สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาเครื่องคัดขนาดพริกเพื่อการส่งออก

DESIGN AND DEVELOP THE CHILI SIZE GRADER FOR EXPORT

T055698

นาย กฤตทอง พานดอกไม้
นาย คมศร ทองเอี่ยม
นาย อุทัย จบศรี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเกษตร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....55698.....
วัน,เดือน,ปี 24 พ.ค. 2548

b.....
i.....

ปีการศึกษา 2546

การพัฒนาเครื่องคัดขนาดพริกเพื่อการส่งออก

โดย

กฤตทอง พานดอกไม้

คมศร ทองเอี่ยม

อุทัย จบศรี

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ พิชิต กิตตินนท์

อาจารย์ สุตาภัทร แคว้นเขาเม็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2546

ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การพัฒนาเครื่องคัดขนาดพริกเพื่อการส่งออก

ผู้จัดทำ

1. นายกฤตทอง พานดอกไม้
2. นายคมศร ทองเอี่ยม
3. นายอุทัย จบศรี

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ พิชิต กิตตินนท์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ สุตาภัทร แคว้นเขาเม็ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาเครื่องคัดขนาดพริกเพื่อการส่งออก

กฤตทอง พานดอกไม้
คมศร ทองเอี่ยม
อุทัย จบศรี
พิชิต กิตตินนท์ อาจารย์ที่ปรึกษา
สุตาภัทร แคว้นเขาเม็ง อาจารย์ที่ปรึกษา

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์คือ พัฒนาเครื่องคัดขนาดพริก ให้มีประสิทธิภาพในการทำงานที่ดีขึ้น สามารถใช้งานได้สะดวกขึ้นและราคาเครื่องถูกลง โดยมีการพัฒนาส่วนประกอบของเครื่องตั้งแต่ โครงสร้าง ชุดตะแกรงคัดขนาดพริก ชุดปรับมุมเอียง และใช้ Motor เป็นต้นกำลังในการสั่นสะเทือน

โดยมีหลักการทำงานของเครื่องคือ เครื่องคัดขนาดพริกจะคัดขนาดพริกตามความหนาของพริกแรงสั่นสะเทือนทำให้พริกเคลื่อนที่ลงตามรางเอียงเป็นแถวด้วยน้ำหนักของตัวเอง เมื่อโรยพริกลงบนตะแกรงคัดขนาดพริก พริกที่ขนาดใหญ่กว่า 7 มม. จะเคลื่อนตัวลงสู่ถาดรองรับที่ปลายตะแกรง ส่วนพริกที่ขนาดเล็กกว่า 7 มม. จะตกลงสู่ด้านล่างของตะแกรงซึ่งมีถาดรองรับ

เครื่องคัดขนาดพริกสามารถแยกพริกได้ 2 เกรด คือ 1) พริกขนาดเล็กกว่า 7 มิลลิเมตร 2)พริกขนาดใหญ่กว่า 7 มิลลิเมตร จากการทดสอบหาประสิทธิภาพและเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของเครื่อง พบว่า เครื่องคัดขนาดพริกนี้มีประสิทธิภาพการคัดสูงสุดที่ 99.4 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัด 7 เปอร์เซ็นต์ ที่มุมเอียงของตะแกรง 15 องศา อัตราการคัดของเครื่องคือ 34.2 กิโลกรัม/ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Design and Develop the Chili Size Grader Machine for Export

Kritthong Phandokmai
Khomsorn Thongeiam
Uthai Jobsri
Pichit Kittinont Advisor
Sutapat Kwankaomeng Advisor

ABSTRACT

The objective of this project is to develop the chili size grader for increase efficiency. This machine consists of : a frame work, a sorting screen, inclined angle an screen adjuster and vibrating system.

The machine sorts chilies according to their thickness. The movement and position of chilies were controlled by vibrating force. When machine is operated, chilies were moved and arranged in the rows of vibrating screen and then chilies were separated into two groups. First group, the small size chilies, diameter less than 7 mm, fall from the screen while the desired group, diameter greater than 7 mm, move continuously to the container.

The experimental results showed that the chili grader yielded the maximum efficiency of 99.4 % with the maximum error of 7 % at 15 degrees of the inclination of the grading screen and 34.2 kg/hr of grading rate.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(ก)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(ข)
สารบัญ	(ค-ง)
สารบัญภาพ	(จ-ฉ)
สารบัญตาราง	(ช)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์	5
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	5
1.4 ประโยชน์คาดว่าจะได้รับ	5
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	6
2.1 ลักษณะของพริกที่ใช้ในการส่งออก	6
2.2 การจัดมาตรฐานผลพริกสด	6
2.3 ลักษณะมาตรฐานของพริกที่ใช้ในการส่งออก	6
2.4 ทฤษฎีและการออกแบบ	7
2.4.1 ออกแบบและพัฒนาตะแกรงคัดขนาดพริก	7
2.4.2 ออกแบบโครงสร้างเครื่อง	7
2.4.3 ออกแบบชุดปรับมุมเอียง	8
2.4.4 ออกแบบถาดรองรับพริก	8
2.4.5 ออกแบบชุดป้องกันพริกติด	8
2.4.6 ออกแบบชุดสั่นสะเทือนโดยใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลัง	8
หลักการคำนวณ	9
2.5 ทฤษฎีการสั่นสะเทือน	11
2.5.1 ประเภทของการสั่นสะเทือน	13
2.5.2 การวิเคราะห์การสั่นสะเทือน	14
2.5.3 การสั่นสะเทือนแบบอิสระที่ไม่มีความหน่วง	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ) หน้า

