงจะคงที่ การปล่อยเมล็ดพืชลงบนตะแกรงเพิ่มขึ้นจะผลักกองเมล็ดพืชเดิมให้ขยายออกไปด้านข้างๆ ซึ่งเมล็ดพืชที่มีน้ำหนักเบาจะเกิดฟลูอิดไดซ์เบดแขวนลอยอยู่บนอากาศมีลักษณะการไหลเหมือนกับของไหลเมล็ดพืชที่มีน้ำหนักมากจะเคลื่อนที่ไปตามทางการเคลื่อนที่ของตะแกรง การเพิ่มของเมล็ดพืชบนตะแกรงเป็นการใส่แรงให้กับมวลเมล็ดพืชเพื่อเคลื่อนที่ไปที่ช่องปล่อยเมล็ดพืชออก เมื่อการปรับส่วนต่างๆ สมบรณ์ถูกต้อง จะเกิดการแบ่งชั้นของเมล็ดพืชที่จะทำการแยกขนาด และเคลื่อนที่ในข้างที่แตกต่างกันของตะแกรง ก่อนที่เคลื่อนที่ของน้ำหนักของเมล็ดพืชจะแผ่ไปที่ช่องทางปล่อยเมล็ดพืชออก



รูปที่ 2.23 แสดงรูปการไหลของเมล็ดพืชบนผิวตะแกรงในเครื่องแยกขนาดโดยแรงโน้มถ่วง

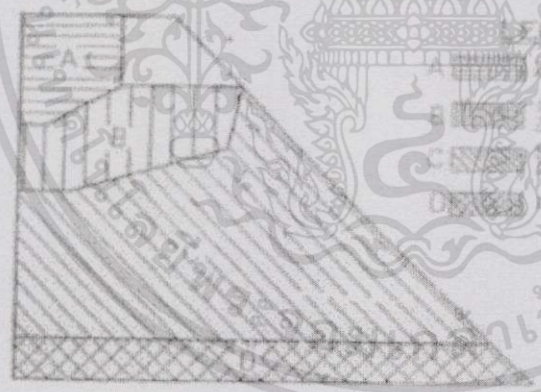
รูปที่ 2.24 แสดงช่องปล่อยเมล็ดพืชออกตลอดแนวความกว้างของตะแกรงในเครื่องแยกขนาดเมล็ดถั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบเขตการกระทำบนตะแกรงแยกขนาด การแบ่งชั้น และการแยกขนาดของ เมล็ดพืช เป็นสองขอบเขตการกระทำที่เกิดขึ้นบนผิวตะแกรงในเครื่องคัดแยกขนาดโดยแรงโน้มถ่วง การกระทำอันแรกก็คือ การแบ่งชั้นของเมล็ดพืชในแนวตั้ง เขตของการแบ่งชั้นจะอยู่ที่ใต้ส่วนป้อน เมล็ดพืช และจะขยายออกไปเท่ากับจำนวนพื้นที่ผิวของตะแกรงที่ต้องการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการแบ่งชั้นของเมล็ดพืช

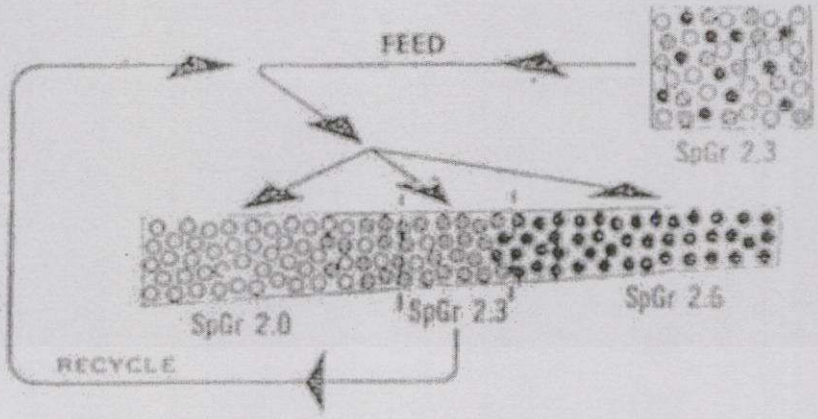
การแบ่งชั้นของเมล็ดพืชจะต้องกระทำให้เสร็จสมบูรณ์ก่อนที่จะเกิดการแยกขนาดเมล็ดพืชที่ผสมกัน ถ้าน้ำหนักจำเพาะแตกต่างกันในช่วงที่กว้าง จะเกิดการแบ่งชั้นขึ้นเร็ว และ พื้นที่ที่ต้องการในการแบ่งชั้นน้อย ถึงอย่างไรก็ตาม ถ้าน้ำหนักจำเพาะแตกต่างกันในช่วงที่แคบจะทำให้การแบ่งชั้นเกิดขึ้นยากและเกิดขึ้นอย่างช้าๆ เมล็ดพืชจะไหลในอัตราที่คงที่ไปตามตะแกรงแบ่งชั้นที่ช้าจะขยายขอบเขตการแบ่งชั้นออกไปอีกในพื้นที่ผิวของตะแกรง

เมื่อการแบ่งชั้นเกิดขึ้นเร็ว ชั้นของเมล็ดพืชจะแยกออก และเคลื่อนที่ไปในทิศทางตามน้ำหนักจำเพาะ ของเมล็ดพืชที่ต่างกัน การแยกขนาดจะเกิดขึ้นในเขตหรือพื้นที่ที่ไม่ต้องการสำหรับการแบ่งชั้น ถ้าพื้นที่ที่ใช้แบ่งชั้นน้อย จะทำให้เหลือพื้นที่ผิวตะแกรงมาก จะทำให้เวลาที่ใช้ในการแยกขนาดของเมล็ดพืชมากตามไปด้วย จะทำให้ได้การแยกขนาดที่ละเอียดและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ถ้าการแบ่งชั้นของเมล็ดพืชเกิดขึ้นช้าพื้นที่ที่ใช้ในการแบ่งชั้นก็จะต้องใช้มาก จะทำให้ผลิตภัณฑ์ขนาดกลางซึ่งประกอบไปด้วยเมล็ดพืชที่มีน้ำหนักมากผสมอยู่กับเมล็ดพืชที่มีน้ำหนักน้อยเป็นจำนวนมากที่ช่อง ปล่อยเมล็ดพืชออก



รูปที่ 2.25 ขอบเขตของการแบ่งชั้น และการแยกขนาดบนตะแกรงของเครื่องแยกขนาดด้วยแรงโน้มถ่วงการแบ่งชั้นในแนวตั้งจะเกิดขึ้นที่ (A) การแยกชั้นจะเกิดขึ้นที่ (B) และ (C) ส่วนช่องปล่อยเมล็ดพืชออกตลอดแนวความยาวของ (D)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.26 แสดงการผสมกันของเมล็ดพืชที่มีน้ำหนักจำเพาะใกล้เคียงกัน ตลอดแนวความกว้างของตะแกรงใน

รูปที่ 2.27 แสดงการกระทำที่ถูกต้องในเครื่องแยกขนาดโดยแรงโน้มถ่วง

(4) การใช้เครื่องแยกขนาดในสายการผลิต ประสิทธิภาพในการใช้เครื่องแยกขนาดโดยแรงโน้มถ่วงต้องการปริมาณอากาศที่ถูกต้องสำหรับการแบ่งชั้นของเมล็ดพืช การดูแลรักษา ขนาดของเมล็ดพืช ในเครื่องแยกขนาดด้วยตะแกรงลมหรือเครื่องแยกขนาดอื่นๆ ก่อนที่จะใช้เครื่องแยกขนาดโดยแรงโน้มถ่วงในการทำความสะอาด ในการแยกขนาดที่มีความแตกต่างกันนี้จะทำให้ การแบ่งชั้นดีขึ้น และจะนำมาสู่พื้นฐานของการแยกขนาดที่อาศัยความแตกต่างของน้ำหนักจำเพาะ ของเมล็ดพืชชนิดเดียวการลดขนาดของเมล็ดพืชจะนำมาสู่การแยกขนาดที่ละเอียดขึ้นได้ผลิตภัณฑ์ ขนาดกลางจำนวนน้อยและให้ความจุของเครื่องสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องแยกขนาดโดยแรงโน้มถ่วงจะเพิ่มการแยกขนาดของเมล็ดพืช หรือใช้เป็นเครื่องแยกขนาดสุดท้ายในสายการผลิตมักจะใช้เครื่องแยกขนาดโดยแรงโน้มถ่วงเป็นเครื่องจักรตัวสุดท้ายในการทำความสะอาดพิเศษบางชนิด เครื่องแยกขนาดโดยแรงโน้มถ่วงจะถูกใช้ก่อนเครื่องแยกขนาดชนิดอื่นๆ เช่นในการทำความสะอาดเมล็ดหญ้าอัลฟัลฟา เครื่องแยกขนาดโดยแรงโน้มถ่วงสามารถแยกเมล็ดทรายออกจากหญ้าชนิดนี้ได้

(5) การติดตั้งเครื่องแยกขนาดโดยแรงโน้มถ่วง การสั่นเนื่องมาจากโครงสร้างของเครื่องไม่แข็งแรงจะขยายผลมาเวลาที่เมล็ดพืชแผ่ไปบนพื้นผิวของตะแกรงในเครื่องแยก การสั่นที่ผิดพลาดจะทำให้การแบ่งชั้นของเมล็ดพืชผิดไปจากที่จะเป็นไปได้ จะขัดขวางต่อการเคลื่อนที่ของตะแกรงในการแยกขนาด และยังทำการแยกขนาดไม่ได้ผล การเลือกโครงสร้างจากโลหะที่แข็งแรงก็ เพียงพอแล้วที่จะไม่ทำให้การสั่นผิดพลาดไป ในการติดตั้งโครงสร้างที่ดีที่สุดควรจะยู่บนคอนกรีต ระดับพื้น ใช้สกรูยึดเครื่องแยกขนาดกับฐานราก

ในการวางแผนการติดตั้งเครื่องจ่ายลมที่สะอาด ก็จำเป็นที่จะต้องพิจารณา ด้วยถ้าภายในเครื่องมีท่อกรองลม เครื่องแยกจะต้องติดตั้งบริเวณที่มีลมสะอาด และไม่มีสิ่งสกปรก เท่าที่จะเป็นไปได้ ถ้ามีแหล่งจ่ายลมที่สะอาดก็จะเป็นการลดความยาวของท่อที่นำลมจากภายนอกเข้าไปข้างในเครื่อง

การปรับส่วนต่างๆของเครื่องแยกขนาดโดยแรงโน้มถ่วง

เครื่องแยกขนาดโดยแรงโน้มถ่วงเป็นเครื่องจักรที่มีสมรรถนะรอบตัวสามารถที่จะกระทำการแยกขนาดชั้นแรกในช่วงที่กว้าง เพราะว่ามีส่วนที่ปรับได้หลายส่วน ซึ่งผู้ใช้เครื่องสามารถ ปรับเพื่อให้การกระทำการแยกขนาดได้ถูกต้อง ซึ่งในการปรับแต่ละส่วนจะมีผลต่อการกระทำของ ส่วนอื่นๆ การปรับทุกส่วนจะต้องกระทำร่วมกันเพื่อนที่จะการแยกขนาดละเอียดยิ่งขึ้น

ในการควบคุมเครื่องแยกขนาดโดยแรงโน้มถ่วงจะมี 5 ตัวแปรที่ต้องควบคุมคือ

(1) อัตราการป้อนเมล็ดพืช
(2) ควบคุมปริมาณลม
(3) ควบคุมความเร็ว
(4) ความชันด้านปลาย
(5) ความชันด้านข้าง

- อัตราการป้อนเมล็ดพืช

ในเครื่องแยกขนาดโดยแรงโน้มถ่วง อัตราการป้อนเมล็ดพืชบนตะแกรงเป็นส่วน ของการปรับที่สำคัญ อัตราการป้อนเมล็ดพืชจะต้องคงที่และเป็นรูปแบบเดียวกัน เพื่อที่จะรักษาสภาพ ของกองเมล็ดพืชบนตะแกรงให้อยู่ในรูปแบบเดียวกันตลอดเวลา การเปลี่ยนอัตราการป้อนเมล็ดพืช จะทำให้กองเมล็ดพืชบนตะแกรงเปลี่ยนรูปแบบไปจากเดิม และเป็นสาเหตุทำให้ชุดปล่อยเมล็ดพืช ออกของอัตราส่วนเมล็ดพืชที่แตกต่างกันเลื่อนขึ้นหรือลงตลอดช่วงปล่อยเมล็ดพืชออก

เมื่อกองเมล็ดพืชเกิดการเลื่อนไถล เพราะสาเหตุมาจากการปรับเปลี่ยนอัตราการ ป้อนเมล็ดพืช การแยกทำความสะอาดจะไม่สามารถทำได้ในเครื่องแยกขนาดโดยแรงโน้มถ่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในเครื่องแยกขนาดโดยแรงโน้มถ่วงจะมีถังบรรจุเมล็ดพืชขนาดใหญ่ที่เพียงพอ สำหรับการป้อนเมล็ดพืชลงบนตะแกรงให้เป็นรูปแบบเดียวกัน ที่ส่วนล่างของถึงบรรจุนี้จะติดตั้ง อุปกรณ์ส่งสัญญาณเพื่อบอกระดับเมล็ดพืชในถังให้ผู้ใช้ทราบ หรือเพื่อหยุดการเดินเครื่องเมื่อระดับ เมล็ดพืชในถึงบรรจุต่ำ เพื่อป้องกันเมล็ดพืชในถึงบรรจุต่ำ เพื่อป้องกันเมล็ดพืชที่มีน้ำหนักเบาซึ่งไม่เป็นที่ต้องการในการแยกหล่นลงมาในเมล็ดพืชที่ต้องการ เมื่อหยุดการป้อนเมล็ดพืชแถ้ว เมล็ดพืช ที่มีน้ำหนักเบาจะเลื่อนขึ้นไปบนตะแกรงที่ว่างเปล่า

การป้อนเมล็ดพืชที่พอเพียง จะทำให้กองเมล็ดพืชหนาพอที่จะเกิดการแบ่งชั้นขึ้น ชั้นของเมล็ดพืชที่แตกต่างกันนี้จะครอบคลุมไปในผิวของตะแกรงตลอดเวลา ความหนาของกอง เมล็ดพืชจะต้องมากพอที่จะให้ได้ประสิทธิภาพของการแบ่งชั้นและการแยกขนาดมากที่สุด และยังจะสามารถกำหนดความกว้างของช่องปล่อยเมล็ดพืชออกได้อีกด้วย

อัตราการป้อนเมล็ดพืชจะต้องกระทำร่วมกับส่วนปรับอื่นๆ ให้สมดุลย์เมื่อเมล็ด พืชถูกป้อนลงบนตะแกรง ในอัตราการป้อนที่มาก จนไม่สามารถที่จะทำการปรับส่วนอื่นๆได้ทัน เมล็ดพืชก็จะไม่เกิดการแบ่งชั้น และเกิดจุดบอดขึ้นบนตะแกรง การป้อนเมล็ดพืชในอัตราที่ต่ำเกินไป ก็จะไม่ครอบคลุมไปทั่วผิวของตะแกรง การป้อนเมล็ดพืชจะต้องป้อนในอัตราที่จะทำให้เกิดฟลูอิด ไดซ์เบด และเกิดการแยกขึ้น ถ้าเพิ่มอัตราการป้อนขึ้น การปรับส่วนอื่นๆ ก็จะต้องเปลี่ยนแปลงเพื่อให้ สมดุลกับอัตราการป้อนเมล็ดพืชใหม่

- การควบคมปริมาณลม

การควบคุมปริมาณลมเป็นการปรับขั้นพื้นฐาน ซึ่งผู้ควบคุมเครื่องจะต้องปรับความเร็ว หรือความดันลมที่เคลื่อนที่ผ่านรูตะแกรงภายใต้ของเขตที่จำกัดพอสมควร การปรับปริมาณลมที่เหมาะสม จะทำให้เกิดฟลูอิดไดซ์เบดและการแบ่งชั้นของเมล็ดพืชขึ้น ดังนั้นเมล็ดพืชที่มีน้ำหนักมากจะอยู่ตลอดแนวข้างบนของตะแกรง เมล็ดพืชที่มีน้ำหนักน้อย จะยกตัวขึ้นเหนือชั้นของกองเมล็ดพืช