2.5.4 การสั่นสะเทือนแบบอิสระที่มีความหน่วง 16

2.5.5 การสั่นสะเทือนแบบถูกกระตุ้น 19

2.5 การหาประสิทธิภาพการคัดขนาดพริก 23

2.6 การหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดการคัดขนาด 23

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน 24

3.1 โครงสร้างฐานรองรับตะแกรง 24

3.2 ตะแกรงคัดขนาด 24

3.3 ชุดปรับมุมเอียง 25

3.4 อุปกรณ์ต้นกำลัง 26

3.5 งบประมาณการสร้างเครื่อง 28

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 29

4.1 การคำนวณหาอัตราการคัดของเครื่อง 40

บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์ 41

5.1 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง 41

5.2 บทวิจารณ์ผลการทดลอง 41

ภาคผนวก ก. 42

ภาคผนวก ข. ตารางบันทึกผลการทดลอง 46

เอกสารอ้างอิง 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	ลักษณะมาตรฐานของพริกที่ใช้ในการส่งออก	7
2.2	ลักษณะการเกิดการสั่นสะเทือน	11
2.3	การเคลื่อนที่ของมวล m เทียบกับการหมุนรอบเป็นวง	11
2.4	กราฟแสดงการเคลื่อนที่ของมวล m	13
2.5	ระบบมวลเดียวและผังแรงอิสระ	15
2.6	ระบบมวลเดียวที่มีความหนืด	17
2.7	การสั่นสะเทือนเมื่ออัตราส่วนความหน่วง $\zeta > 1$	18
2.8	การสั่นสะเทือนเมื่ออัตราส่วนความหน่วง $\zeta = 1$	18
2.9	ระบบมวลเดี่ยวภายใต้การกระตุ้นแบบฮาร์มอนิก	20
2.10	วิธี rotational	21
2.11	วิธี unidirectional	22
3.1	โครงสร้าง	24
3.2	ตะแกรงคัดขนาด	25
3.3	ชุดปรับมุมเอียง	25
3.4	อุปกรณ์ต้นกำลัง	26
3.5	ชุดสั่นสะเทือน	26
3.6	แสดงรูปถ่ายเครื่องคัดขนาดพริกด้านหน้า	27
3.7	แสดงรูปถ่ายเครื่องคัดขนาดพริกด้านข้าง	27
3.8	แสดงรูปถ่ายเครื่องคัดขนาดพริกด้านหลัง	28
4.1	(ก).พริกไม่ได้ขนาด (ข).พริกได้ขนาด	29
4.2	ลักษณะการเคลื่อนที่ของพริกบนตะแกรงคัดขนาด	30
4.3	พริกที่ผ่านการคัดขนาด	31
4.4	กราฟแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการคัดขนาดที่ความเร็วรอบต่าง	33
4.5	กราฟแสดงประสิทธิภาพในการคัดขนาด	35
4.6	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัดขนาด	34
4.7	กราฟแสดงประสิทธิภาพการคัดขนาดพริกเมื่อเพิ่มน้ำหนักพริกไม่ได้ขนาด	38
4.8	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัดขนาดเมื่อเพิ่มน้ำหนักพริกไม่ได้ขนาด	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปผนวก ก.1 โครงสร้างเครื่องและตะแกรงคัดขนาด	43
รูปผนวก ก.2 ชุดปรับมุมเอียงและถาดรองรับพริก	44
รูปผนวก ก.3 ระบบสั่นสะเทือน	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.1 ค่าตัวประกอบความล้า	10
ตารางที่ 2.2 แสดงค่าที่ใช้ในการคำนวณตามมุม α	23
ตารางที่ 4.1 สรุปผลการทดลองการหาความเร็วของเพลาลูกเบี้ยวที่เหมาะสม	32
ตารางที่ 4.2 สรุปประสิทธิภาพการคัดขนาด	34
ตารางที่ 4.3 สรุปเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัดขนาด	36
ตารางที่ 4.4 สรุปประสิทธิภาพการคัดขนาดเมื่อเพิ่มน้ำหนักพริกที่ไม่ได้ขนาด	37
ตารางที่ 4.5 สรุปเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเมื่อเพิ่มน้ำหนักพริกที่ไม่ได้ขนาด	38
ตารางผนวก ข.1 ตารางบันทึกผลการทดลองที่ความเร็วรอบ 740 รอบต่อนาที	47
ตารางผนวก ข.2 ตารางบันทึกผลการทดลองที่ความเร็วรอบ 758 รอบต่อนาที	48
ตารางผนวก ข.3 ตารางบันทึกผลการทดลองที่ความเร็วรอบ 775 รอบต่อนาที	49
ตารางผนวก ข.4 ตารางบันทึกผลการทดลองที่ความเร็วรอบ 793 รอบต่อนาที	50
ตารางผนวก ข.5 ตารางบันทึกผลการทดลองที่ความเร็วรอบ 805 รอบต่อนาที	51
ตารางผนวก ข.6 บันทึกผลการทดลองที่ 1 มุมเอียง 12 องศา	52
ตารางผนวก ข.7 บันทึกผลการทดลองที่ 1 มุมเอียง 13 องศา	53
ตารางผนวก ข.8 บันทึกผลการทดลองที่ 1 มุมเอียง 14 องศา	54
ตารางผนวก ข.9 บันทึกผลการทดลองที่ 1 มุมเอียง 15 องศา	55
ตารางผนวก ข.10 บันทึกผลการทดลองที่ 1 มุมเอียง 16 องศา	56
ตารางผนวก ข.11 บันทึกผลการทดลองที่ 2 มุมเอียง 12 องศา	57
ตารางผนวก ข.12 บันทึกผลการทดลองที่ 2 มุมเอียง 13 องศา	58
ตารางผนวก ข.13 บันทึกผลการทดลองที่ 2 มุมเอียง 14 องศา	59
ตารางผนวก ข.14 บันทึกผลการทดลองที่ 2 มุมเอียง 15 องศา	60
ตารางผนวก ข.15 บันทึกผลการทดลองที่ 2 มุมเอียง 16 องศา	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน

ในกระบวนการปรุงอาหารของไทย "พริก" นับว่าเป็นตัวชูรสให้กับอาหารไทยได้อย่างดี เนื่องจากทำให้อาหารไทยโดดเด่น มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว นอกจากจะเป็นเครื่องเทศแล้ว พริกยังมีคุณสมบัติเป็นสมุนไพรอีกด้วย กล่าวคือ มีสรรพคุณในทางยาในการช่วยรักษาโรคหิด กลาก เกลื้อน และโรคบิด โดยเฉพาะ พริกสดนั้นจะให้วิตามินซี ช่วยย่อยอาหาร เป็นยาเจริญอาหาร และขับลม แต่ถ้ากินมากไปก็เป็นโทษต่อกระเพาะอาหารหรือลำไส้ได้เหมือนกัน

พริกเป็นพืชเขตร้อนหรือกึ่งเขตร้อน ที่สามารถปลูกในดินได้เกือบทุกชนิด แต่จะขึ้นได้ดีในดินร่วนปนทราย ทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดีพอสมควร ไม่ชอบพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขังหรือชื้นแฉะ สำหรับแหล่งผลิตที่สำคัญนอกจากในประเทศไทยแล้ว ก็มีสาธารณรัฐประชาชนจีน อินโดนีเซีย เกาหลี และปากีสถาน ซึ่งเป็นคู่แข่งสำคัญของการส่งออกพริกของไทย ในประเทศไทยมีปลูกทั่วทุกภาค แต่แหล่งที่สำคัญ ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา อุบลราชธานี ชัยภูมิ และกาญจนบุรี

ชนิดของพริก ที่จำแนกเป็นกลุ่มใหญ่ ดังนี้

- พริกใหญ่ จะมีขนาดความยาวผล 5-10 ซม. ได้แก่ พริกมัน พริกเหลือง พริกบางช้าง พริกสิงคโปร์ พริกมันพิชัย
- พริกขี้หนูเม็ดใหญ่ มีขนาด 2-5 ซม. ได้แก่ พริกห้วยสีทน พริกหัวเรือ จินดา เดือยไก่ ยอดสน
- พริกขี้หนูเม็ดเล็ก ได้แก่ พันธุ์พริกขี้หนูสวน พริกขี้หนูหอม พริกกระเหรียง ชี้นก นอกจากนี้ยังมีพริกหวาน พริกหยวก ซึ่งเป็นพริกที่ไม่มีรสเผ็ด และยังมีพันธุ์ลูกผสมจาก บริษัทเอกชน อีกหลายพันธุ์ ซึ่งได้รับการปรับปรุงพันธุ์แล้ว

วิธีการปลูกและดูแลเพื่อให้ได้พริกคุณภาพ

การปลูกพริกของเกษตรกรในแต่ละพื้นที่จะแตกต่างกันไปตามสภาพพื้นที่ คือ มีปลูกทั้งในและสภาพไร่และสภาพสวน การปลูกในสภาพไร่นั้นปลูกโดยอาศัยน้ำฝน พันธุ์ที่ใช้ส่วนใหญ่ต้องทนแล้งได้ดี เช่น พันธุ์จินดา พันธุ์หัวเรือ และปลูกในพื้นที่กว้างดูแลไม่ทั่วถึงผลผลิตที่ได้ไม่สามารถควบคุมปริมาณและคุณภาพได้ ส่วนการปลูกในสภาพสวนนั้น ผลผลิตและคุณภาพค่อนข้างดี สามารถควบคุมระดับน้ำได้ ใช้สารเคมีค่อนข้างสูง และค่าใช้จ่ายด้านแรงงาน สูงกว่าสภาพไร่

หลักการปฏิบัติทั่วไปของการปลูกและดูแลรักษาพริกก็เหมือนกันทั้งการปลูกในสภาพไร่และสภาพสวน

- การเตรียมเมล็ดและต้นกล้าก่อนปลูกนับเป็นปัจจัยแรกและปัจจัยสำคัญในการปลูกพริก โดยการเพาะเมล็ดก่อนแล้วจึงย้ายกล้าลงปลูก กล้าที่ใช้ปลูกควรมีอายุ 1-2 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

– การเตรียมแปลงปลูกควรเตรียมดินให้มีการระบายน้ำดีเพราะพริกทนน้ำขังแฉะไม่ได้ก่อนย้ายกล้าปลูกควรไถพรวน แล้วหว่านปุ๋ยคอก/ปุ๋ยหมัก อัตรา 3,000-4,000 กก./ไร่ เพื่อปรับสภาพดินและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน อาจใส่ปูนมาร์ลหรือปูนขาว ลดความเป็นกรดเป็นด่าง และรองก้นหลุมด้วย ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่

– ระยะปลูกหากเป็นพริกพุ่มเล็กในระยะ 50x50 ซม. พริกพุ่มใหญ่ใช้ระยะ 50x100 ซม.

– การดูแลรักษาวิธีให้น้ำโดยทั่วไปให้น้ำ 3 วันต่อครั้ง พริกเป็นพืชที่ต้องการความชุ่มชื้น แต่ไม่ชอบน้ำขังแฉะ ดังนั้นการให้น้ำก็พิจารณาจากสภาพพื้นที่ปลูก ภูมิอากาศ

– การใส่ปุ๋ยเคมี ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ หลังย้ายกล้าปลูกแล้ว 30 วัน หลังจากนั้นอาจใส่ 13-13-21 อัตรา 50 กก./ไร่ อีกครั้ง เมื่อพริกเริ่มติดผล หรืออายุประมาณ 60 วันหลังย้ายกล้า

– การเก็บเกี่ยว สำหรับการขายสด จะเก็บผลแก่ที่มีสีเขียว และผลพริกที่เริ่มเปลี่ยนสี แต่ถ้าเก็บเพื่อทำพริกแห้ง จะเก็บพริกที่เปลี่ยนเป็นสีแดงแล้ว ซึ่งอายุการเก็บเกี่ยวจะแตกต่างกันไปตามลักษณะของพันธุ์ โดยทั่วไปแล้ว พริกจะสามารถเก็บเกี่ยวได้ 4-5 ครั้งต่อหนึ่งฤดูปลูก

– พริก เป็นพืชที่มีแนวโน้มในการส่งออกสูงมาก โดยได้รับความสนใจจากต่างประเทศ ซึ่งตลาดที่สำคัญในการนำเข้าพริกจากไทยได้แก่ สิงคโปร์ มาเลเซีย ไต้หวัน ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา แคนาดา ออสเตรเลีย อิสราเอล ซาอุดิอาระเบีย โดยพริกสดส่วนใหญ่ส่งสิงคโปร์ มาเลเซีย พริกแห้งเม็ดสหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย ไต้หวัน พริกแห้งป่น สหรัฐอเมริกา เนเธอร์แลนด์ ออสเตรเลีย นอกจากนี้ยังมีการส่งออกในรูปแบบอื่น ๆ ซึ่งมีลู่ทางอนาคตที่สดใส ทั้งในแง่การผลิต การจำหน่าย การส่งออก ปัญหาสำคัญอยู่ที่การควบคุมคุณภาพของพริก ต้นทุนการผลิตที่ค่อนข้างสูง ซึ่งเป็นเรื่องที่ต้องร่วมมือกันแก้ไข เพื่อผลักดันให้พริกเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญ อีกชนิดหนึ่ง

พริกมีหลายชนิด เช่น พริกขี้หนู (Cayenne Pepper) พริกขี้ฟ้า (Chilli Spur Pepper) พริกหยวก (Sweet Pepper) ฯลฯ ทุกชนิดมีรสเผ็ดต่างกัน นอกจากจะเป็นเครื่องเทศแล้ว พริกยังแต่งรสเหล้าและแต่งสีอาหาร พริกช่วยให้เจริญอาหาร โดยกระตุ้นให้น้ำลายในปากไหลออกมามาก เอนไซม์ในน้ำลายช่วยย่อยแป้งในปากทำให้รู้สึกว่ารสชาติอาหารดีขึ้น สารที่ทำให้มีรสเผ็ดคือ Capsaicin ซึ่งมีมากที่ไส้พริก นอกจากนี้ยังมีแคโรทีนอยด์ แคปซารูบิน วิตามินซี เอ ไขมัน โปรตีน ฯลฯ ผู้เชี่ยวชาญโรคปอดได้จ่ายพริกเป็นยาให้กับผู้ป่วยที่มีอาการหลอดลมอักเสบหลายครั้งพบว่าได้ผลดี เพราะสาร Capsaicin ทำให้เกิดการระคายเคืองในปากและทางเดินอาหาร กระตุ้นให้เกิดการขับเสมหะช่วยให้หายใจได้สะดวก ขึ้น ข้อดีของ พริกอีกอย่างหนึ่งคือ ถ้ารับประทานในปริมาณที่พอเหมาะ จะทำให้เลือดไม่จับตัวเป็นก้อน มีการศึกษาพบว่าความแตก ต่างในผู้ป่วยที่ได้รับพริกและไม่ได้รับประทานพริกในอาหาร โดยผู้ป่วยที่ได้รับพริกจะมีการทำงานของร่างกายเพื่อสลายลิ่มเลือดได้เร็วกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับพริกและในทางเภสัชกรรมปัจจุบัน พริกถูกเตรียมในรูป Tincture Capsicum เมื่อนำไปผสมในยาขับลม ขับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสมหะ ขับเหงื่อ แก้อาเจียน ช่วยย่อย กรณีน้ำย่อยน้อย ช่วยกระตุ้นการทำงานของกระเพาะอาหาร ทำให้อยากอาหาร ช่วยให้ระบบ ย่อยอาหารดีขึ้น

ประโยชน์ของพริก

ทางอาหาร

– ยอดอ่อน ใช้เป็นผักโดยลวกแกล้มกับน้ำพริกและใช้เป็นเครื่องปรุงรสหรือนำไปปรุงอาหารประเภทแกงจืด แกงเลียง ทำให้รสชาติอร่อย

– ผล ใช้เป็นผักและเครื่องปรุงรสสำหรับอาหารไทยหลายชนิด พริก เป็นแหล่งของพลังงาน แร่ธาตุ เช่นคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เหล็ก แคลเซียมและเป็นแหล่งของ วิตามินเอ ซี และอี โดยเฉพาะวิตามินซีพบว่ามีมากกว่าพืชผักชนิดอื่น ๆ

ทางยา

– ผล รสเผ็ดร้อน ทำให้ร้อนเลือดไหลเวียนดี เจริญอาหาร ช่วยย่อย ขับลม ละลายเสมหะและขับเสมหะ ขับเหงื่อ แก้ปวดท้อง อาเจียน บิด ท้องเสีย แผลเกิดจากถูกความเย็นจัด กลากและหิด

– ราก แก้แขนขาอ่อนเปลี้ย ไม่มีกำลัง ไตและอัณฑะบวม มดลูกมีเลือดออก

– ทั้งต้น รสชุน ร้อน แก้เหน็บชาเกิดจากยาการเย็นจัด เลือดคั่ง ปวดข้อและแผลที่เกิดจากความเย็นจัด

นอกจากนี้พริกยังเป็นส่วนประกอบของยาบางชนิด เช่น ยาธาตุ ยาขับลม ยาแก้ปวดท้อง ยาแก้ปวดฟัน และยารักษาโรคไขข้อ พริกยังนำมาสกัดเอาสารให้สีเพื่อใช้ประโยชน์ใช้เป็นส่วนของเครื่องยาต่างๆทั้งยาที่ใช้รับประทานและยาทาภายนอกร่างกาย

พื้นที่ปลูกพริกในประเทศประมาณ 383,020 ไร่พันธุ์ที่ส่งเสริม พันธุ์จินดายอดสน พันธุ์หัว--เรือ พริกช่อ พันธุ์ตากฟ้า พันธุ์ลูกผสมต่างๆ เช่นแทงโก้ Long chilli ต้นทุนการผลิต/ไร่ 4,240 บาท/ไร่ (สภาพไร่)11,800 บาท/ไร่ (สภาพสวน) พื้นที่เหมาะสมเชิงธุรกิจจังหวัด อุบลราชธานี นครราชสีมา ชัยภูมิ เชียงใหม่ อุตรดิตถ์ นครสวรรค์ สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช กาญจนบุรี พื้นที่ปลูกที่ปลูกที่สำคัญ จังหวัดอุบลราชธานี ศรีสะเกษ ขอนแก่น เลย กาฬสินธุ์ นครสวรรค์ อุตรดิตถ์ เชียงใหม่ ลพบุรี พระนครศรีอยุธยา กาญจนบุรี นครปฐม สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช ตราด ประเทศไทยมีการส่งออกพริกผลผลิตรวมทั้งประเทศ 356,839 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 932 กก./ไร่ ปริมาณที่ใช้ในประเทศ 356,837 ตัน (สด) การส่งออก ปริมาณ 8,825 ตัน (สด) มูลค่า 69 ล้านบาท การส่งออก ปริมาณ 463 ตัน (แห้ง) มูลค่า 40 ล้านบาท

ความต้องการบริโภคพริกสดของคนไทยมีตลอดทั้งปีโดยมีพริกจากแหล่งผลิตต่าง ๆ เข้าสู่กรุงเทพ ฯ ที่ตลาดปากคลองตลาด ตลาดสี่มุมเมืองและตลาดไท จังหวัดประทุมธานีในระยะเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อเนื่องกันตลอดปี เจ้าหน้าที่กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ กระทรวงพาณิชย์ชี้แจงว่าระยะเวลาที่พริกสดเก็บเกี่ยวออกสู่ตลาดแบ่งเป็น 4 ช่วงคือ