การปรับปริมาณลม จะทำให้กองเมล็ดพืชเกิดฟลูอิดไดซ์เบด และการไหลอย่าง อิสระ ปริมาณลมที่มากเกินไป จะทำให้กองเมล็ดพืชเกิดลักษณะพลุ่งพล่านขึ้น
ปริมาณลมที่ไม่เพียงพอ จะทำให้เมล็ดพืชที่ยกตัวอยู่เหนือผิวตะแกรงหล่นลงมา ในเมล็ดพืชที่อยู่บนตะแกรง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้แนวของเมล็ดพืชบนตะแกรงเกิดจุดบอด คือจะไม่แยกขนาดออกจากกัน

- ความชันด้านปลาย

ความชันด้านปลาย หรือความชันของตะแกรงจากส่วนป้อนเมล็ดพืช ไปถึงส่วน ปล่อยเมล็ดพืชออก ความชันด้านปลายจะควบคุมความเร็วของการเคลื่อนที่ของเมล็ดพืชไปตามตะแกรง ดังนั้นระยะเวลาที่เมล็ดพืชอยู่บนตะแกรง จะแสดงถึงความสามารถในการแยกของเครื่องแยกขนาด

เมื่อเกิดความแตกต่างระหว่างเมล็ดพืชที่จะทำการแยกขนาดลื่นไถล ตะแกรงจะมีความสัมพันธ์กับความชันที่คงเมล็ดพืชเลาไว้ตลอดความยาวของตะแกรง ความยาวที่เมล็ดพืชอยู่บนตะแกรงจะทำให้การแยกขนาดถูกต้องมากยิ่งขึ้น เมล็ดพืชและสิ่งปนเปื้อนซึ่งมีความแตกต่างกัน อย่างมากในด้านน้ำหนักจำเพาะจะแยกขนาดออกจากกันอย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชันด้านปลายสามารถจะปรับความเอียงหรือมุมเอียงได้การเพิ่มความเอียงจะ ทำให้เมล็ดพืชเคลื่อนที่ออกจาตะแกรงเร็วขึ้นและเพิ่มความจุของเครื่องขึ้น

- ความชันด้านข้าง

ความชันด้านขาง หรือความเอียงของตะแกรงจากข้างที่ต่ำมาถึงข้างที่สูงของส่วน ปล่อยเมล็ดพืชออกบนตะแกรง สามารถจะปรับความเอียงได้ตามความเหมาะสม มุมเอียงที่ปรับได้นี้ จะทำให้การแบ่งชั้นของเมล็ดพืชไหลแผ่ออกไปตามช่องปล่อยเมล็ดพืชออก เมล็ดพืชที่มีน้ำหนักน้อยจะยกตัวขึ้นไปในอากาศและไหลลงมาข้างที่ต่ำของตะแกรงซึ่งการสั่นไป-มาของตะแกรงจะทำให้ เมล็ดพืชที่มีน้ำหนักมากเคลื่อนที่ขึ้นข้างที่สูงของตะแกรง

2.2.16 ความเร็วของการสั่นไป-มาของตะแกรง

การเคลื่อนที่ของตะแกรงจะทำให้ เมล็ดพืชที่มีน้ำหนักมากเคลื่อนที่ขึ้นไปบนข้าง ที่สูงของตะแกรง เมล็ดพืชจะไหลจากพื้นที่ป้อนเมล็ดพืชไปจนถึงส่วนปล่อยเมล็ดพืชออกการเพื่อการเคลื่อนที่ของตะแกรงให้เร็วขึ้นจะทำให้เมล็ดพืชที่มีน้ำหนักมากเคลื่อนที่ไปข้างที่สูงเร็วขึ้น ซึ่งจะทำให้ส่วนปล่อยเมล็ดพืชอยู่ไกลจากส่วนป้อนเมล็ดพืชไปอีก การลดความเร็วของตะแกรงจะทำให้ เมล็ดพืชที่มีน้ำหนักมาเคลื่อนที่ไปบนตะแกรงข้างที่สูงเกิดขึ้นช้า ทำให้ช่องปล่อยเมล็ดพืชออกอยู่ใกล้กับช่วงที่มีการแยกขนาด

(1) การปรับส่วนต่างๆ ให้สมดุล ส่วนปรับที่5 ส่วนคือ อัตราการป้อน ปริมาณลม ความชันด้านปลาย ความชันด้านข้าง และความเร็วของตะแกรงมีผลกระทบต่อการแบ่งชั้น การแยกขนาดและการเคลื่อนที่ของเมล็ดพืชไปตามตะแกรงเมื่อส่วนปรับหนึ่งเปลี่ยนไป การกระทำของส่วนที่เหลืออีกสี่ส่วนจะต้องปรับเปลี่ยนตามไปด้วย การปรับทุกส่วนจะต้องกระทำการปรับให้สมดุลกัน เพื่อนที่จะได้การแยกขนาดดีที่สุด ที่ความจุของเครื่องสูงที่สุด

การปรับส่วนต่างๆให้สมดุลจะได้ผลพื้นฐาน 2 ประการ คือประการแรก เมล็ดพืช จะแบ่งชิ้นอย่างรวดเร็ว ประการที่สอง กองเมล็ดพืชจะครอบคลุมเข้าไปบนผิวของตะแกรงเมล็ดพืชจะ มีการแบ่งชิ้นก่อนการแยกขนาด ถ้าชั้นของเมล็ดพืชเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว จะใช้พื้นที่น้อยซึ่งจะทำให้ขอบเขตของการแยกขนาดใช้พื้นที่มากก่อนที่จะถึงช่องปล่อยเมล็ดพืชออก ในกรณีของกองเมล็ดพืชที่ จะทำการแยกขนาดมีความแตกต่างของน้ำหนักจำเพาะมากเท่าที่เป็นไปได้จะให้ประสิทธิภาพความจุ ของเครื่องได้สูงสุด และจะป้องกันการสูญเสียของความดันลมผ่านช่องว่าง หรือช่องว่างที่เมล็ดพืชครอบคลุมไม่ทั่วถึง

(2) การปรับเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเครื่อง ในการเปลี่ยนแปลงหลายๆส่วนปรับจะทำให้ความสมดุลของแรงมีผลกระทบต่อกองเมล็ดพืชที่เคลื่อนที่ไปบนผิวตะแกรง และจะเปลี่ยนตำแหน่งความสัมพันธ์ของเมล็ดพืชบนผิวตะแกรง การปรับเปลี่ยนมีดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปริมาณลม

ก) การเพิ่มปริมาณลม โดยการเลื่อนตะแกรงรองรับข้างที่ต่ำ หรือข้างที่มีเมล็ดพืชน้ำหนักน้อย

ข) การลดปริมาณลม โดยการเลื่อนตะแกรงรองรับข้างที่สูง หรือข้างที่มีเมล็ดพืชน้ำหนักมาก

- ความชันด้านข้าง

ก) การเพิ่มความชันด้านข้าง โดยการเลื่อนตะแกรงรองรับข้างที่ต่ำ หรือข้างที่มีเมล็ดพืชน้ำหนักน้อย

ข) การลดความชันด้านข้าง โดยการเลื่อนตะแกรงรองรับข้างที่สูง หรือข้างที่มีเมล็ดพืชน้ำหนักมาก

- ความเร็วของการสั่น ไป-มา ของตะแกรง

ก) การเพิ่มความเร็วของการสั่นไป-มา ของตะแกรง โดยการเลื่อนตะแกรง รองรับข้างที่สูง หรือข้างที่มีเมล็ดพืชน้ำหนักมาก

ข) การลดความเร็วการสั่นไป-มา ของตะแกรง โดยการเลื่อนตะแกรงรองรับ ข้างที่ต่ำ หรือข้างที่มีเมล็ดพืชน้ำหนักน้อย

(3) การปรับเพื่อเพิ่มความจุของเครื่อง หลังจากที่มีการปรับส่วนต่างๆ จนกระทั่งได้การแยกที่มีประสิทธิภาพสูงสุดแล้ว ในการปรับอัตราการป้อน และความชันด้านปลายจะให้ความจุของเครื่องเพิ่มขึ้น ความจุจะได้ความต้องการหรือไม่นั้นก็จะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการปรับแต่ละครั้งคือจะรักษาสภาพของการแยกขนาดไว้ได้เหมือนเดิมหรือไม่ ตลอดจนความลึกของเมล็ดพืชที่อยู่บนตะแกรง โดยทั่วไปจะมีการกระทำดังนี้ คือ

- การเปลี่ยนอัตราการป้อนเมล็ดพืช

- การเพิ่มอัตราการป้อนเมล็ดพืช

ก) ใช้ปริมาณลมมาก

ข) ใช้ความเร็วในการโยกของตะแกรงมาก

ค) ในบางครั้ง ความชันด้านข้างจะต้องมาก

- การลดอัตราการป้อนเมล็ดพืช

ก) ใช้ปริมาณลมน้อย

ข) ใช้ความเร็วของตะแกรงน้อย

ค) ในบางครั้งความชันด้านข้างจะต้องน้อยหลังจากที่มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการป้อนแล้ว วิธีดำเนินการที่ดีจะต้องทำให้ปริมาณลมและความชันด้านข้างซึ่งนำมาซึ่งการแยกขนาดของเมล็ดพืชสมดุลกับความเร็วของการสั่นไป-มาของตะแกรง

- การเปลี่ยนแปลงความชันด้านปลาย

- การเพิ่มความชันด้านปลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก) ใช้ปริมาณลมน้อย

ข) ในบางครั้ง ความชันด้านข้างจะต้องน้อย

ค) ใช้ความเร็วในการสั่นตะแกรงมาก

- การลดความชันด้านปลาย

ก) ใช้ปริมาณลมมาก

ข) ในบางครั้ง ความชันด้านข้างจะต้องมาก

ค) ใช้ความเร็วของตะแกรงน้อย ในการเปลี่ยนแปลงความชันด้านปลายจะต้องทำร่วมกับส่วนปรับอื่นๆ ภายใต้ การปรับเปลี่ยนปริมาณลม และในบางครั้งอาจจะปรับเปลี่ยนความชันด้านข้างด้วย และจะต้องให้ สมดุลกับการแยกขนาด โดยการเปลี่ยนความเร็วของตะแกรง

- การเปลี่ยนอัตราการป้อนเมล็ดพืช และความชันด้านปลาย เมื่อมีการปรับเปลี่ยนทั้งสองส่วนนี้ความสูงของกองเมล็ดพืชจะคงอยู่สภาพเหมือนเดิม

- การเพิ่มอัตราการป้อนเมล็ดพืช และความชันด้านปลาย

- ก) ไม่มีการปรับปริมาณลม

ข) ในบางครั้งความชันด้านข้างจะต้องน้อย

ค) ความเร็วของการสั่นตะแกรงมาก

- การลดอัตราการป้อนเมล็ดพืช และความชันด้านปลายตามต้องการ

ก) ไม่มีการปรับปริมาณลม

ข) ในนางครง ความชันด้านข้างจะต้องมาก

ค) ความเร็วของการสั่นตะแกรงน้อย ถ้าการเปลี่ยนการป้อน และความชันด้านปลาย ยังคงรักษาสภาพของกอง เมล็ดพืชให้มีความสูงเหมือนเดิม ในการแยกขนาดสามารถปรับให้สมดุลกันได้ โดยการปรับเปลี่ยน ความเร็วของการสั่นของตะแกรงเพียงอย่างเดียว

- การกระทำการปรับตั้งเครื่อง ในการปรับเปลี่ยนส่วนต่างๆของเครื่องจะทำให้ เกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะการหล่นของเมล็ดพืชจากส่วนป้อนเมล็ดพืช ผลจากการเปลี่ยนแปลงนี้จะสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนที่ช่องทางปล่อยเมล็ดพืชออก

เมื่อเมล็ดพืชอยู่บนตะแกรงแล้วทำการปรับเครื่องแยกขนาด เครื่องแยกขนาดนี้จะ ส่งผลการปรับในการเปลี่ยนแปลงออกมาอย่างช้าๆ

การปรับส่วนต่างๆของเครื่องจะกระทำเป็นขั้นตอน หยุดการปรับชั่วระยะเวลา หนึ่งก่อน เพื่อดูผลการเปลี่ยนแปลงแล้วจึงจะกระทำการปรับส่วนอื่นๆ จนกระทั่งการแยกขนาดเสร็จสมบูรณ์ และความสามารถในการจุของเครื่องเป็นที่พึงพอใจจะไม่มีการกระทำการปรับสองส่วนในเวลาเดียวกัน

ผลิตภัณฑ์ขนาดกลาง

เมื่อเมล็ดพืชมีการแบ่งชั้น ชั้นของเมล็ดพืชที่มีน้ำหนักน้อยจะไหลไปยังข้างที่ต่ำของตะแกรงและชั้นของเมล็ดพืชที่มีน้ำหนักมากจะเคลื่อนที่ไปยังข้างที่สูงของตะแกรง การเคลื่อนที่ของชั้นของเมล็ดพืชนี้จะเคลื่อนที่ตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของตะแกรง เมล็ดพืชจะเคลื่อนที่ไปตามตะแกรงไปยังส่วนที่ปล่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมล็ดพืชออก ผลของการเคลื่อนที่ลักษณะนี้จึงมีการทำส่วนที่ปล่อยเมล็ดพืชออกเป็นสามช่อง เมล็ดพืชที่มีน้ำหนักน้อย (ผลิตภัณฑ์ขนาดเล็ก) จะถูกปล่อยออกทางข้างที่ต่ำของตะแกรง เมล็ดพืชที่มีน้ำหนักมาก (ผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่) จะถูกปล่อยออกตลอดแนวของตะแกรงข้างที่สูงระหว่างช่องปล่อยเมล็ดพืชที่มีน้ำหนักน้อยกับเมล็ดที่มีน้ำหนักมากจะมีเมล็ดที่มีน้ำหนักปานกลางอยู่ ซึ่งเป็นการผสมกันระหว่างเมล็ดพืชที่มีน้ำหนักมากกับเมล็ดที่มีน้ำหนักน้อยถ้ามีเมล็ดพืชที่มี น้ำหนักปานกลางมากเกินไปอาจจะนำมาทำการแยกขนาดใหม่อีกก็ได้ เงื่อนไข 3 ประการที่ทำให้ จำนวนเมล็ดขนาดกลางเพิ่มขึ้น

1. การลดขนาดที่ไม่ดีของเมล็ดพืชที่จะทำให้เครื่องแยกขนาดโดยแรงโน้มถ่วงนี้แยกขนาดของเมล็ดโดยใช้ขนาด และผลิตภัณฑ์ขนาดกลางจะมีขนาดใหญ่ คือเมล็ดพืชที่มีน้ำหนักน้อยมีขนาดใหญ่แต่เมล็ดพืชที่มีน้ำหนักมากจะมีขนาดเล็ก

2. เมื่อเมล็ดพืชที่ผสมกันอยู่มีความถ่วงจำเพาะใกเคียงกันทำให้การแบ่งชั้นและ การแยกขนาดเกิดขึ้นช้าและจะทำให้ผลิตภัณ์ขนาดกลางมีขนาดใหญ่เพราะว่าใช้พื้นที่ในการแยกขนาดน้อย

3. เมื่ออัตราการป้อนเมล็ดพืชมากเกินไป ตอนเริ่มที่ทำการแยกขนาด ส่วนของการแบ่งชั้นจะครอบคลุมไปบนตะแกรงใช้พื้นที่ของตะแกรงมาก และส่วนแยกชั้นใช้พื้นที่ของตะแกรงน้อย ซึ่งจะทำให้การแยกขนาดได้ไม่เต็มที่ ก่อนที่จะแผ่กระจายไปยังส่วนที่ปล่อยเมล็ดพืชออก จงทำให้ผลิตภัณฑ์ขนาดกลางมีปริมาณมาก

การลดขนาดของเมล็ดพืชที่ถูกต้องจะตองมีการปรับส่วนต่างๆ ของเครื่องแยกขนาดโดยแรงโน้มถ่วงให้สมดุล การป้อนเมล็ดพืชในอัตราที่ไม่มากเกินไปเมื่อจะทำการแยกขนาด การใช้ตะแกรงที่มีขนาดใหญ่ (พื้นที่มาก) จะเพิ่มระยะการเคลื่อนที่ของเมล็ดพืชจะทำให้ผลตภัณฑ์ขนาด กลางลดลงอย่างไรก็ตามไม่ว่าผลิตภัณฑ์ขนาดกลางจะมีปริมาณมากหรือน้อยก็จะต้องมีการนำมาทำการแยกใหม่อีกครั้ง เพื่อที่จะให้ได้เมล็ดพืชที่ดีซึ่งประกอบอยู่ในผลิตภัณฑ์ขนาดกลางนี้

วิธีที่ใช้โดยทั่วไปมีดังนี้คือ

1. นำผลิตภัณฑ์ขนาดกลางมาทำการแยกขนาดใหม่ โดยใช้กระพ้อเล็กลำเลียงมาที่ส่วนป้อนเมล็ดพืช