1. เดือนมกราคม-มีนาคม มาจากจังหวัดนครศรีธรรมราช พิจิตร เพชรบูรณ์ อุตรดิตถ์
2. เดือนมีนาคม-พฤษภาคม มาจากจังหวัดอุบลราชธานี ราชบุรี
3. เดือนมิถุนายน-สิงหาคม มาจากจังหวัดเชียงใหม่
4. เดือนกันยายน-ธันวาคม มาจากจังหวัดกาญจนบุรี ประจวบคีรีขันธ์ นครราชสีมา ชัยภูมิ ลพบุรี เลย

นอกจากการบริโภคในรูปพริกสดแล้วยังมีอุตสาหกรรมซอสพริกรองรับอีกด้วย โดยผู้ผลิตจะซื้อพริกสดพันธุ์หัวเรือเข้าเก็บสต็อกไว้ในช่วงที่มีราคาถูก พริกที่ผลิตได้ส่วนใหญ่ใช้บริโภคภายในประเทศประมาณมากกว่าร้อยละ 90 ส่วนที่ส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศได้แก่ พริกสด พริกแห้ง พริกป่น และผลิตภัณฑ์พริกคือ ซอสพริก เครื่องแกงสำเร็จรูป เครื่องปรุงรสอื่น ๆ เป็นต้น จากข้อมูลการส่งออกพริกและผลิตภัณฑ์ปี 2540-2542 ของศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรด้วยความร่วมมือจากกรมศุลกากร

ปัจจุบันการคัดขนาดพริกเพื่อการส่งออกนั้นยังใช้แรงงานคนในการคัดขนาด ปัญหาที่พบคือมีความผิดพลาดในการคัดพริกเพื่อส่งออกคือพริกที่คัดได้จะมีพริกที่ไม่ต้องการปนอยู่ด้วย เช่นพริกขนาดเล็ก พริกบิดงอและพริกมีตำหนิ จึงทำให้คุณภาพของพริกส่งออกลดลง สาเหตุความผิดพลาดเกิดจากการที่คนคัดพริกเป็นเวลานาน ๆ ทำให้เกิดความเหนื่อยล้า การคัดพริกส่งออกโดยแรงงานคนนั้นต้องใช้แรงงานเป็นจำนวนมาก ทำให้มีค่าใช้จ่ายและต้นทุนในการส่งออกสูงทำให้ได้ผลกำไรน้อย ดังนั้นจึงมีเครื่องคัดขนาดพริกขึ้นมาเพื่อช่วยลดจำนวนคนและค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานคน และยังทำให้ได้ปริมาณในการคัดมากขึ้น พริกที่ผ่านการคัดด้วยเครื่องคัดขนาดพริกสามารถแบ่งได้เป็น 2 เกรด คือ พริกได้ขนาด(พริกที่มีขนาดใหญ่กว่า 7 มม.) พริกไม่ได้ขนาด(พริกที่มีนาดเล็กกว่า 7 มม.) พริกได้ขนาดที่ผ่านการคัดจะทำการคัดพริกที่มีตำหนิ พริกบิดงอและพริกเป็นโรคออก พริกที่เหลือคือพริกที่มีคุณภาพสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาลักษณะของพริกส่งออก
2) เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดพริกให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น
3) เพื่อลดต้นทุนในการสร้างเครื่อง

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1) พัฒนาเครื่องคัดขนาดพริกให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ลดค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานคน
2) ประหยัดเวลาในการคัดขนาด
3) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดขนาดพริก

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1) ศึกษาลักษณะของพริกส่งออก เช่น สี ขนาด
2) ออกแบบและพัฒนาตะแกรงคัดขนาดพริกให้มีช่วงคัดขนาดพริกที่ยาวขึ้นและขนาดตะแกรงกว้างขึ้น
3) ออกแบบและพัฒนาชุดปรับมุมเอียงให้มีความสะดวกในการใช้งาน
4) ออกแบบชุดส่งกำลังในการสั่นสะเทือน
5) ประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่อง
6) ทดสอบเครื่องคัดขนาดพริก ได้แก่ลักษณะการเคลื่อนที่และการเรียงตัวของพริก และหาจุดบกพร่องของเครื่อง
7) แก้ไขและปรับปรุงเครื่องคัดขนาดพริก
8) ทดสอบเครื่องคัดขนาดพริกหลังจากปรับปรุงแล้วทำการหาประสิทธิภาพการคัดขนาดพริกและเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัดขนาด
9) บันทึกผลการทดลอง
10) สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ลักษณะของพริกที่ใช้ในการส่งออก

พันธุ์พริกที่ใช้ในการส่งออกจะต้องมีลักษณะ สีแดง หรือสีเขียวล้วน ขนาดสม่ำเสมอ สดฝักไม่งอ ได้แก่พันธุ์ จินดา พันธุ์หัวเรือ พริกเหลือง พริกชี้ฟ้า โดยบรรจุลงในกล่องกระดาษสีน้ำตาลหรือแผ่นโฟมปิดด้วยกระดาษแก้วที่มีความพิถีพิถันเข้มงวดในมาตรฐานคุณภาพ

2.2 การจัดมาตรฐานผลพริกสด

ในการจัดมาตรฐานผลพริกสดจะต้องทำการคัดพริกออกเป็นเกรดๆ ตามคุณภาพของพริก ทั้งนี้เพื่อให้เหมาะสมต่อตลาดที่ส่งขาย การคัดเกรดพริกจะทำโดยพ่อค้าเป็นส่วนใหญ่ โดยซื้อพริกคละจากเกษตรกร การคัดพริกสดขัดแยกได้ดังนี้ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.2536)

ความต้องการพริกสดของตลาดต่างประเทศทั้งกลุ่มประเทศตะวันตกและเอเชีย

พริกสด

เกรด 1 สีแดงสดไม่มีตำหนิ ผลสวย มีก้านติด พริกพวกนี้เตรียมสำหรับส่งขายต่างประเทศ

เกรด 2 สีแดงชนิดคละมีตำหนิเป็นโรงงานทำซอสพริกหรือพริกแกงโรงงานทำพริกแห้ง

เกรด 3 สีคละมีทั้งสีแดงและสีเขียวไม่ได้คัดชนิดใดออกเลยคุณภาพคละกันมีตำหนิและไม่มีตำหนิ

2.3 ลักษณะมาตรฐานของพริกที่ใช้ในการส่งออก

ความต้องการพริกสดของตลาดต่างประเทศทั้งกลุ่มประเทศตะวันตกและเอเชีย คือ จะต้องมีสีแดงสดหรือสีเขียวล้วน ขนาดสม่ำเสมอ สด ฝักไม่งอ ไม่มีตำหนิจากโรคแมลง ซึ่งได้แก่ พันธุ์หัวเรือ พันธุ์จินดา พันธุ์บางช้าง สำหรับพริกที่ส่งออกจะต้องมีลักษณะสีเขียวล้วนหรือมีสีแดงล้วน มีก้านผล เนื้อหนา เมล็ดไม่โผล่ ผิวเรียบ มันสด และไม่มีร่องรอยการทำลายของแมลงและไม่เป็นโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.1 ลักษณะมาตรฐานของพริกที่ใช้ในการส่งออก

2.4 ทฤษฎีในการออกแบบ

การออกแบบเครื่องคัดแยกพริกได้กำหนดขอบเขตในการออกแบบดังนี้ เป็นเครื่องคัดแยกที่สามารถคัดผลพริกที่ต้องการออกจากผลที่ไม่ต้องการ โดยใช้ความหนาของผลพริกเป็นพารามิเตอร์หลักในการคัดแยก เป็นเครื่องคัดแยกที่ใช้แรงงานคนอย่างมาก 2 คน

2.4.1 ออกแบบและพัฒนาตะแกรงคัดขนาดพริก

ออกแบบโครงตะแกรงให้มีน้ำหนักเบาและมีช่วงคัดขนาดที่ยาวขึ้นซึ่งตะแกรงแบบเดิมมีช่วงการคัดขนาด 30 เซนติเมตรทำให้ประสิทธิภาพในการคัดไม่ดีเท่าที่ควร จึงออกแบบตะแกรงคัดขนาดพริกแบบใหม่ให้มีช่วงการคัดขนาดพริกที่ยาวขึ้นคือเพิ่มช่วงคัดขนาดเป็น 36 เซนติเมตร ซึ่งทำให้เครื่องมีประสิทธิภาพในการคัดขนาดดีขึ้น สามารถติดตั้งรางตะแกรงได้สะดวก โดยการออกแบบโครงตะแกรงซึ่งแบบเดิมใช้แผ่นเหล็กหนาซึ่งมีน้ำหนักมาก โดยเปลี่ยนมาใช้เหล็กฉากทำเป็นโครงรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแล้วปูด้วยแผ่นเหล็กบางทำให้ตะแกรงมีน้ำหนักเบายึดติดกับแผ่นอลูมิเนียมฉาก สามารถปรับระยะห่างระหว่างร่องตะแกรงได้

2.4.2 ออกแบบโครงสร้างเครื่อง

ออกแบบโครงสร้างเครื่องโดยใช้เหล็กฉากเชื่อมติดกันเป็นโครงให้มีความแข็งแรงเพื่อรองรับน้ำหนักของตะแกรงคัดขนาดพริก น้ำหนักพริกและอุปกรณ์ต้นกำลังทั้ง Vibrator และ Motor ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 ออกแบบชุดปรับมุมเอียง

ออกแบบชุดปรับมุมเอียงให้มีค่าความละเอียดและสะดวกในการปรับมากกว่าเดิมซึ่งแบบเดิมชุดปรับมุมเอียงเป็นแบบใช้เหล็กกลวงสี่เหลี่ยมเจาะรูเพื่อใช้ในการล็อคมุมเอียงของตะแกรงซึ่งในการปรับเปลี่ยนมุมแต่ละครั้งทำได้ลำบาก และจะต้องมีคนคุมเครื่อง 2 คนในการปรับมุมเอียงและปรับค่าได้ไม่ละเอียดซึ่งได้เปลี่ยนมาใช้เกลียวในการปรับมุมเอียง ทำให้การปรับมุมเอียงขึ้น-ลง ทำได้สะดวกสามารถปรับค่าได้ละเอียด และปรับมุมเอียงโดยใช้คนคุมเครื่องเพียงคนเดียว

2.4.4 ออกแบบถาดรองรับพริก

ออกแบบถาดรองรับพริกโดยติดตั้งอยู่ที่ด้านหน้าของเครื่องและอยู่ใต้ตะแกรงคัดขนาด ทำหน้าที่รองรับพริกที่ผ่านการคัดขนาดแล้ว

2.4.5 ออกแบบชุดป้องกันพริกติด

ออกแบบชุดป้องกันพริกติดตะแกรงโดยติดตั้งอยู่ที่ใต้ตะแกรงคัดขนาด ทำหน้าที่เป็นตัวรองไม่ให้พริกหัวจมลงสู่ร่องตะแกรง และช่วยดันพริกที่ติดอยู่ในร่องตะแกรงออก ระยะห่างระหว่างตะแกรงกับชุดป้องกันพริกติดตะแกรงมีระห่าง 1 เซนติเมตร โดยพริกที่มีขนาดเล็กกว่า 7 มิลลิเมตร สามารถลอดผ่านลงมาได้

2.4.6 ออกแบบชุดสั่นสะเทือนโดยใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลัง

ออกแบบชุดสั่นสะเทือนโดยใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลังจากแบบเดิมที่ใช้ Vibrator เป็นตัวสั่นสะเทือนซึ่งมีราคาแพงและมีเสียงดังมาก อาจเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน โดยเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ส่งกำลังผ่านชุดลูกเบี้ยวแล้วส่งกำลังผ่านแกนเหล็กไปยังตะแกรง ทำให้ตะแกรงสั่นสะเทือนซึ่งราคาถูกกว่าและใช้ได้ผลดีพอสมควร ทั้งยังไม่เกิดเสียงดังจนเกินไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการคำนวณ

ใช้มอเตอร์กระแสสลับ ขนาด 0.373 kW ความเร็วรอบ 1440 rpm ต้องการความเร็วรอบเพลาตาม 793 rpm

กำลังที่ต้องการส่ง Wp = 0.373 kW

ตัวประกอบใช้งาน Ns = 1.2

ดังนั้น Wp.Ns = (0.373)(1.2)

= 0.448 kW

เลือกสายพานหน้าตัด Z

อัตราทด mw = n1 / n2

= 1440 / 793

= 1.8

เลือกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางล้อขับสายพาน

Dp = 50 mm

ดังนั้น dp = mw . dp

= (1.8)(50)

= 90 mm

ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางล้อสายพาน

C_{max} = 2(dp + Dp)

= 2(50+ 90)

= 280 mm

C_{min} = 0.7(dp + Dp)

= 0.7(50 + 90)

= 98 mm

เลือกใช้ C = 300 mm

ส่วนโค้งสัมผัส

(Dp-dp) / C = (90 – 50) /300

= 0.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มุมสัมผัสของสายพาน

$$\alpha 1 = \pi - 2\sin^{-1}((Dp - dp) / 2C)\ \text{rad}$$

$$= \pi - 2\sin^{-1}((90 - 50) / 600)\ \text{rad}$$

$$= 175^{0}$$

ความเร็วสายพาน

$$V = \pi_{dpn}$$

$$= \pi(50)/1000\ (1440 / 50)$$

$$= 4.52\ \text{m/s}$$

แรงดึงในสายพานขณะส่งกำลัง

$$F = Wp / V$$

$$= (0.373)(1000) / 4.52$$

$$= 82.5\ \text{N}$$

$$m = F/a$$

$$= 82.5 / 9.81$$

$$= 8.5\ \text{kg}$$

ดังนั้น มอเตอร์ขนาด 0.376 kW (0.5 hp) สามารถรับภาระจากตะแกรง (น้ำหนักตะแกรง + น้ำหนักพริก) 8.5 กิโลกรัม ได้

ตารางที่ 2.1 ค่าตัวประกอบความล้า

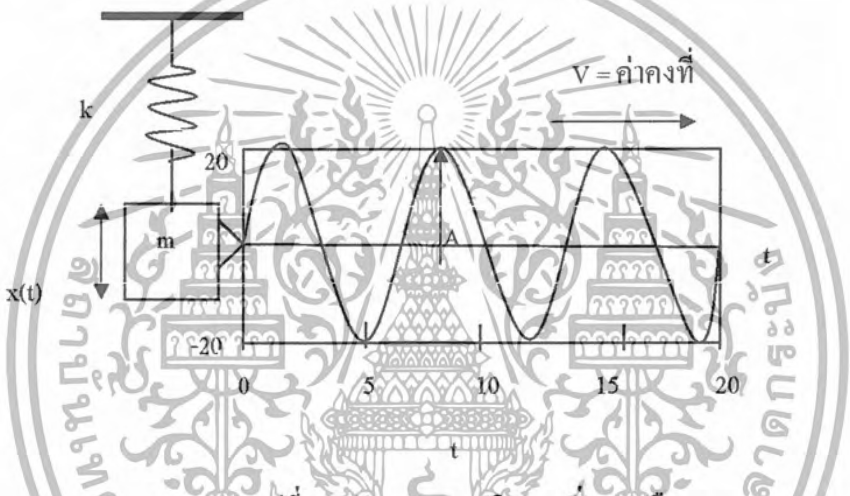
ชนิดของแรง เพลาอยู่นิ่ง	C_m	C_t
แรงสม่ำเสมอเพิ่มขึ้นช้าๆ	1	1
แรงกระตุก	1.5-2.0	1.5-2.0
เพลาหมุน		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้าๆ	1.5	1
แรงกระตุกอย่างเบา	1.5-2.0	1.0-1.5
แรงกระตุกอย่างแรง	2.0-3.0	1.5-3.

ที่มา : [2] การออกแบบเครื่องจักรกล 2541

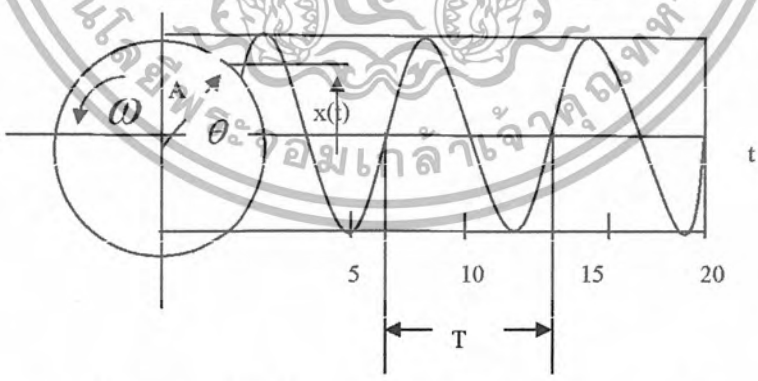
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ทฤษฎีการสั่นสะเทือน