2. นำผลิตภัณฑ์ขนาดกลางที่มีส่วนป้อนเมล็ดพืชของเครื่องทำความสะอาด โดยใช้ตะแกรงอากาศ

3. นำผลิตภัณฑ์ขนาดกลางทั้งหมดที่แยกได้บรรจุกระสอบ หรือถ้าทำการแยกขนาดของเมล็ดพืชที่เหลือให้เสร็จเสียก่อน แล้วจึงนำผลิตภัณฑ์ขนาดกลางมาทำการแยกใหม่

4. การป้อนผลิตภัณฑ์ขนาดกลางที่มีขนาดใหญ่ปริมาณสูงจะต้องนำผลิตภัณฑ์ขนาดกลางจากเครื่องแยกขนาดแบบแรงโน้มถ่วงโดยทั่วไปมาป้อนลงบนเครื่องแยกขนาดแบบแรงโน้มถ่วงชนิดที่สองสำหรับการแยกเมล็ดที่คือออกจากผลิตภัณฑ์ขนาดกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณและการออกแบบ

3.1 มอเตอร์ส่งกำลัง

การคำนวณการออกแบบชุดส่งกำลัง

3.1.1 แรงบิดของมอเตอร์

จากสูตร $Wp = 2 \times \pi \times n \times T / 60$ (3-1)

n = ความเร็วรอบของมอเตอร

T = แรงบิด

Wp = กำลังงานของมอเตอร์

$T = (Wp \times 60) / 2\pi n$ (3-2)

$T = (1500 \times 60 \times 1000) / (2\pi \times 1440)$

T = 9947.18 N·mm

3.1.2 ความเร็วรอบของลูกนวด

$$\text{ความเร็วรอบของลูกนวด} = \frac{\text{เส้นผ่านศูนย์กลางของล้อสายพานมอเตอร์ X ความเร็วรอบของมอเตอร์}}{\text{เส้นผ่านศูนย์กลางของล้อสายพานลูกนวด}} \quad (3\text{-}3)$$

$$\text{ความเร็วรอบของลูกนวด} = \frac{2\text{"x}1440}{16\text{"}} = 180 \text{ rpm}$$

3.2 ความยาวสายพาน

จากสูตร $L = 2C + 1.57(D + d) + (D + d)^2 / 4(C^2)$ (3-4)

เส้นผ่าศูนย์กลางของมูเล่ย์ มอเตอร์ = 5.08 เซนติเมตร

เส้นผ่าศูนย์กลางของมูเล่ย์ เครื่องนวด = 30.48 เซนติเมตร

เส้นผ่าศูนย์กลางของมูเล่ย์ ชุดคัดแยก = 20.32 เซนติเมตร

ระยะห่างระหว่างมูเล่ย์มอเตอร์ถึงมูเล่ย์ เครื่องนวด = 84.5 เซนติเมตร

ระยะห่างระหว่างมูเล่ย์มอเตอร์ถึงมูเล่ย์ เครื่องนวด = 48 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 ความยาวสายพานของเครื่องนวด

$L = 2(84.5) + 1.57\,(5.08 + 30.48) + (5.08 + 30.42)^2/4(84.5)^2$

L = 224.82 เซนติเมตร หรือ 88 นิ้ว

3.2.2 ความยาวสายพานของชุดคัดแยก

$L = 2(48) + 1.57(5.08+20.32) + (5.08+20.32)^2/4(48)^2$

L = 135.878 เซนติเมตร หรือ 54 นิ้ว

3.3 การหาขนาดเพลา

สูตรเพลาตัน $\tau m = \frac{16T_m}{\pi d^3}$; T_m = 9.947 N.m = 9947.18 N.mm (3-5)

$$\tau m = \frac{50662.09}{d^3}$$

เนื่องจากโมเมนต์บิดมีค่าคงที่ทำให้ความเค้นเฉือนที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากันตลอดรอบผิวของเพลา

ดังนั้น τ_u = 0จากตารางโลหะเหล็กเหนียว ST 33-2 จะได้ σ_u = 320-490 Mpa σ_y = 185 Mpa

ใช้ทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด $\tau_y = 0.5\sigma_y = 0.5(185) = 92.5$ Mpa เลือกใช้ Safety Factor สำหรับรับแรงกระแทก ให้ N = 8 สำหรับใช้กับ σ_y

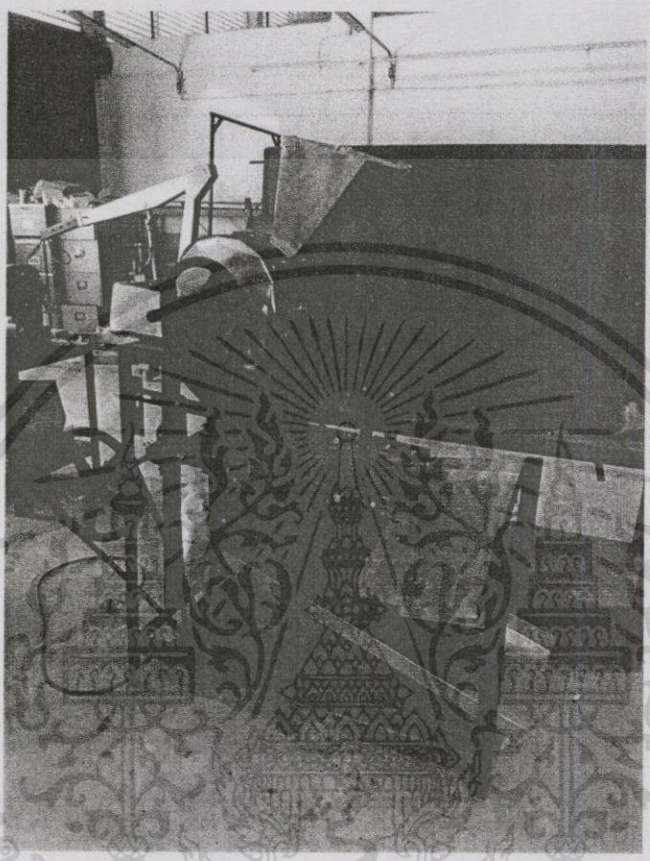
$$d^3 = \frac{50662.09(8)}{92.5}$$

d = 16.36 มิลลิเมตร

ดังนั้นจากการคำนวณเราจึงเลือกใช้เพลาขนาด 25.4 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ชิ้นส่วนต่างๆของเครื่อง

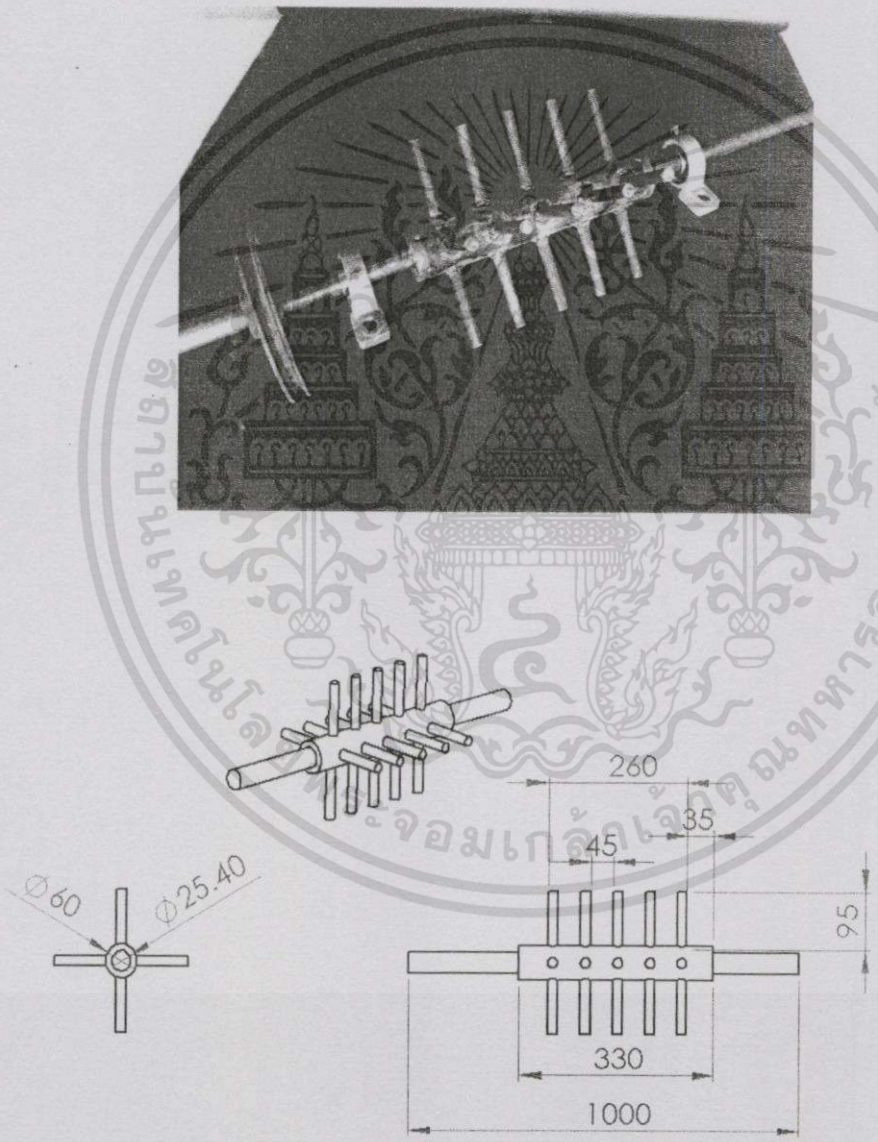


รูปที่ 3.1 เครื่องนวดพริกไทยและชุดคัดแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 การออกแบบชุดลูกนวด

ชุดลูกนวดประกอบด้วย เพลาตันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว ยาว 800 มิลลิเมตร สวมด้วยท่อเหล็กกลวงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 60 มิลลิเมตร ยาว 300 มิลลิเมตร และมีแผ่นเหล็กเชื่อมติดกับท่อเหล็กกลวงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 มิลลิเมตร หนา 15 มิลลิเมตร จากนั้นเชื่อมด้วยเหล็กแท่งกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร ยาว 100 มิลลิเมตร จำนวน 20 แท่ง มี 4 ด้าน ด้านละ 5 แท่ง มีระยะห่างระหว่างแท่ง 45 มิลลิเมตร เชื่อมติดกับท่อเหล็กกลวง

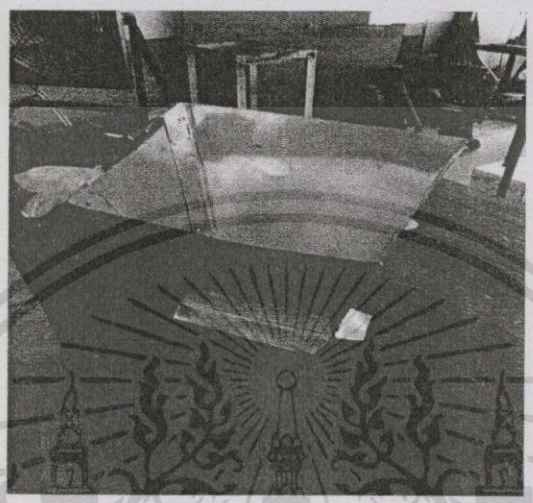


รูปที่ 3.2 ชุดลูกนวดพริกไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 ชุดป้อนพริกไทย

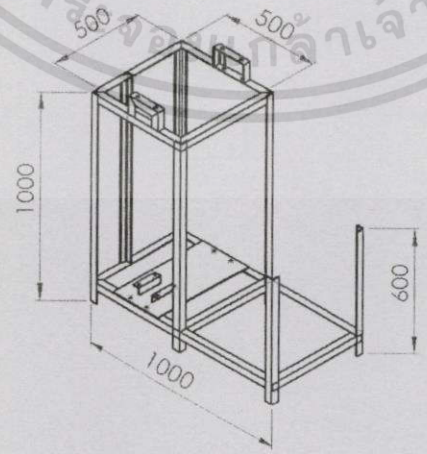
ช่องป้อนพริกไทยด้านบนมีขนาดกว้าง 200 มิลลิเมตร ยาว 270 มิลลิเมตร สูงจากด้านล่าง 250 มิลลิเมตร ส่วนด้านล่างกว้าง 80 มิลลิเมตร ยาว 170 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.3 กรวยป้อนพริกไทย

3.4.3 โครงของเครื่องนวด

ใช้สำหรับติดตั้งส่วนประกอบต่างๆของเครื่อง โดยมีการติดตั้งล้อและจุดยึดเพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย และยังมีฐานเพื่อการติดตั้งเครื่องต้นกำลังที่ส่วนท้ายของโครงด้วยโครงเหล็กนี้ มีขนาดความกว้าง 500 มิลลิเมตร ความยาว 1000 มิลลิเมตร ความสูง 1000 มิลลิเมตร

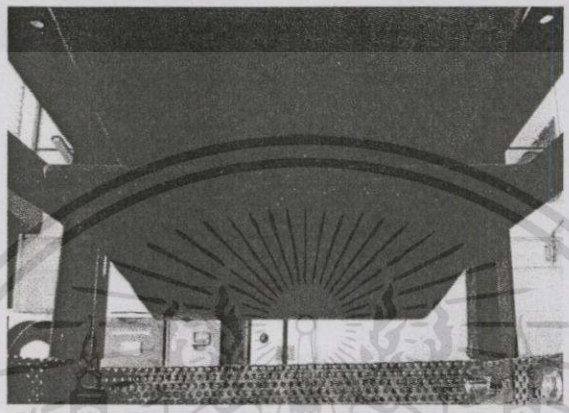


รูปที่ 3.4 โครงของเครื่องนวดพริกไทยและชุดคัดแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 ช่องทางออกเม็ดพริกไทย

ช่องทางออกเม็ดพริกไทย เมื่อลูกนวดตีเม็ดพริกไทยออกจากรวงแล้วเม็ดพริกไทยที่หลุดออกจากรวงก็จะหล่นลงมาทางช่องทางออกเม็ดพริกไทย ช่องทางออกเม็ดพริกไทยมีขนาดความกว้าง 90 มิลลิเมตร ยาว 140 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.5 ช่องทางออกเม็ดพริกไทย

3.4.5 ช่องทางออกรวงพริกไทย

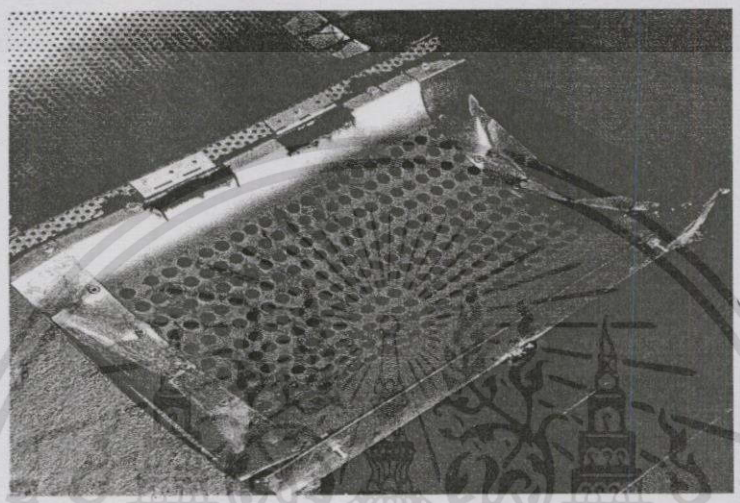
ช่องทางออกรวง เมื่อลูกนวดตีเม็ดพริกไทยออกจากรวง รวงที่หลุดออกจากเม็ดพริกไทย รวงพริกไทยจะค้างอยู่ในเครื่องนวดจนกระทั่งการนวดสิ้นสุดจึงเปิดฝา เพื่อให้ลูกนวดตีรวงออกจากเครื่อง ช่องทางออกรวงมีขนาดความกว้าง 100 มิลลิเมตร ยาว 450 มิลลิเมตร

รูปที่ 3.6 ช่องทางออกรวงพริกไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6 ชุดตะแกรงนวดพริกไทย

โดยทั่วไปโครงสร้างตะแกรงจะเป็นแผ่นโลหะเจาะรูไว้ หรืออาจจะเป็นลวดถัก ตะแกรงมีขนาดและรูปร่างที่ต่างกันขึ้นอยู่กับความต้องการทางท้องตลาดหรือวัตถุประสงค์การใช้งานเฉพาะอย่าง เครื่องนวดพริกไทยเราใช้ตะแกรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูตะแกรง 12 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.7 ชุดตะแกรงนวด

3.4.7 ชุดส่งกำลัง

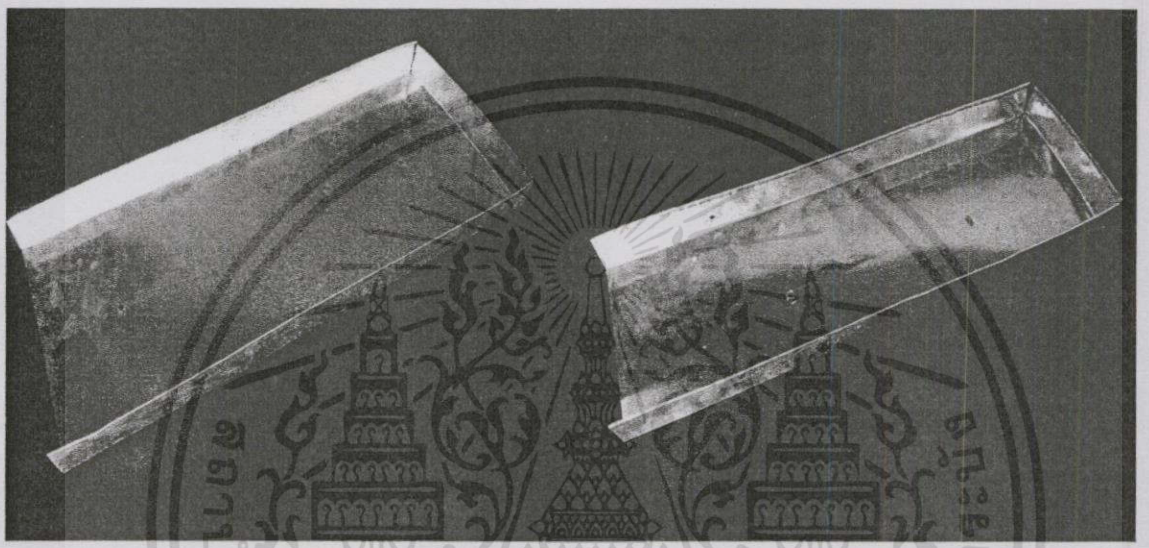
การหากำลังขับของมอเตอร์นั้นเป็นสิ่งที่สำคัญมากในการออกแบบ เพราะจะนำค่าที่ได้ไปเลือกขนาดของมอเตอร์ที่ใช้ ซึ่งเครื่องนวดพริกไทยและชุดคัดแยกใช้มอเตอร์ขนาด 1 hp

รูปที่ 3.8 มอเตอร์ส่งกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.8 ถาดรองพริกไทย

ถาดรองจะรับเมล็ดพริกไทยที่ได้จากตะแกรงคัดแยก ใช้วัสดุสังกะสีในการทำเนื่องจาก หาซื้อง่ายราคาไม่แพง ถาดรองเมล็ดพริกไทยชั้นบนมีขนาด 250 x 650 มิลลิเมตร และ ถาดรองเมล็ดพริกไทยชั้นกลางมีขนาด 200 x 600 มิลลิเมตร ส่วน ถาดรองเมล็ดพริกไทยชั้นล่างมีขนาด 430 x 870 มิลลิเมตร



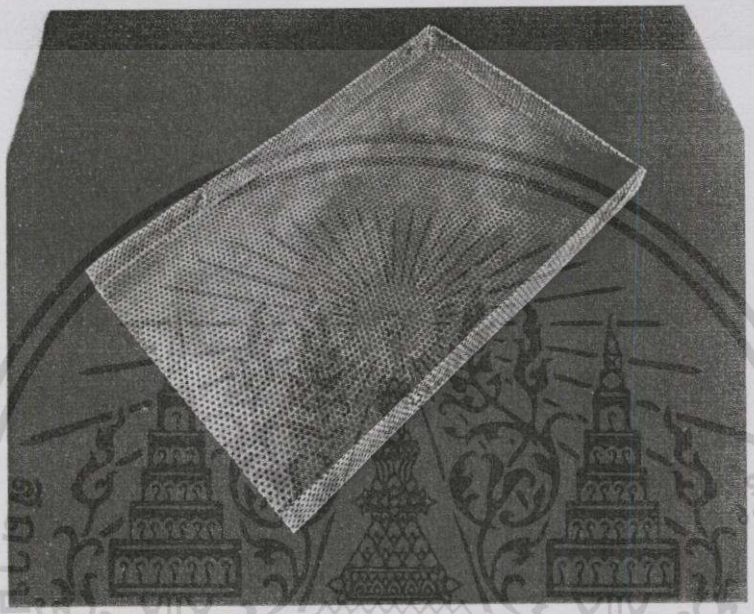
รูปที่ 3.9 ถาดรองเมล็ดพริกไทยชั้นบนและถาดรองเมล็ดพริกไทยชั้นกลาง

รูปที่ 3.10 ถาดรองเมล็ดพริกไทยชั้นล่าง

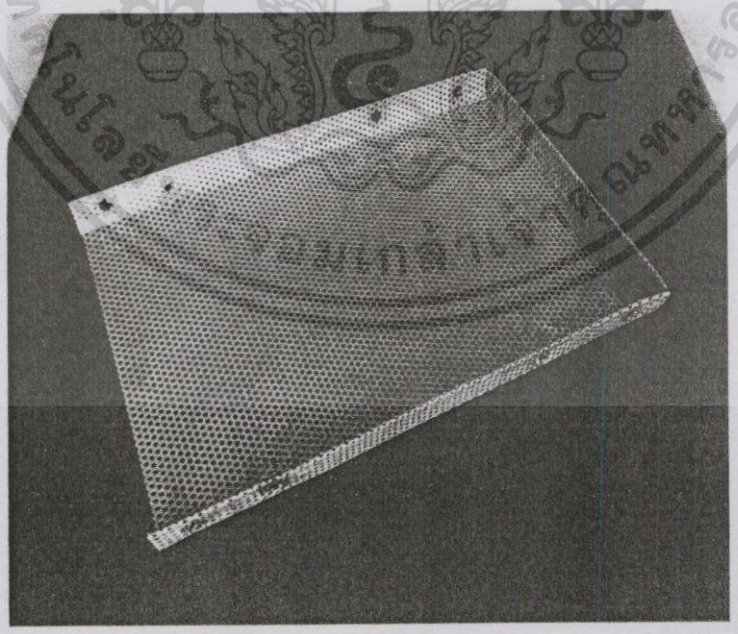
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.9 ตะแกรงคัดแยก

ใช้การคัดขนาดเมล็ดพริกไทยจะใช้ตะแกรงในการช่วยคัดแยกตะแกรงทั้งสองมีขนาด 400 x 600 มิลลิเมตร ชั้นแรกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางรูตะแกรงขนาด 5 มิลลิเมตร และ ชั้นสองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางรูตะแกรงขนาด 4 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.11 ตะแกรงขนาด 400 X 600 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางรูตะแกรงขนาด 4 มิลลิเมตร

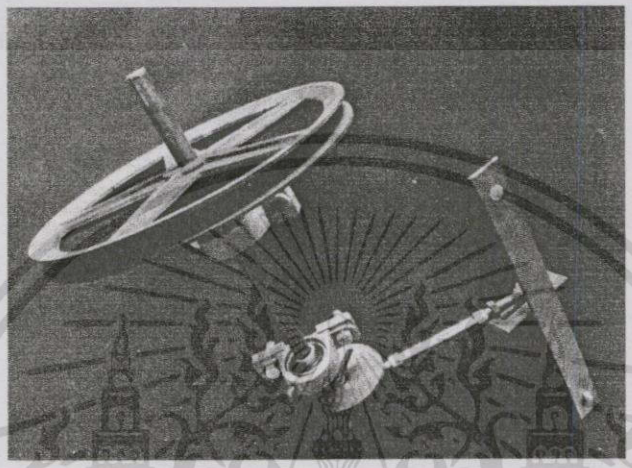


รูปที่ 3.12 ตะแกรงขนาด 400 X 600 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางรูตะแกรงขนาด 5 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.10 ชุดส่งกำลังตะแกรงคัดแยก

ประกอบด้วยมูเล่ย์ขนาด 12 นิ้ว ลูกเบี้ยวสั่นตะแกรงขนาด 120 มิลลิเมตร โดยสามารถปรับระยะชักของลูกเบี้ยวได้ตามต้องการและแบริ่งสวมยึดติดกับเพลาลูกเบี้ยวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.13 ลูกเบี้ยวสั่นตะแกรง, มูเล่ย์และแบริ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดสอบและผลการทดสอบ

4.1 การทดสอบหาความเร็วรอบของชุดนวดพริกไทย

4.1.1 จุดประสงค์การทดสอบ

1. เพื่อหาความเร็วรอบที่เหมาะสมในการนวดพริกไทยซึ่งเกิดจากแรงกระแทกของลูกนวดอาจทำให้พริกไทยเสียหาย
2. เพื่อหาประสิทธิภาพในการนวดพริกไทย
3. เพื่อหาประสิทธิภาพในการคัดแยกขนาดพริกไทย

4.1.2 วัสดุอุปกรณ์

1. เครื่องนวดพร้อมชุดคัดแยก 2. พริกไทยพันธุ์มาเลเซีย 3. เครื่องชั่งน้ำหนัก
4. ภาชนะใส่พริกไทย 5. เครื่องวัดความเร็วรอบ 6. นาฬิกาจับเวลา
7. มอเตอร์ 1 แรงม้า 8. อินเวอร์เตอร์

4.1.3 วิธีการทดสอบ

1. นำพริกไทยที่เก็บได้มาชั่งน้ำหนักและนำไปตากแดดทิ้งไว้ 1 วัน
2. นำพริกไทยที่ผ่านการตากแดดมาชั่งน้ำหนัก พร้อมบันทึกผล
3. เดินเครื่องนวดพริกไทยโดยปรับความเร็วรอบมอเตอร์ 1,000 rpm
4. ป้อนพริกไทยที่ชั่งน้ำหนักแล้ว ใส่ลงในชุดป้อนพร้อมจับเวลา
5. เมื่อทำการนวดและคัดแยกขนาดพริกไทยเสร็จ หยุดเครื่อง จากนั้นนับจำนวนพริกไทย
6. หลังนวดโดยแยกตามขนาดพริกไทย จำนวนเม็ดดี, จำนวนเม็ดเสีย และจำนวนเม็ดที่ติดรวง
7. บันทึกผลการทดลอง ทดลองตามข้อ 3-6 ซ้ำอีก 2 ครั้ง
8. เพิ่มความเร็วรอบมอเตอร์เป็น 1,200 rpm และ 1,400 rpm
9. บันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 การคำนวณ

$$\text{ประสิทธิภาพในการนวด} = \frac{(\text{จำนวนพริกไทยหลังป้อน} - \text{จำนวนเมล็ดเสีย} - \text{จำนวนเมล็ดติดรวง})}{\text{จำนวนพริกไทยก่อนป้อน}}$$

สมรรถนะการทำงาน กิโลกรัม/ชั่วโมง = (60/เวลาที่นวดพริกไทยเสร็จ) x 2 กิโลกรัม

4.2 ความชื้นของพริกไทย

นำพริกไทยจำนวนหนึ่งมาหาค่าความชื้นโดยวิธีใช้ตู้อบ ด้วยการชั่งน้ำหนักพริกไทยและภาชนะบรรจุที่แห้งก่อนอบ จากนั้นนำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 130 C° เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วนำพริกไทยในภาชนะบรรจุออกจากตู้อบใส่ลงในโถดูดความชื้นทิ้งไว้ให้เย็นจึงนำมาชั่งน้ำหนักภายหลังการอบ

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความชื้นของพริกไทยที่อบที่อุณหภูมิ 130 C° เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

ครั้งที่	น้ำหนักก่อนอบ (g)	น้ำหนักหลังอบ (g)	ความชื้นมาตรฐานเปียก (%)	ความชื้นมาตรฐานแห้ง (%)
1	50.65	44.23	12.67	14.51
2	52.72	46.35	12.08	13.74
3	51.22	44.85	12.43	14.20
4	50.12	43.51	13.18	15.19
5	52.34	45.72	12.64	14.47
ค่าเฉลี่ย	51.41	44.93	12.60	14.42

ความชื้นมาตรฐานเปียกหรือความชื้นปกติ คำนวณได้จากสูตรและความชื้นมาตรฐานแห้งคำนวณได้จากสูตร

ความชื้นมาตรฐานเปียก = 100 (w – d) / w

= 100 (51.41-44.93)/51.41

= 12.6 %

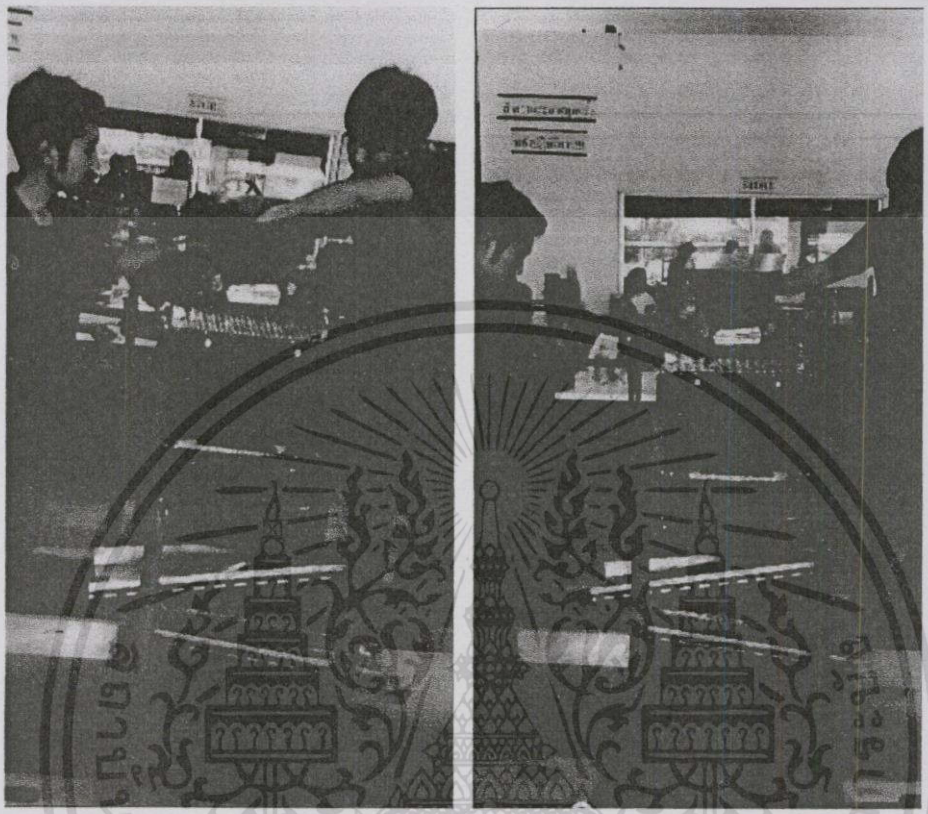
ความชื้นมาตรฐานแห้ง = 100 (w - d) / d

= 100 (51.41-44.93)/44.93

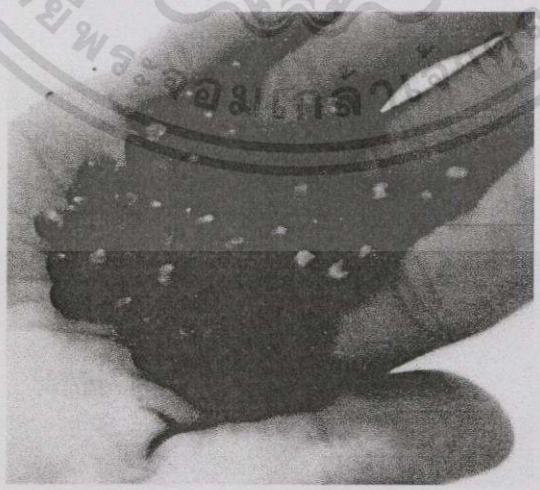
= 14.42 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลอง 5 ครั้ง ความชื้นมาตรฐานเปียก และ ความชื้นมาตรฐานแห้งของพริกไทยมีค่าโดยเฉลี่ย 12.60 % และ14.42 % (ตามมาตรฐาน Thai Herbal Pharmacopoeia)