การสั่นสะเทือน คือ อาการการเคลื่อนที่แบบกลับไปกลับมาของมวล ระบบที่จะเกิดการสั่นสะเทือนได้จะต้องมีองค์ประกอบอย่างน้อย 2 ส่วน คือ มวลและสปริงในกรณีที่ระบบประกอบด้วยมวลและสปริง การสั่นสะเทือนจะเกิดขึ้นเมื่อถูกกระตุ้นด้วยแรงจากภายนอก และการสั่นสะเทือนจะเกิดขึ้นตลอดเวลา ไม่มีการหยุด ถึงแม้ว่าจะไม่มีแรงภายนอกกระทำกับระบบแล้วก็ตาม แต่ถ้าระบบมีองค์ประกอบครบ 3 ส่วน คือ มีมวล สปริง และตัวหน่วง การสั่นสะเทือนจะสามารถหยุดได้เองหลังจากที่เอาแรงภายนอกที่กระตุ้นระบบออกไป



รูปที่ 2.2 ลักษณะการเกิดการสั่นสะเทือน



รูปที่ 2.3 การเคลื่อนที่ของมวล m เทียบกับการหมุนรอบเป็น

การเกิดการสั่นสะเทือนจะมีลักษณะตามรูปที่ 2.2 ถ้าระบบประกอบด้วยมวล m และสปริง k เมื่อมวลถูกกระตุ้นด้วยแรงดล จะทำให้มวล m เคลื่อนที่ขึ้นลงด้วยแอมพลิจูด A คงที่ ถ้านำปากกามาติดไว้ที่มวล m และนำแถบกระดาษมารองรับปากกา เมื่อเลื่อนกระดาษด้วยความเร็วคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปากกาจะเขียนการเคลื่อนที่ของมวล m ลงบนกระดาษเป็นรูปไซน์ ซึ่งถ้านำมาเขียนลงในระบบแกนจะได้ตามรูปที่ 2.3

เมื่อพิจารณาการเคลื่อนที่ขึ้นลงของมวล m จะเห็นว่ามวล m เคลื่อนที่ขึ้นลงกลับไปมาเหมือนกับการเคลื่อนที่หมุนรอบเป็นวงกลม ที่จุดสมดุลของมวล m เปรียบได้กับมุมที่วงกลมเป็น θ = 0 องศา และเมื่อมวล m เคลื่อนที่ก็เปรียบได้กับรัศมี A หมุนกวาดไปรอบ ๆ จุดศูนย์กลาง ตำแหน่งของมวล m ที่มุมใด ๆ หาได้จาก x(t) – A sin θ และถ้ารัศมี A หมุนรอบจุดศูนย์กลางด้วยความเร็วเชิงหมุน... rad/s แล้วจะได้ว่าที่เวลา t ใด ๆ รัศมี A จะทำมุมเป็น $\theta = \omega t$ rad ซึ่งจะทำให้การเคลื่อนที่ของมวล m เป็น $x(t) = A\sin\omega t$ ซึ่งการเคลื่อนที่ของมวล m ในลักษณะการเคลื่อนที่แบบ ฮาร์มอ-นิก (Harmonic)

ในการเคลื่อนที่ของมวล m ครบ 1 รอบของวงกลม หรือเคลื่อนที่ครบ 360 ^{0} หรือ 2¶ rad นี้เรียกว่ามวล m เคลื่อนที่ครบ 1 รอบ เวลาที่เคลื่อนที่ครบ 1 รอบ เรียกว่า คาบเวลาของการเคลื่อนที่ กำหนดเป็น T มีหน่วยเป็นวินาที และจำนวนรอบในการเคลื่อนที่ใน 1 วินาที เรียกว่า ความถี่ f กำหนดได้จาก

$$f = \frac{1}{T}$$

โดยที่ f มีหน่วยเป็น Hz (เฮิร์ตซ์) หรือรอบต่อวินาที (cycle / sec หรือ cps)

ส่วนความเร็วเชิงมุม ω ของรัศมี A อาจเรียกว่าความถี่เชิงมุมก็ได้ และจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความถี่ f เนื่องจาก f เป็นความถี่ซึ่งแสดงถึงจำนวนรอบของการเคลื่อนที่ของรัศมีAใน1 วินาที แต่ 1 รอบ มีค่าเท่ากับ 2¶ rad ดังนั้นการที่จะเปลี่ยน f ให้เป็น ω จะกำหนดได้จาก

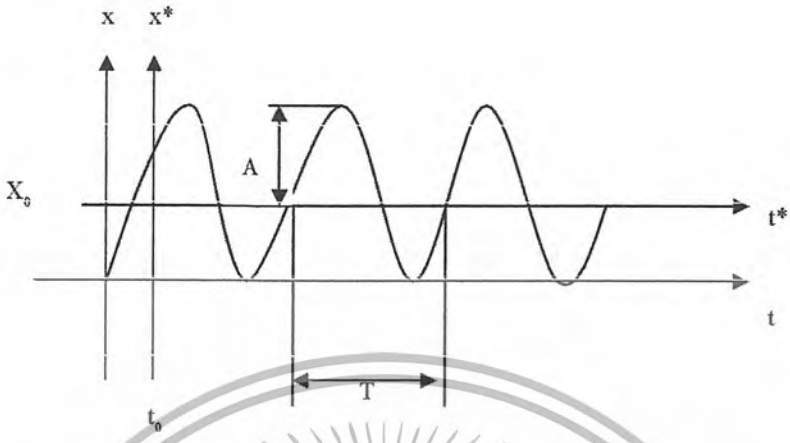
$$\omega = 2\pi f$$

สำหรับการพิจารณาตำแหน่ง หรือระบบแกนของการเคลื่อนที่ของมวล m จะพิจารณาได้จากรูปที่ 2.1เช่นถ้าพิจารณาระบบแกน (x*,t*) จะได้สมการของการเคลื่อนที่ของมวล m เป็น

$$x^*(t) = A \sin \omega t^* \qquad \ldots(2.1)$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 กราฟแสดงการเคลื่อนที่ของมวล m

จากรูปที่ 2.4ถ้าพิจารณาการเคลื่อนที่ของมวล m ในระบบแกน (x,t) จะได้สมการของการเคลื่อนที่เป็น

$$x(t) = X_0 + A\sin\omega(t - t_0) \quad \text{....(2.2)}$$

โดยที่ X_0 เป็นออฟเซต คือเป็นตำแหน่งที่มวล m จะอยู่ในสภาวะที่สมดุลเมื่อไม่มีการเคลื่อนที่ และ ωt_0 เป็นมุมเฟส (Phase Angle) ของการเคลื่อนที่

จากสมการ (2.2) จะเห็นได้ว่าค่าของออฟเซต X_0 จะขึ้นอยู่กับการตั้งระบบแกน ถ้าตั้งระบบแกนโดยให้แกน t อยู่ที่ระดับ X_0 ก็จะไม่เกิดออฟเซต ส่วนมุมเฟสจะขึ้นอยู่กับช่วงเวลาที่พิจารณา ถ้าถือว่าที่เวลา t_0 เป็นเวลาเริ่มต้น การเคลื่อนที่ก็จะไม่มีมุมเฟส และสมการของการเคลื่อนที่ก็จะเหมือนกับสมการ (2.1) แต่ถ้าพิจารณาจากเวลาอื่นนอกเหนือจาก t_0 ก็จะทำให้เกิดมุมเฟสได้

2.5.1 ประเภทของการสั่นสะเทือน

การสั่นสะเทือนนั้นมีหลายรูปแบบ แต่จะสามารถแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆได้สองประเภทคือ

- การสั่นสะเทือนแบบอิสระ (Free Vibration) คือ การเคลื่อนที่กลับไปกลับมาของมวลภายใต้การกระทำของแรงภายในระบบ โดยปราศจากแรงภายนอกกระทำ

- การสั่นสะเทือนแบบถูกกระตุ้น (Forced Vibration) คือ การเคลื่อนที่กลับไปกลับมาของมวลในระบบอันเกิดจากแรงภายนอก และการสั่นสะเทือนนี้จะเป็นไปตามลักษณะของแรงภายนอกและความถี่ของแรงที่มกระตุ้นระบบ หากความถี่ของแรงภายนอกที่มากระทำนั้นตรงกับความถี่ธรรมชาติ (Natural Frequency) ของระบบเข้า ก็จะทำให้เกิดปรากฏการณ์เรโซแนนซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Resonance)ขึ้น นั่นคือขนาดของการสั่นสะเทือนจะถูกขยายขึ้นอย่างมากจนทำให้เกิดความเสียหายแก่ระบบได้ ความเสียหายที่เกิดกับโครงสร้างใหญ่ๆ อาทิ สะพาน อาคารสูง หรือปีกเครื่องบิน ในหลายๆสาเหตุเกิดจากปรากฏการณ์เรโซแนนซ์เป็นสาเหตุหลักสาเหตุหนึ่ง ดังนั้นการคำนวณหาค่าความถี่ธรรมชาติจึงมีความสำคัญในการวิเคราะห์เป็นอย่างยิ่ง