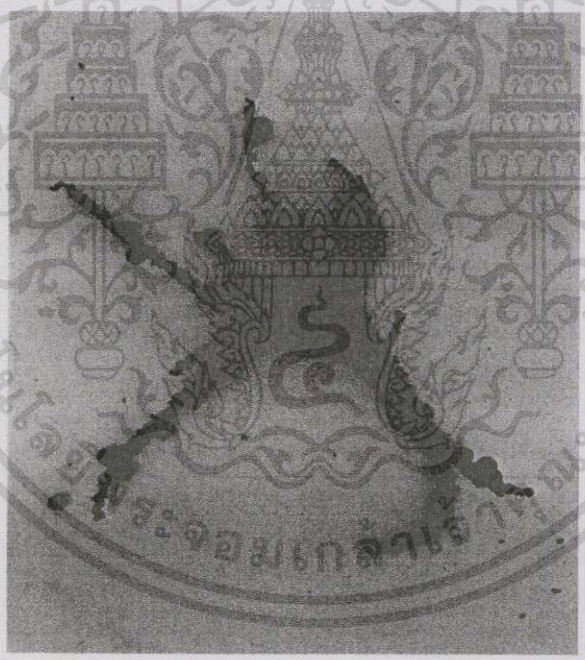
รูปที่ 4.1 รูปถ่ายขณะทำการทดลอง



รูปที่ 4.2 เมล็ดพริกไทยที่ผ่านการนวดและคัดแยก

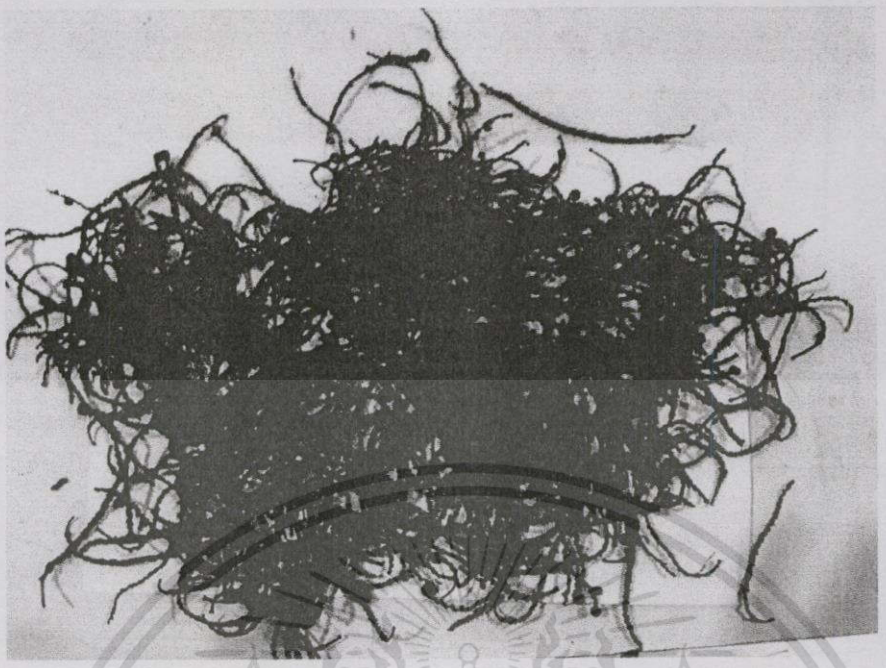
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3 เมล็ดพริกไทยที่ได้รับแรงกระแทกจากลูกนวด



รูปที่ 4.4 เมล็ดพริกไทยติดรวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 รวงพริกไทยที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดสอบการนวดพริกไทยและคัดแยก ตามความเร็วรอบต่างๆ

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงผลการทดลองการนวดพริกไทยและคัดแยก ใช้พริกไทยจำนวน 2 กิโลกรัม

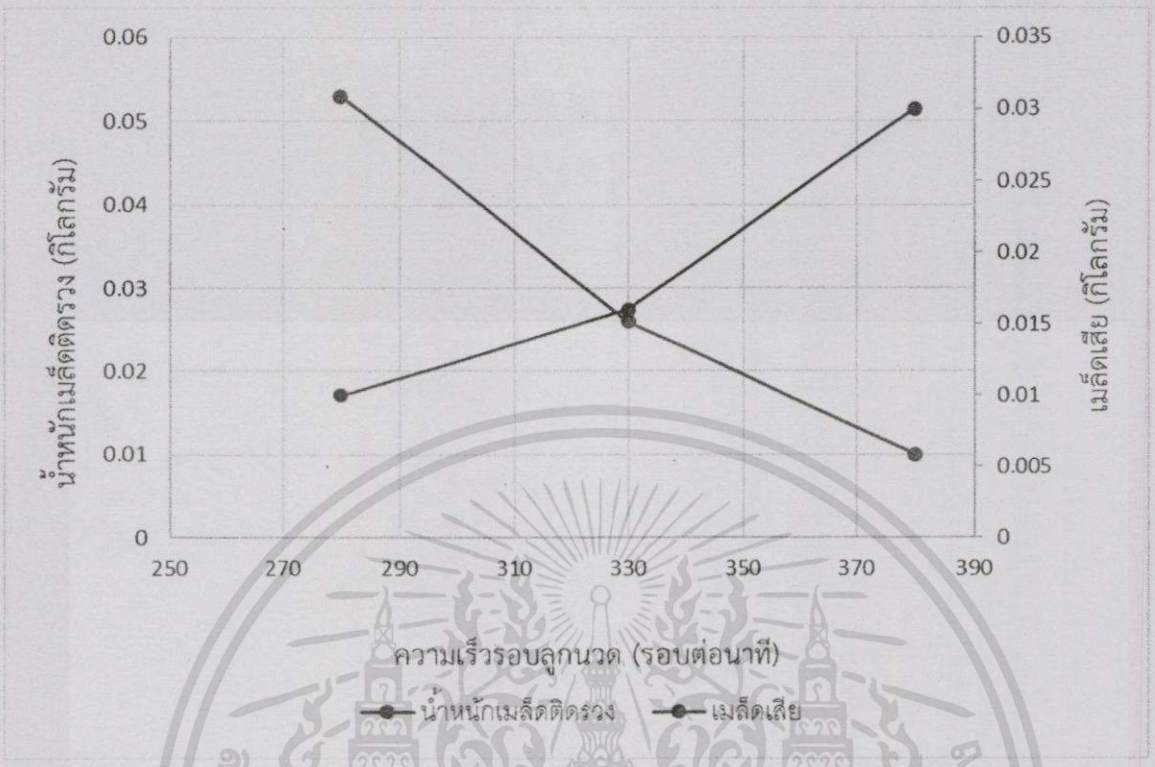
ความเร็วรอบมอเตอร์ (rpm)	ความเร็วรอบลูกนวด	ครั้งที่	น้ำหนักพริกไทยก่อนป้อน (กิโลกรัม)	น้ำหนักพริกไทยทั้งหมดที่ช่องทางออก (กิโลกรัม)	น้ำหนักรวง (กิโลกรัม)	น้ำหนักเมล็ดติดรวง (กิโลกรัม)	น้ำหนักเมล็ดเสีย (กิโลกรัม)	น้ำหนักรวงพริกไทยที่ลอดผ่านตะแกรงนวด (กิโลกรัม)	เวลาที่ใช้ในการนวด (วินาที)	ประสิทธิภาพการทำงาน (%)	ความสามารถในการทำงาน (กิโลกรัม/ชั่วโมง)
1000	280	1	2	1.73	0.21	0.04	0.01	0.02	36	84	200.00
		2	2	1.72	0.22	0.05	0.01	0.01	40	83	180.00
		3	2	1.74	0.2	0.05	0.01	0.01	38	84	189.47
1200	330	1	2	1.76	0.2	0.03	0.02	0.01	38	85.5	189.47
		2	2	1.78	0.19	0.02	0.02	0.01	32	87	225.00
		3	2	1.76	0.2	0.03	0.01	0.01	35	86	205.71
1400	380	1	2	1.77	0.2	0.01	0.02	0.02	33	87	218.18
		2	2	1.76	0.21	0.01	0.02	0.02	35	86.5	205.71
		3	2	1.79	0.19	0.01	0.02	0.01	34	88	211.76

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงผลการทดลองเฉลี่ยของเครื่องนวดพริกไทยและคัดแยก

ความเร็วรอบของมอเตอร์ (rpm)	ความเร็วรอบลูกนวด (rpm)	น้ำหนักพริกไทยก่อนป้อน (กิโลกรัม)	น้ำหนักพริกไทยทั้งหมดที่ช่องทางออก (กิโลกรัม)	น้ำหนักรวง (กิโลกรัม)	น้ำหนักเมล็ดติดรวง (กิโลกรัม)	น้ำหนักของเมล็ดเสีย (กิโลกรัม)	น้ำหนักรวงพริกไทยที่ลอดผ่านตะแกรงนวด (กิโลกรัม)	เวลาที่ใช้ในการนวด (วินาที)	ประสิทธิภาพการทำงาน (%)	ความสามารถในการทำงาน (กิโลกรัม/ชั่วโมง)
1000	280	2	1.73	0.21	0.04	0.01	0.01	38	83.67	189.82
1200	330	2	1.76	0.19	0.02	0.02	0.01	35	86.17	206.72
1400	380	2	1.77	0.20	0.01	0.02	0.02	34	87.17	211.88

จากการทดสอบเครื่องนวดพริกไทยที่ใช้ลูกนวดต้นแบบ โดยใช้การป้อนของพริกไทยในช่องทางเข้า 2 กิโลกรัม จากตารางจะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มความเร็วรอบเพิ่มขึ้น เปอร์เซนต์การติดรวงของเมล็ดพริกไทยจะน้อยลง แต่จะมีจำนวนของเมล็ดที่เกิดความเสียหาย อันเนื่องมาจากแรงกระแทกของลูกนวด ความเร็วรอบลูกนวดที่เหมาะสมที่สุดในการนวดคือ 380 rpm ใช้เวลาในการนวด 34 วินาที ได้ประสิทธิภาพการทำงานเท่ากับ 87.17 เปอร์เซ็นต์ และได้สมรรถนะการทำงาน 211.88 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จะมีพริกไทยออกจากช่องทางออก 1.77 กิโลกรัม ส่วน 0.23 กิโลกรัม ที่หายไปนั้น คือน้ำหนักของรวงที่ถูกนวดออกจากเมล็ดพริกไทยและน้ำหนักของเมล็ดติดรวง

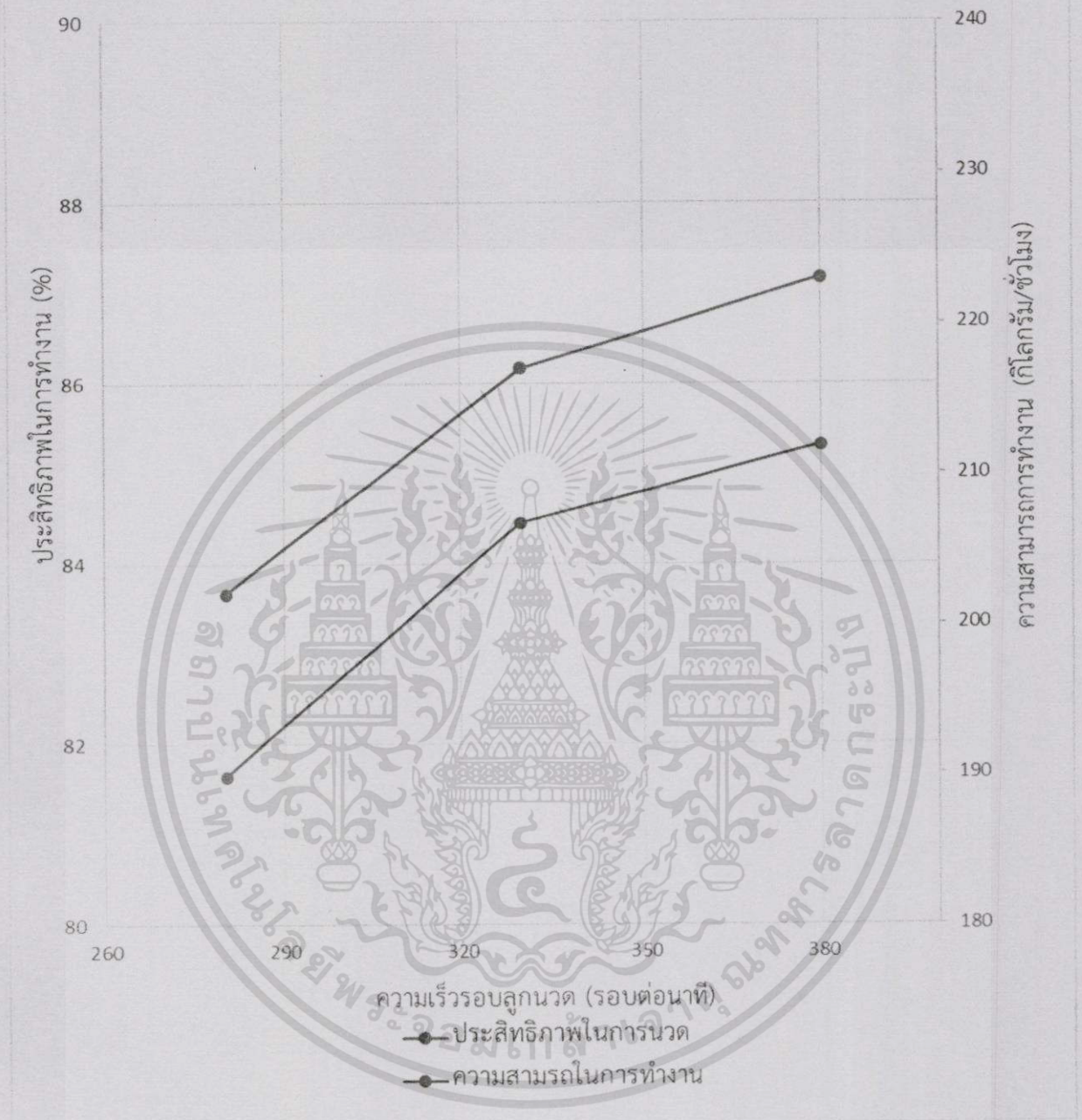
วิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเมล็ดติดรวงกับเมล็ดเสีย

จากรูปที่ 4.1 การทดสอบเครื่องนวดและคัดแยกพริกไทย โดยการป้อนพริกไทยในช่องทางเข้า 2 กิโลกรัม จากกราฟเมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้น จะทำให้เมล็ดพริกไทยติดรวงน้อยลง แต่มีจำนวนเมล็ดที่เกิดความเสียหายเนื่องมาจากแรงกระแทกของลูกนวดเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



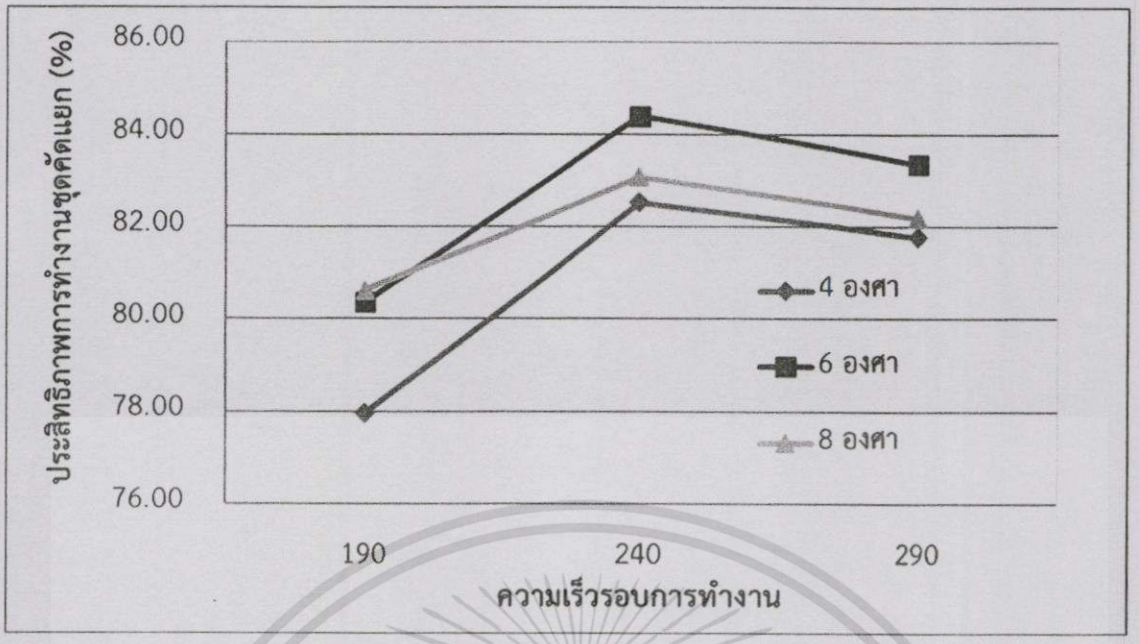
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการทำงานและความสามารถในการทำงานที่ความเร็วรอบต่างๆ ของชุดนวดพริกไทย