2.5.2 การวิเคราะห์การสั่นสะเทือน

การวิเคราะห์การสั่นสะเทือนสามารถกระทำโดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ขึ้นแล้วนำผลเฉลยทางคณิตศาสตร์มาพิจารณา เพื่อศึกษาผลกระทบของพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องซึ่งจะมีผลต่อขนาดของการสั่นสะเทือน การสั่นสะเทือนที่นำมาวิเคราะห์มีทั้งการสั่นสะเทือนที่มีความหน่วงและไม่มีความหน่วง

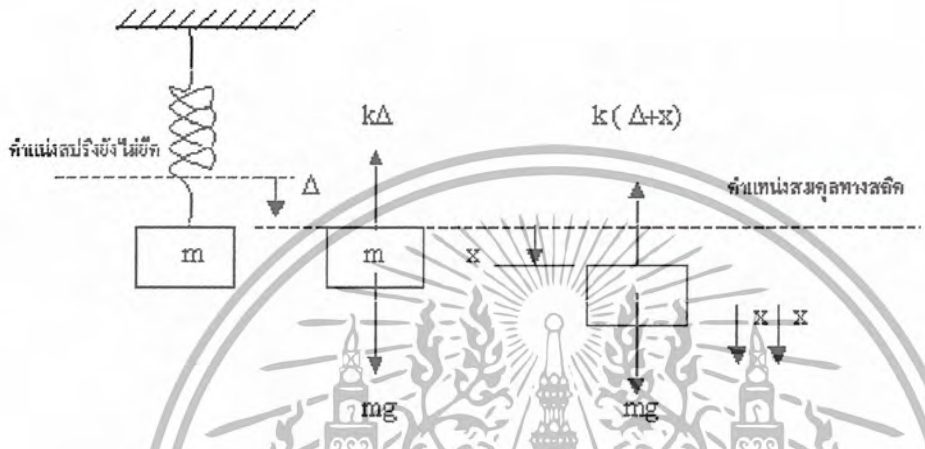
ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้บรรยายปรากฏการณ์การสั่นสะเทือนนั้น จำนวนพิกัดอิสระ (Independent Coordinate) ที่ใช้ในการบรรยายการเคลื่อนที่ของระบบจะถูกเรียกว่า จำนวนลำดับขั้นความเสรี (Degree of Freedom) ของระบบนั้นๆ ตัวอย่างเช่น ถ้าอนุภาคอิสระเคลื่อนที่ไปในสามมิติ อนุภาคนี้จะมีลำดับขั้นความเสรีเท่ากับ 3 เพราะต้องการพิกัด x,y,z ในการกำหนดตำแหน่งของอนุภาค ในขณะที่วัตถุเกร็งเคลื่อนที่ในสามมิติ ต้องการลำดับขั้นความเสรีเท่ากับ 6 กล่าวคือ ใช้พิกัด x,y,z ในการกำหนดตำแหน่ง และมุมอีกสามมุมในการกำหนดลักษณะการหมุนของวัตถุเกร็งรอบแกน x,y,z ด้วย นอกจากนั้นสำหรับวัตถุยืดหยุ่นที่ยาวต่อเนื่อง (Continuous Elastic Body) นั้น ต้องใช้จำนวนพิกัดเป็นอนันต์ในการบรรยายการเคลื่อนที่หรือตำแหน่งของวัตถุดังกล่าว (6 พิกัด สำหรับตำแหน่งแต่ละตำแหน่งบนวัตถุต่อเนื่อง) อย่างไรก็ดี ในหลายกรณี ๆ การวิเคราะห์ระบบดังกล่าวจะสามารถกระทำได้ โดยการใช้สมมติฐานและการประมาณการใช้ระบบดังกล่าวมีลำดับขั้นความเสรีเป็นจำนวนที่นับได้ และเป็นที่น่าแปลกใจว่าในหลาย ๆ กรณี การวิเคราะห์ระบบดังกล่าวสามารถกระทำได้อย่างแม่นยำ โดยการสมมติให้ระบบมีการเคลื่อนที่ที่มีลำดับขั้นความเสรีเท่ากับหนึ่ง ดังนั้นในการศึกษาพฤติกรรมพื้นฐานของการสั่นสะเทือนจึงจะใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบที่มีลำดับขั้นวามเสรีเท่ากับหนึ่งมาบรรยายเพื่อการศึกษาผลการตอบสนองในโหมด (Mode) ใดโหมดหนึ่งเท่านั้น

2.5.3 การสั่นสะเทือนแบบอิสระที่ไม่มีความหน่วง (Undemped Free Vibration)

การสั่นสะเทือนโดยทั่วๆ ไปจะมีการสูญเสียพลังงานหรือมีความหน่วงอยู่โดยธรรมชาติ การสั่นสะเทือนแบบอิสระที่ไม่มีความหน่วง คือ การสั่นสะเทือนที่เกิดจากแรงภายในโดยไม่มีแรงภายนอกมากระทำและเป็นการสั่นสะเทือนอุดมคติในทางทฤษฎีที่ไม่มีการสูญเสียพลังงานหรือไม่มีความหน่วง จุดประสงค์หลักของการศึกษาพฤติกรรมของการสั่นสะเทือนแบบนี้ก็คือ การคำนวณหาค่าความถี่ธรรมชาติของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการสั่นสะเทือนแบบอิสระนั้น ระบบหลายๆ ระบบจะสามารถวิเคราะห์ได้โดยใช้ระบบข้อมูลเดี่ยว (Single Mass System) มาอธิบาย ระบบข้อมูลเดี่ยวนี้คือ มีมวล m มาแขวนด้วยสปริงที่มีค่า Stiffness = k และให้ระยะ x เป็นระยะยืดและหดที่วัดจากจุดสมดุล



รูปที่ 2.5 ระบบมวลเดียวและพังแรงอิสระ

สมการการเคลื่อนที่ของมวลนี้จะสามารถเขียนได้จากสมการกฎข้อที่สองของนิวตันเป็น

$$mx + kx = 0 \qquad \ldots(2.3)$$

ซึ่งสามารถเขียนผลเฉลยได้เป็น

$$x = A\cos\omega_n t + B\sin\omega_n t \qquad \ldots(2.4)$$

โดยที่ ω_n คือ ความถี่ธรรมชาติของระบบซึ่งมีค่าเท่ากับ $\sqrt{(k/m)}$

A และ B เป็นค่าคงที่ซึ่งหาได้จากเงื่อนไขเริ่มต้น

ตัวอย่างของผลเฉลยของระบบที่มีเงื่อนไขเริ่มต้นเป็นตัวมวลยืดออกจากจุดสมดุลเป็นระยะ x_o และความเร็วเริ่มต้นของมวลเป็นศูนย์ $x(0) = 0$ จะเป็น

$$x = x_o\cos\omega_n t \qquad \ldots(2.5)$$

ผลเฉลยในสมการที่ 2.4 สามารถเขียนอยู่ในรูปเส้นโค้งไซน์ (Sine Curve) ตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 2.5 ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่า มวลจะเคลื่อนที่แบบกลับไปกลับมาตามการยืดและหดของสปริง โดยที่เวลาในการที่มวลเคลื่อนที่จากจุดสมดุลสถิตกลับไปกลับมาครบ 1 รอบ จะมีค่าเท่ากับ τ ดังนั้นความถี่ของการแกว่งดังกล่าวจึงสามารถเขียนเป็น $f_n = 1/\tau$ รอบต่อหน่วยเวลา ความถี่ดัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล่าวคือ ความถี่ธรรมชาติของระบบ fn ในกรณีที่เขียนความถี่ธรรมชาติอยู่ในรูปของหน่วยเรเดียนต่อหน่วยเวลา ความถี่ธรรมชาติจะถูกเขียนเป็น $\omega n = 2\pi fn$

ในกรณีที่ต้องการรู้ค่าความถี่ธรรมชาติของระบบ ωn โดยไม่รู้ค่า k ของสปริง อาจสามารถหาค่าความถี่ธรรมชาติได้โดยนำมวล m มาห้อยติดกับสปริง แล้ววัดค่ายืดหรือหดตัวจากความยาวสปริงปกติภายใต้สภาวะสมดุลทางสถิต และจากความสัมพันธ์ของแรงของมวลที่อยู่ในสมดุลจะสามารถเขียนได้

$$k\Delta = mg$$

$$\omega n = \sqrt{(g/\Delta)} \qquad \ldots(2.6)$$

2.5.4 การสั่นสะเทือนแบบอิสระที่มีความหน่วง (Damped Free Vibration)