จากรูปที่ 4.2 การทดสอบเครื่องนวดพริกไทยและคัดแยก โดยการป้อนของพริกไทยในช่องทางเข้า 2 กิโลกรัม จากกราฟจะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มความเร็วรอบทำให้ประสิทธิภาพ และความสามารถในการทำงานของเครื่องนวดเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงผลทดลองการคัดแยกพริกไทย 2 กิโลกรัม

ความเร็วรอบชุดคัดแยก (รอบต่อนาที)	มุมเอียงตะแกรง (องศา)	ทางออกตะแกรง 5 มิลลิเมตร		ประสิทธิภาพการคัดแยกชั้นตะแกรงขนาด 5 มิลลิเมตร (%)	ทางออกตะแกรง 4 มิลลิเมตร		ประสิทธิภาพการคัดแยกชั้นตะแกรงขนาด 4 (มิลลิเมตร)	ประสิทธิภาพคัดแยกเฉลี่ย (%)
		เมล็ดพริกไทยขนาด 5 มิลลิเมตรขึ้นไป (กิโลกรัม)	เมล็ดพริกไทยขนาด 4 มิลลิเมตร (กิโลกรัม)		เมล็ดพริกไทยขนาด 4 มิลลิเมตร (กิโลกรัม)	เมล็ดพริกไทยขนาดน้อยกว่า 4 มิลลิเมตร (กิโลกรัม)		
190	4	1.35	0.34	74.81	0.37	0.07	81.10	77.95
240	4	1.36	0.32	76.47	0.35	0.04	88.57	82.52
290	4	1.38	0.3	78.26	0.34	0.05	85.29	81.78
190	6	1.4	0.31	77.86	0.35	0.06	82.85	80.36
240	6	1.42	0.26	81.69	0.31	0.04	87.09	84.39
290	6	1.44	0.34	76.39	0.31	0.03	90.32	83.36
190	8	1.45	0.32	77.93	0.3	0.05	83.33	80.63
240	8	1.47	0.34	76.87	0.28	0.03	89.28	83.08
290	8	1.51	0.37	75.50	0.27	0.03	88.88	82.19



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการทำงานกับความเร็วรอบที่องศาตะแกรงต่างๆ

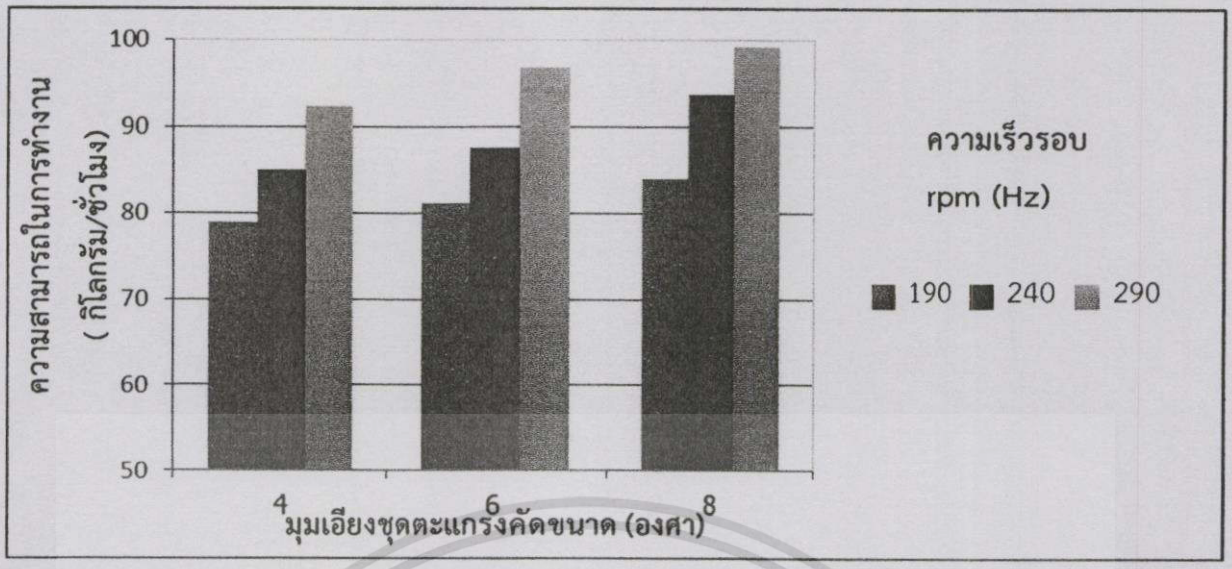
ประสิทธิภาพการคัดขนาด

ความเร็วรอบ มุมเอียงของตะแกรง และขนาดรูตะแกรง มีผลต่อประสิทธิภาพของการคัดขนาดเมล็ดพริกไทย จากการทดสอบพบว่าที่ความเร็วรอบ 240 รอบต่อนาที และมุมเอียงชุดตะแกรงคัดขนาดมุมตะแกรงเอียง 6 องศา หาประสิทธิภาพการคัดขนาดเมล็ดพริกไทยได้ 84.4 %

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบหาความสามารถในการทำงาน

ความเร็วรอบตะแกรง (รอบต่อนาที)	องศาตะแกรง	เวลาที่ใช้ (นาที)	ความสามารถในการทำงาน (กิโลกรัม/ชั่วโมง)
190	4	1.52	78.94
240		1.41	85.1
290		1.3	92.3
190	6	1.48	81.08
240		1.37	87.59
290		1.24	96.77
190	8	1.43	83.91
240		1.28	93.75
290		1.21	99.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการทำงานกับมุมเอียงของชุดตะแกรงคัดขนาดที่ความเร็วรอบต่างๆ

ความสามารถในการทำงาน

จากผลการทดสอบความสามารถในการทำงานของเครื่องนวดและคัดแยกเมล็ดพริกไทยที่ความเร็วรอบการทำงานแตกต่างกัน คือ 1,000 1,200 และ1,400 รอบต่อนาที มุมเอียงของชุดการทำงานแตกต่างกันคือ 4, 6 และ 8 องศา ผลการทดสอบความสามารถในการทำงานของชุดคัดแยกเมล็ดพริกไทยที่เหมาะสมคือ 240 รอบต่อนาที มุมเอียงชุดตะแกรงคัดขนาดที่ 6 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดสอบเครื่องนวดและชุดคัดแยกเมล็ดพริกไทย ได้ทดสอบความเร็วรอบของเครื่องนวดและคัดแยกเมล็ดพริกไทยและหาความชื้นของเมล็ดพริกไทยที่เหมาะสม จากการทดสอบการนวดพริกไทยออกจากรวง ถ้าความเร็วรอบลูกนวดน้อย ทำให้เม็ดพริกไทยติดรวงมาก ถ้าความเร็วรอบสูงเกินไปทำให้เมล็ดพริกไทยเสียหายแต่เมล็ดพริกไทยติดรวงน้อยลง ส่วนความชื้นของพริกไทยต้องทำการลดความชื้นก่อนนวด จากการทดสอบเครื่องนวดพริกไทย ความเร็วรอบของลูกนวดที่เหมาะสมที่สุดคือ 380 รอบต่อนาที ได้ประสิทธิภาพการนวดเมล็ดพริกไทย 87.17 % ความสามารถในการทำงาน 211.88 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และในส่วนของชุดคัดแยกความเร็วรอบที่เหมาะสมคือ 240 รอบต่อนาที ที่มุมเอียง 6 องศาได้ประสิทธิภาพการคัดแยก 84.4%

5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการปรับปรุง

1. ควรนำพริกไทยที่เก็บจากต้นมาทำการตากแดด 1 วันก่อนเข้าเครื่องนวดเพื่อทำให้เครื่องนวดนวดเมล็ดพริกไทยให้หลุดออกจากรวงง่ายขึ้นทำให้มีเม็ดติดรวงน้อยลงและเม็ดพริกไทยเสียหายน้อยลง

2. ที่ชุดป้อนพริกไทยเกิดการติดขัดต้องมีคนควบคุมการป้อนทำให้การปล่อยลงสู่ลูกนวดไม่ต่อเนื่อง ควรพัฒนาทำชุดป้อนให้กว้างและโค้งมนเพื่อการปล่อยพริกไทยที่คล่องตัว รวมถึงการเพิ่มชุดเกี่ยวพริกไทย

3. ควรปรับปรุงขนาดรูตะแกรงโดยเปลี่ยนขนาดรูตะแกรง เนื่องจากตะแกรงชั้นบนกับชั้นล่างนั้นมีขนาดใกล้เคียงกันเกินไป ทำให้เมล็ดพริกไทยไปรวมกันอยู่บนตะแกรงชั้นบนเป็นจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ความชื้น

ความชื้น (moisture content) เป็นค่าที่บ่งชี้ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในวัสดุ เป็นสมบัติที่สำคัญมากที่สุดอย่างหนึ่งของวัสดุทางการเกษตร เนื่องจาก จะส่งผลต่อ การเน่าเสียของวัสดุทางการเกษตร

การหาปริมาณความชื้น (Measurement of Moisture Content)

การหาปริมาณความชื้น โดยหลักการแล้วสามารถทำโดยนำวัตถุดิบที่ต้องการหาความชื้น มาชั่งน้ำหนักแล้วบันทึกค่าไว้เป็น มวลวัตถุเริ่มต้น จากนั้นจึงนำมาอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 80-100 °C จนกระทั่งน้ำหนักไม่เปลี่ยนแปลงจากนั้นบันทึกค่าไว้เป็น มวลวัตถุที่แห้ง แล้วนำมาคำนวนตามสูตร

% ความชื้น(ต่อน้ำหนักเปียก) = (มวลวัตถุเริ่มต้น - มวลวัตถุที่แห้ง)x100/ มวลวัตถุเริ่มต้น

% ความชื้น(ต่อน้ำหนักแห้ง) = (มวลวัตถุเริ่มต้น - มวลวัตถุที่แห้ง)x100 /มวลวัตถุที่แห้ง

ตัวอย่างการคำนวนหา % ความชื้น (Percentage Moisture)

สมมิติว่ามีตัวอย่างดิน 100.0 กรัม หลังจากอบแห้งที่ 100° C จนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักได้ 87.0 กรัม เปอร์เซ็นต์ความชื้น มีค่า เท่าไร (ให้ขึ้นกับน้ำหนักเริ่มต้น)

น้ำหนักของความชื้น = 100.0 - 87.0 = 13.0 กรัม

% ความชื้น (เปียก) =(100.0 - 87.0)*100/100 = 13%

% ความชื้นขึ้นกับน้ำหนักแห้ง =(100.0 - 87.0)*87/100= 14.94%

แต่การใช้ตู้อบนั้นจะใช้เวลานานซึ่งส่วนใหญ่จะใช้เวลามากกว่า 4 ชั่วโมงในการอบ โดยปัจจุบันนี้มีเครื่องมือในการหาปริมาณความชื้นมากมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1ก แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิตของเมล็ดพริกไทย(GMD) จำนวน 100 เมล็ด

เมล็ดที่	ความยาว(a)	ความกว้าง (b)	ความหนา(c)	GMD
1	3.52	3.48	3.75	3.58
2	3.61	3.08	3.71	3.46
3	3.66	3.67	3.65	3.66
4	3.68	4.84	4.81	4.41
5	3.69	3.78	3.88	3.78
6	4.01	4.2	4.12	4.11
7	4.13	4.17	4.29	4.2
8	4.21	4.16	4.05	4.14
9	4.35	4.8	4.78	4.64
10	4.35	4.31	4.28	4.31
11	4.36	4.34	4.43	4.38
12	4.37	4.82	4.85	4.67
13	4.41	4.96	4.97	4.77
14	4.41	4.37	4.25	4.34
15	4.43	4.51	4.28	4.41
16	4.52	4.38	4.11	4.33
17	4.58	4.63	4.83	4.68
18	4.58	4.73	4.67	4.66
19	4.6	4.99	4.96	4.85
20	4.61	4.38	4.45	4.48
21	4.62	4.23	4.4	4.41
22	4.62	4.63	4.78	4.68
23	4.62	4.43	4.45	4.5
24	4.63	4.69	4.32	4.54
25	4.64	3.69	3.67	3.98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1ก แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิตของเมล็ดพริกไทย(GMD) จำนวน 100 เมล็ด (ต่อ)

เมล็ดที่	ความยาว(a)	ความกว้าง (b)	ความหนา(c)	GMD
27	4.67	4.59	4.28	4.51
28	4.69	4.72	4.55	4.65
29	4.69	4.61	4.23	4.51
30	4.74	4.62	4.53	4.63
31	4.75	4.62	4.48	4.62
32	4.77	4.85	4.43	4.68
33	4.77	4.79	4.75	4.77
34	4.78	4.77	4.87	4.81
35	4.79	4.63	4.61	4.68
36	4.79	4.72	4.63	4.71
37	4.8	4.58	4.42	4.6
38	4.81	4.8	4.83	4.81
39	4.81	4.82	4.93	4.85
40	4.81	4.93	4.78	4.84
41	4.81	4.92	4.43	4.72
42	4.83	4.72	4.74	4.76
43	4.85	4.88	4.78	4.84
44	4.87	5.01	4.8	4.89
45	4.88	4.81	4.61	4.77
46	4.9	4.75	4.76	4.8
47	4.91	4.55	4.56	4.67
48	4.92	4.67	4.38	4.65
49	4.93	5.01	5.04	4.99
50	4.94	4.6	4.59	4.71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1ก แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิตของเมล็ดพริกไทย(GMD) จำนวน 100 เมล็ด (ต่อ)

เมล็ดที่	ความยาว(a)	ความกว้าง (b)	ความหนา(c)	GMD
51	4.95	4.96	4.89	4.93
52	4.95	4.78	4.71	4.81
53	4.97	5.18	4.98	5.04
54	4.97	4.84	4.72	4.84
55	4.98	4.4	4.73	4.7
56	4.98	5.3	5.21	5.16
57	4.99	4.8	4.85	4.88
58	4.99	5.08	5.04	5.04
59	5.01	4.65	4.79	4.81
60	5.04	5.18	5.08	5.1
61	5.05	4.74	4.79	4.86
62	5.05	4.68	4.85	4.86
63	5.05	5.11	4.98	5.05
64	5.06	5.04	5.01	5.04
65	5.08	5.21	5.18	5.16
66	5.08	5.18	5.26	5.17
67	5.09	5.11	5.01	5.07
68	5.09	5.11	5.2	5.13
69	5.09	5.07	5.1	5.09
70	5.1	4.75	5	4.95
71	5.1	5.25	5.02	5.12
72	5.11	5.28	5.65	5.34
73	5.12	5.29	5.32	5.24
74	5.13	5.24	5.19	5.19
75	5.17	5.27	5.13	5.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1ก แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิตของเมล็ดพริกไทย(GMD) จำนวน 100 เมล็ด (ต่อ)

เมล็ดที่	ความยาว(a)	ความกว้าง (b)	ความหนา(c)	GMD
76	5.18	5.21	5.18	5.19
77	5.18	4.99	4.97	5.05
78	5.19	4.76	4.75	4.9
79	5.19	4.35	4.23	4.57
80	5.25	4.89	4.92	5.02
81	5.25	5.21	5.25	5.24
82	5.26	4.97	4.89	5.04
83	5.27	5.42	5.5	5.4
84	5.28	5	5.02	5.1
85	5.29	5.26	5.63	5.39
86	5.3	5.28	5.32	5.3
87	5.31	4.76	5.61	5.21
88	5.33	5.01	5.21	5.18
89	5.35	5.53	5.55	5.48
90	5.42	5.74	5.59	5.58
91	5.44	5.03	5.21	5.22
92	5.66	5.51	5.53	5.57
93	5.68	5.1	5.6	5.45
94	6.1	6.46	6.42	6.32
95	6.24	6.51	6.5	6.42
96	6.25	6.04	6.11	6.13
97	6.3	6.2	6.21	6.24
98	6.54	6.68	6.65	6.62
99	6.68	6.72	6.77	6.72
100	6.7	6.85	6.75	6.77

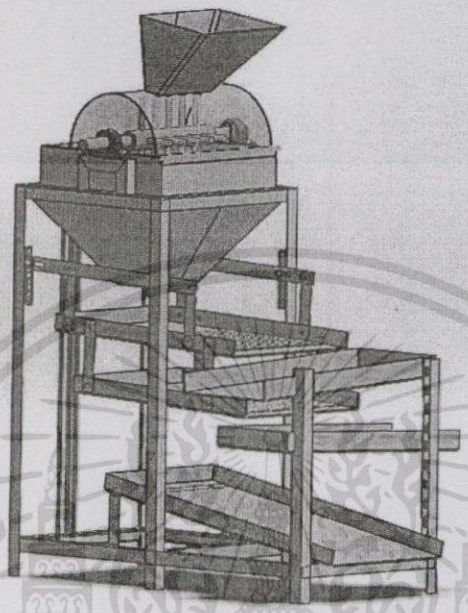
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2ก ตารางบันทึกผลการทดลองเครื่องนวดพริกไทยและชุดคัดแยกโดยใช้พริกไทยครั้งละ2 กิโลกรัม

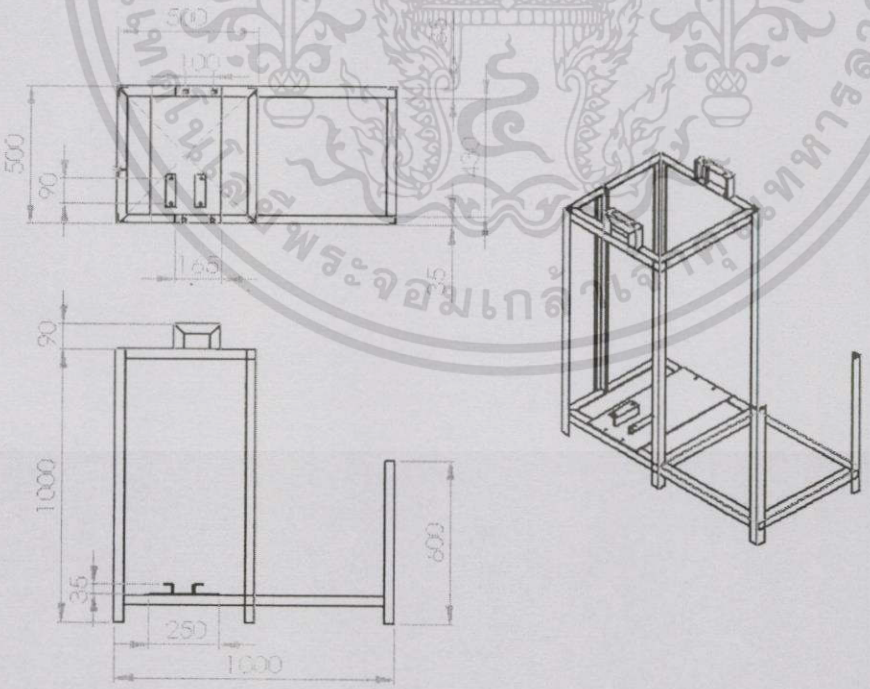
ความเร็วรอบมอเตอร์ (rpm)	ความเร็วรอบลูกนวด	ครั้งที่	น้ำหนักพริกไทยก่อนป้อน (kg)	น้ำหนักพริกไทยทั้งหมดที่ช่องทางออก (kg)	น้ำหนักรวง (kg)	น้ำหนักเมล็ดติดรวง (kg)	น้ำหนักเมล็ดเสีย (kg)	น้ำหนักรวงพริกไทยที่ลอดผ่านตะแกรงนวด (kg)	เวลาที่ใช้ในการนวด (sec)
1000	280	1	2	1.73	0.21	0.04	0.01	0.02	36
		2	2	1.72	0.22	0.05	0.01	0.01	40
		3	2	1.74	0.2	0.05	0.01	0.01	38
1200	330	1	2	1.76	0.2	0.03	0.02	0.01	38
		2	2	1.78	0.19	0.02	0.02	0.01	32
		3	2	1.76	0.2	0.03	0.01	0.01	35
1400	380	1	2	1.77	0.2	0.01	0.02	0.02	33
		2	2	1.76	0.21	0.01	0.02	0.02	35
		3	2	1.79	0.19	0.01	0.02	0.01	34

ตารางที่ 2ก ตารางบันทึกผลการทดลองเครื่องนวดพริกไทยและชุดคัดแยกโดยใช้พริกไทยครั้งละ2 กิโลกรัม (ต่อ)

ความเร็วรอบชุดคัดแยก (รอบต่อนาที)	มุมเอียงตะแกรง (องศา)	ทางออกตะแกรง 5 มิลลิเมตร		ประสิทธิภาพการคัดแยกชั้นตะแกรงขนาด 5 มิลลิเมตร (%)	ทางออกตะแกรง 4 มิลลิเมตร		ประสิทธิภาพการคัดแยกชั้นตะแกรงขนาด 4 (มิลลิเมตร)	ประสิทธิภาพคัดแยกเฉลี่ย (%)
		เมล็ดพริกไทยขนาด 5 มิลลิเมตรขึ้นไป (กิโลกรัม)	เมล็ดพริกไทยขนาด4 มิลลิเมตร (กิโลกรัม)		เมล็ดพริกไทยขนาด 4 มิลลิเมตร (กิโลกรัม)	เมล็ดพริกไทยขนาดน้อยกว่า4 มิลลิเมตร (กิโลกรัม)		
190	4	1.35	0.34	74.81	0.37	0.07	81.10	77.95
240	4	1.36	0.32	76.47	0.35	0.04	88.57	82.52
290	4	1.38	0.3	78.26	0.34	0.05	85.29	81.78
190	6	1.4	0.31	77.86	0.35	0.06	82.85	80.36
240	6	1.42	0.26	81.69	0.31	0.04	87.09	84.39
290	6	1.44	0.34	76.39	0.31	0.03	90.32	83.36
190	8	1.45	0.32	77.93	0.3	0.05	83.33	80.63
240	8	1.47	0.34	76.87	0.28	0.03	89.28	83.08
290	8	1.51	0.37	75.50	0.27	0.03	88.88	82.19

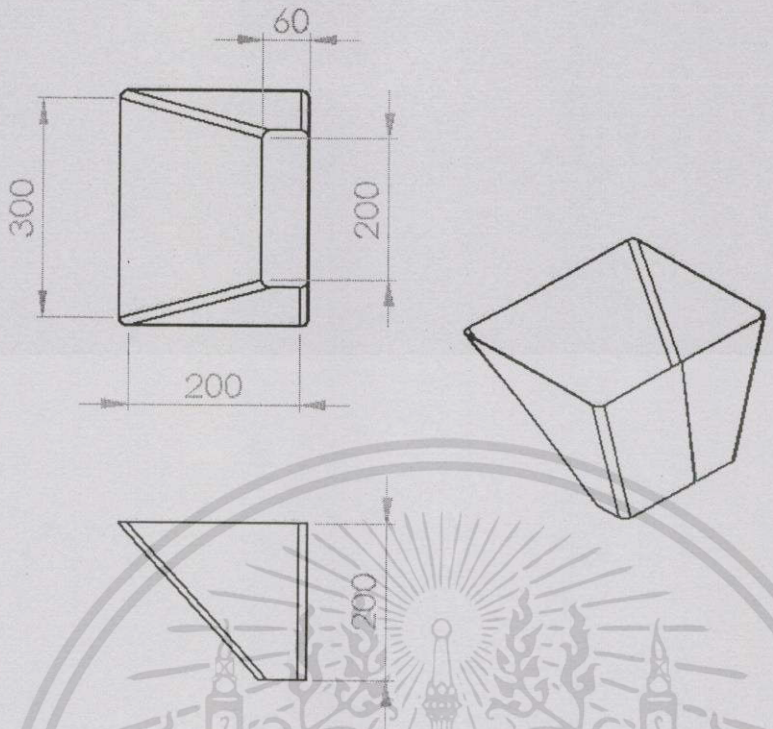


รูปที่ 1ข แสดงแบบของเครื่องนวดพริกไทยและชุดคัดแยก

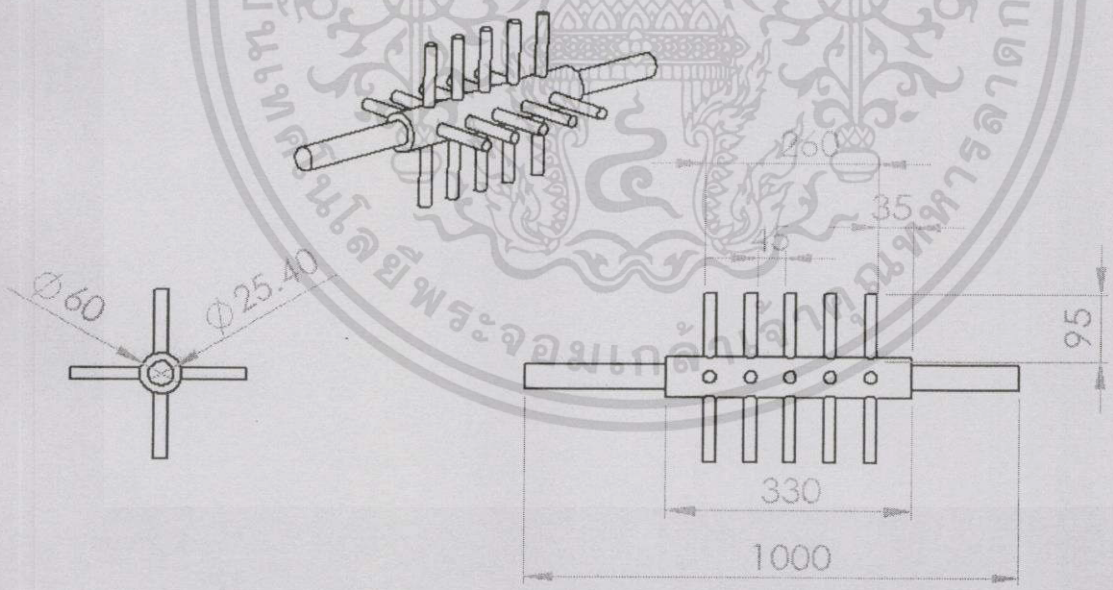


รูปที่ 2ข แสดงโครงของเครื่องนวดพริกไทยและชุดคัดแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

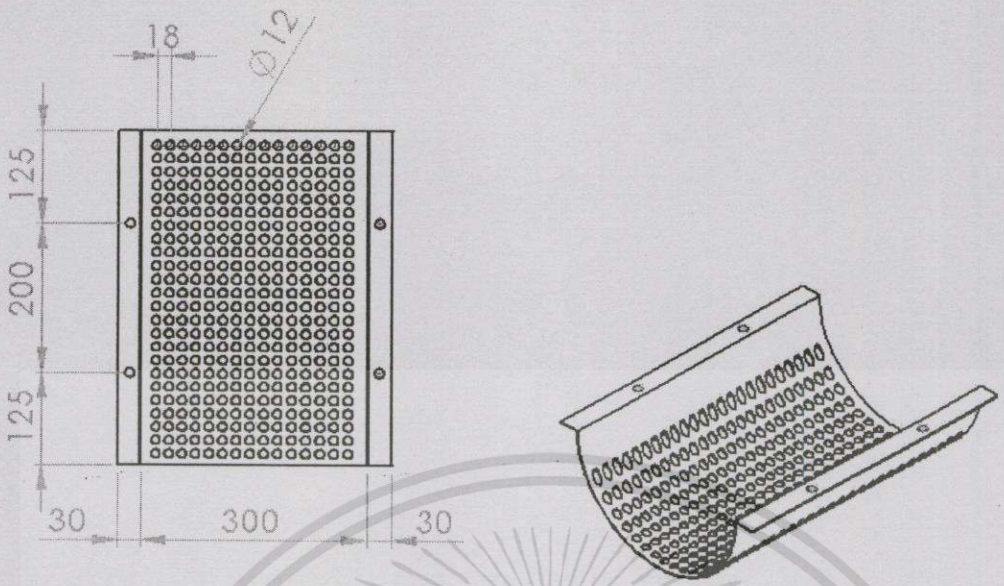


รูปที่ 3ข แสดงแบบชุดป้อนของเครื่องนวดพริกไทย

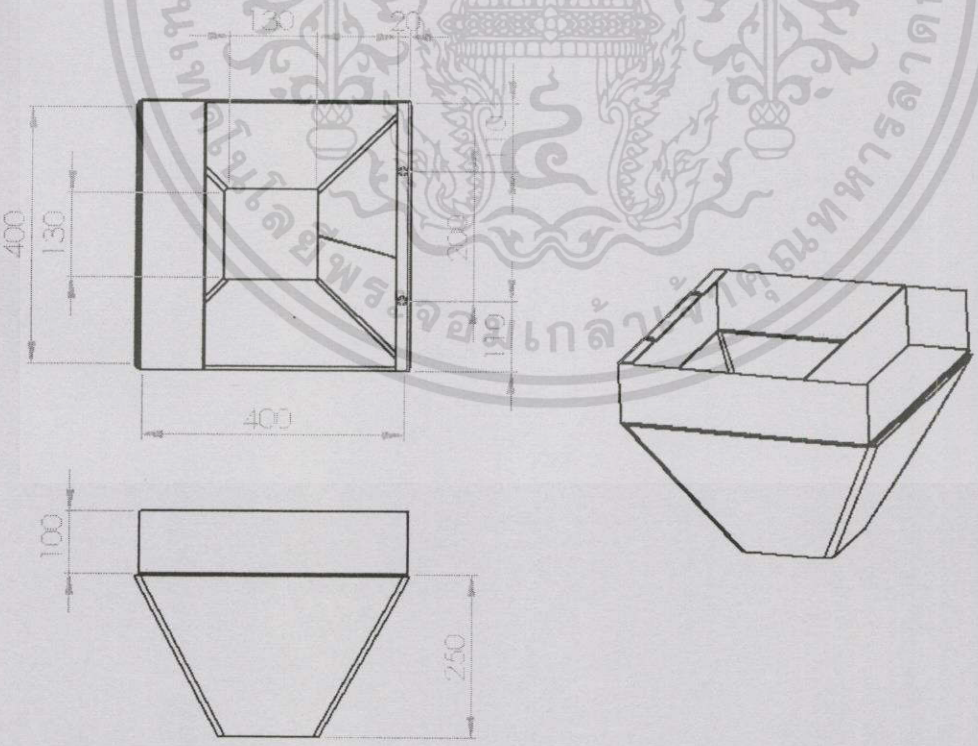


รูปที่ 4ข แสดงแบบลูกนวดของเครื่องนวดพริกไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

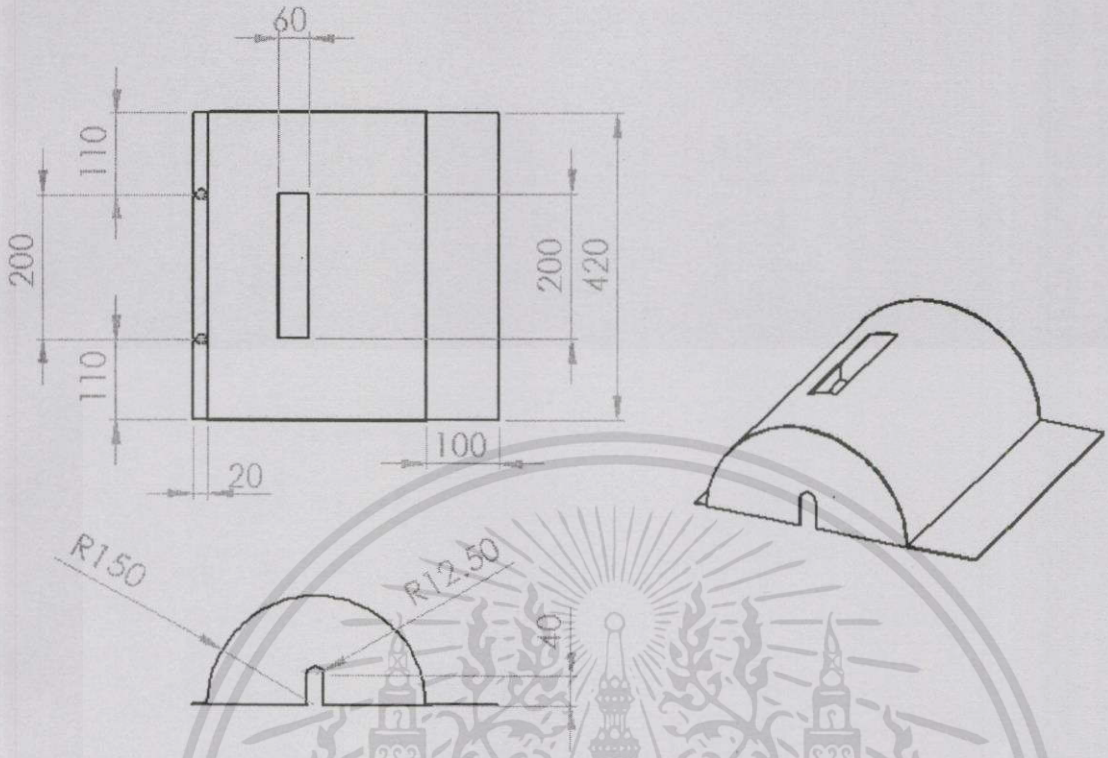


รูปที่ 5ข แสดงแบบตะแกรงนวดของเครื่องนวดพริกไทย

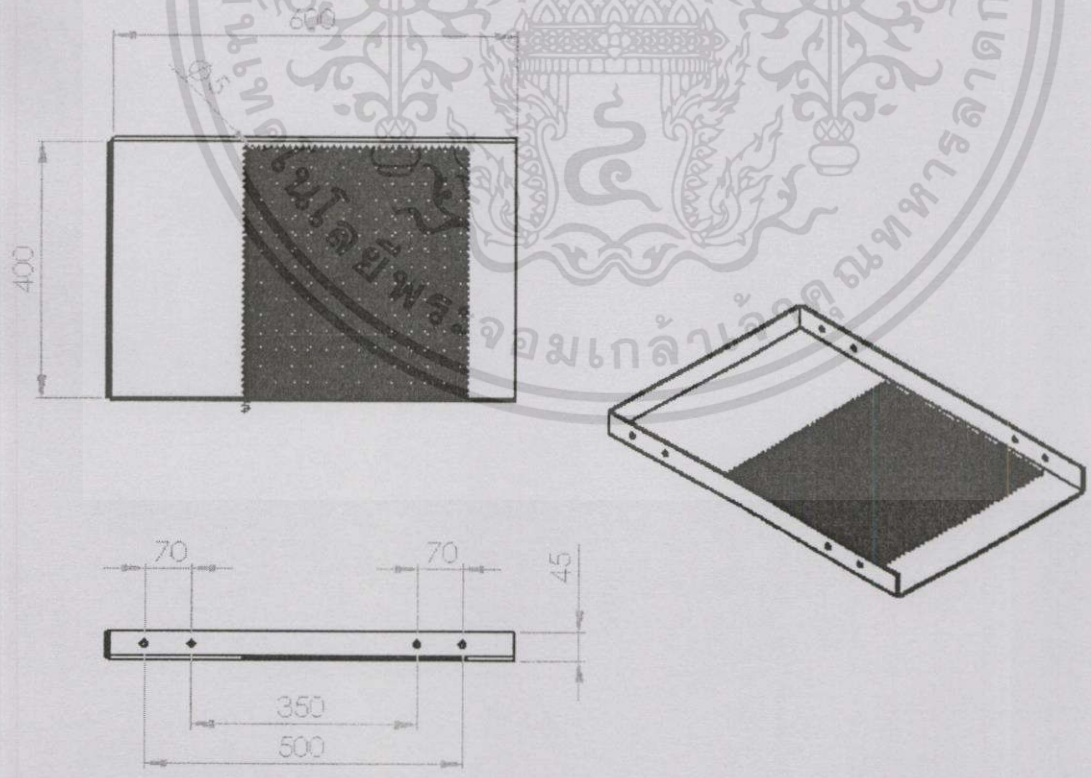


รูปที่ 6ข แสดงแบบฐานของเครื่องนวดพริกไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

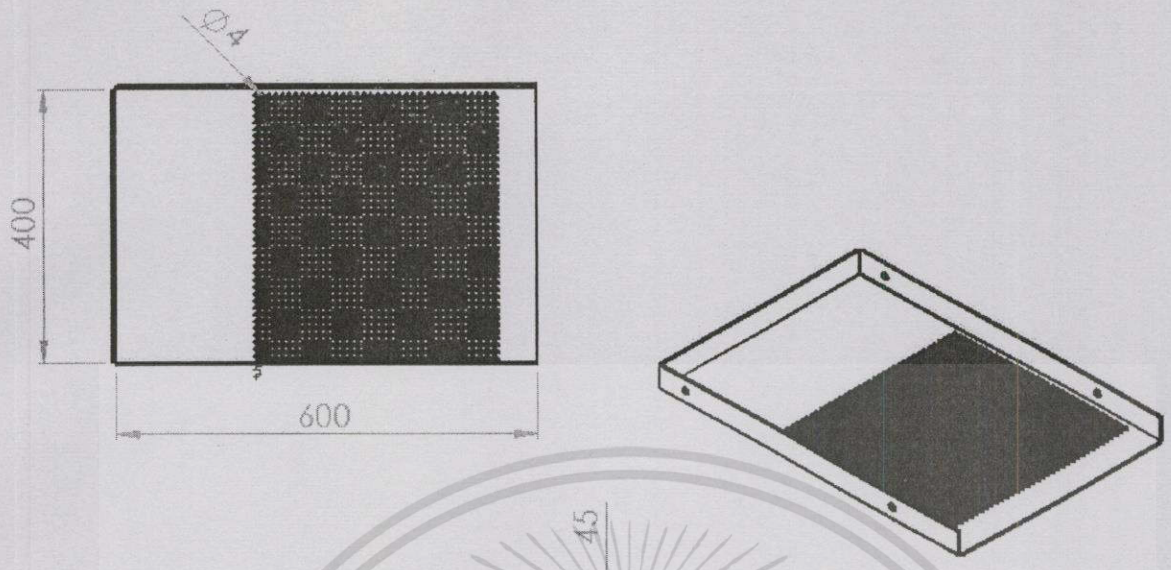


รูปที่ 7ข แสดงแบบฝาปิดของเครื่องนวดพริกไทย

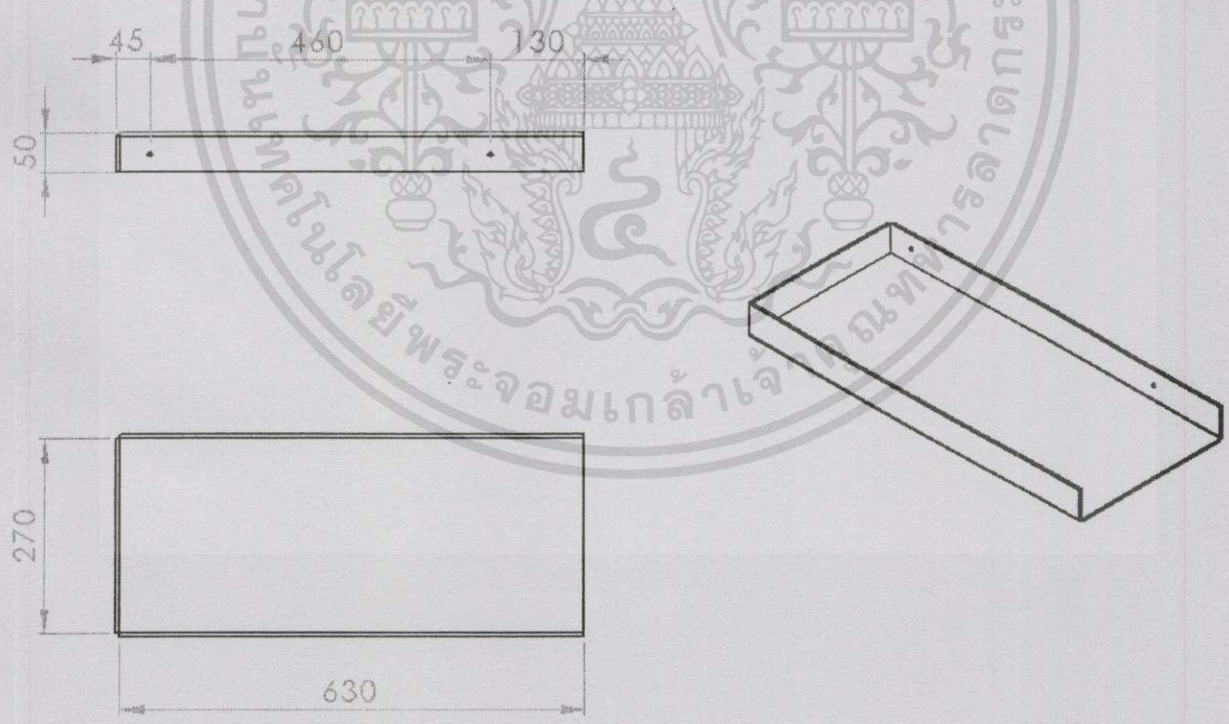


รูปที่ 8ข แสดงแบบตะแกรงคัดแยกชั้นบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

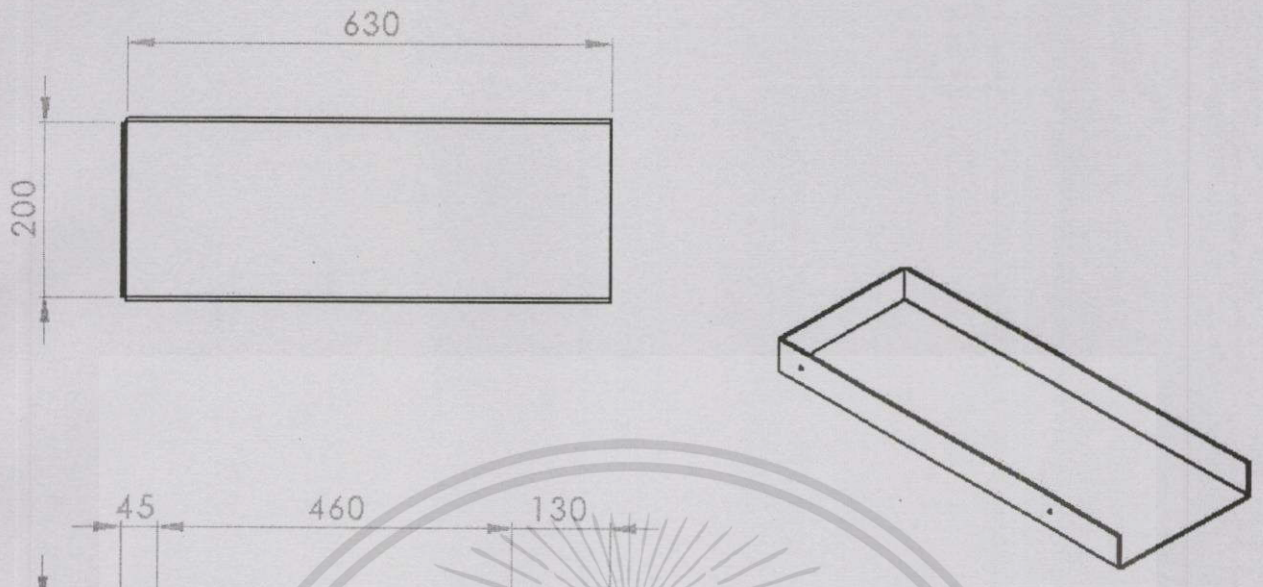


รูปที่ 9ข แสดงแบบตะแกรงคัดแยกชั้นล่าง

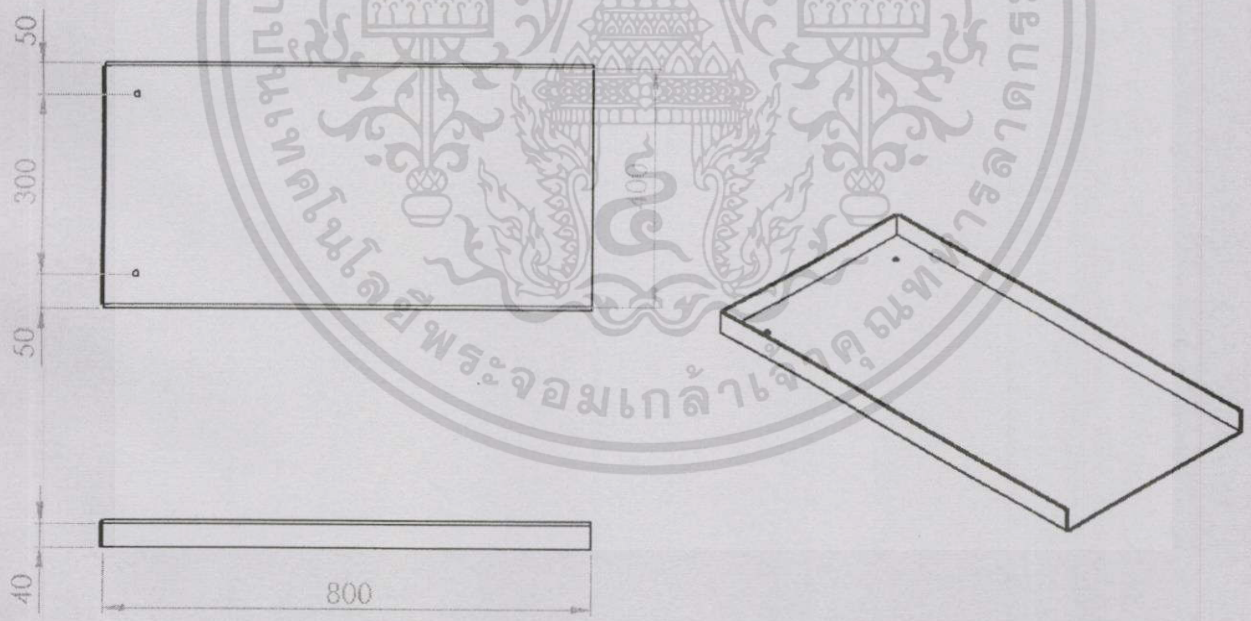


รูปที่ 10ข แสดงแบบถาดรองเมล็ดพริกไทยชั้นบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11ข แสดงแบบถาดรองเมล็ดพริกไทยชั้นกลาง



รูปที่ 12ข แสดงแบบถาดรองเมล็ดพริกไทยชั้นล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] กนกพรรณ วรรธนาคม, 2549, "พยากรณ์ผลผลิตพริกไทย", กรมวิชาการการเกษตร: Online:http://www.oae.go.th[2551, 5, 15]

[2] ภูวนาท นนทรี, 2531, การปลูกพริกไทย, โครงการหนังสือเกษตรชุมชน, เรืองแสงการพิมพ์, กรุงเทพ

[3] สาธิป รัตนภาสกร, พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงค์, "การออกแบบเครื่องนวดพริกไทย", งานวิจัยทั่วไป.สาขาวิศวกรรมอาหาร, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,2539

[4] วริทธิ์ อึ้งภากรณ์และชาญ ถนัดงาน. การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม1. หจก. เอช-เอ็น การพิมพ์: กรุงเทพฯ, 2534.

[5] วริทธิ์ อึ้งภากรณ์และชาญ ถนัดงาน. การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม2. หจก. เอช-เอ็น การพิมพ์: กรุงเทพฯ, 2541.

[6] ดวงฤดี กรแก้ว, สุกัญญา กุนะ, "การทดลองและพัฒนาเครื่องลอกเปลือกพริกไทย", วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,2537.

[7] พืชเศรษฐกิจในประเทศไทย: สมาคม การพัฒนาการปลูกไม้ผลและเครื่องเทศ สมุนไพร

[8] ผศ. จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์. เครื่องจักรกลการเกษตร (เล่ม 2). กรุงเทพฯ : ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2541.

[9] ปานมนัส ศิริสมบูรณ์, พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และสาทิป รัตนภาสกร. สมบัติทางกายภาพและวิศวกรรมของชีววัสดุ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2538.

[10] จำรูญ ตันติพิศาลกุล, การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพ ฯ, 2541.

[11] มนัส อนุศิริ, การออกแบบโครงสร้างไม้และเหล็ก, --กรุงเทพฯ, ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2548.

[12] รศ.บรรเลง ศรนิล, "ตารางงานโลหะ", สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ, 2524

[13] อ. มโน สุวรรณคำ, วิศวกรรมการแปรสภาพผลิตผลเกษตร 1, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี:

[14] จตุพล แสงอภัย, บัณฑิต ทองสร้อย, เรวัตร ไชยหงส์สา. "การออกแบบและพัฒนาเครื่องนวดพริกไทย". งานวิจัยทั่วไป. สาขาวิศวกรรมเกษตร. คณะวิศวกรรมศาสตร์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[15] ธนากร จันทร์เพ็ญ, วรฉัตร อัคคะ, วีระวิทย์ รัดที. "การปรับปรุงชุดคัดขนาดฝักถั่วลิสงของเครื่องปลิดฝักถั่วลิสง". งานวิจัยทั่วไป. สาขาวิศวกรรมเกษตร. คณะวิศวกรรมศาสตร์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2550

[16] http://courseware.rmutl.ac.th/courses/55/unit000.htm [2551, 5, 15]

[17] http://www.ipcnet.org/qthailand.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้