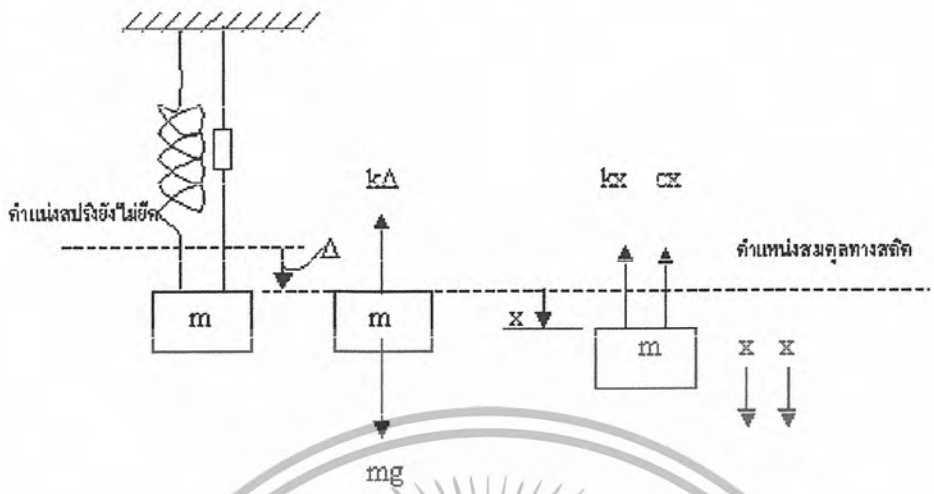
ระบบการสั่นสะเทือนแบบอิสระที่ไม่มีความหน่วงนั้นเป็นระบบทางอุดมคติ ระบบต่างๆ ที่ใช้งานอยู่จริงจะมีความหน่วงแฝงอยู่ ซึ่งความหน่วงนี้จะเป็นตัวที่ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานของระบบไป ถ้าปริมาณของพลังงานสูญเสียเนื่องจากความหน่วงนี้มีค่ามาก ในการวิเคราะห์ระบบก็จะต้องนำเอาความหน่วงนี้มาคิดด้วย ความหน่วงที่จะทำการวิเคราะห์และพิจารณาในที่นี้จะเป็นตัวหน่วงแบบหนืด (Viscous Damping)

การหน่วงแบบหนืดนี้จะก่อให้เกิดแรงต้านการเคลื่อนที่ซึ่งเป็นสัดส่วนกับความเร็วของการเคลื่อนที่ของมวล ซึ่งเขียนได้เป็น $Fd = cx$ เมื่อ Fd คือแรงที่เกิดจากความหน่วง, c คือ ค่าความหน่วง และ x คือ อัตราความเร็วของมวล ดังนั้นสมการการเคลื่อนที่ของระบบจะสามารถเขียนได้จากผังแรงอิสระและกฎข้อที่สองของนิวตันได้เป็น

$$mx + cx + kx = 0 \qquad \ldots(2.7)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.6 ระบบมวลเดี่ยวที่มีความหนืด

เพื่อให้ง่ายต่อการอธิบายและการเข้าใจถึงระบบดังกล่าว เทอมความหน่วงวิกฤต (Critical Damp) C_c จะถูกกำหนดขึ้นเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าความหน่วงสมบูรณ์ของระบบ

$$Cc = 2\sqrt{km} = 2m\omega n \qquad \ldots(2.8)$$

ดังนั้นค่าความหน่วงของระบบจะถูกเขียนใหม่เป็นเทอมไร้มิติเมื่อเทียบกับค่าความหน่วงวิกฤตเป็น

$$\zeta = C/Cc \qquad \ldots(2.9)$$

ซึ่งเรียกว่า อัตราส่วนความหน่วง (Damping Ratio) สมการที่ 2.7 จะสามารถเขียนใหม่โดยนำเอาค่ามวล m หารตลอด และแทนค่า $\omega n = \sqrt{(k/m)}$ และค่าในสมการที่ 2.8 และ 2.9 ลงไปจะได้สมการในรูป

$$x = 2\zeta\omega n x + \omega n^2 x = 0 \qquad \ldots(2.10)$$

ซึ่งสมการที่ 2.10 เป็นสมการการเคลื่อนที่อยู่ในรูปของสมการอนุพันธ์ย่อยอันดับสองผลเฉลยของสมการดังกล่าวสามารถเขียนอยู่ในรูปของ

$$X = Ae^{s1t} + Be^{s2t} \qquad \ldots(2.11)$$

โดยที่

$$S_{1,2} = (-\xi \pm \sqrt{\xi^2 - 1})\omega_n \qquad \ldots(2.12)$$

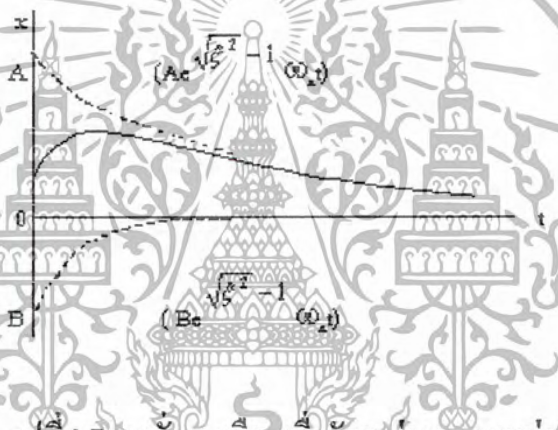
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
55698

เมื่อแทนค่าของสมการที่ 2.12 ในสมการที่ 2.11จะได้ผลเฉลยของขนาดของการสั่นสะเทือนอยู่ในรูป

$$X = e^{-\xi\omega_{nt}} \left(Ae^{\sqrt{\xi^2}-1}\,\omega_n t + Be^{\sqrt{\xi^2}-1}\,\omega_n t\right) \qquad \ldots(2.13)$$

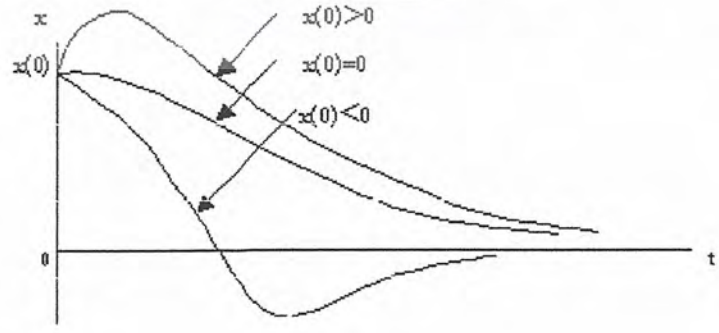
ผลเฉลยของสมการที่ 2.13 นั้นขึ้นอยู่กับค่าอัตราส่วนของความหน่วง ξ ในรากที่ 2

ในกรณีที่ระบบมีความหน่วงสูง จะทำให้เทอมในรากที่สองมีค่าเป็นค่าจำนวนจริง การสั่นสะเทือนจะลดขนาดลงในลักษณะของเลขชี้กำลัง (Exponential) แปรตามเวลาโดยไม่มีการเคลื่อนที่กลับไปกลับมา กรณีดังกล่าวนี้จะถูกเรียกว่า กรณีการเคลื่อนที่แบบความหน่วงเกิน รูปที่ 2.7 แสดงถึงการเคลื่อนที่ลักษณะดังกล่าว



รูปที่ 2.7 การสั่นสะเทือนเมื่ออัตราส่วนความหน่วง $\zeta > 1$

ในกรณีที่ระบบมีความหน่วงเท่ากับความหน่วงวิกฤต ($c = c_c$ หรือ $\xi = 1$) ระบบจะถูกเรียกว่าระบบมีการเคลื่อนที่แบบความหน่วงวิกฤต การเคลื่อนที่จะลดขนาดลงโดยอาจมีการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาเล็กน้อยแล้วแต่เงื่อนไขเริ่มต้นของระบบ รูปที่ 2.8 แสดงถึงการสั่นสะเทือนดังกล่าว



รูปที่ 2.8 การสั่นสะเทือนเมื่ออัตราส่วนความหน่วง $\zeta = 1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่ สามซึ่งกรณีที่ค่าความหน่วงของระบบน้อยกว่าค่าความหน่วงวิกฤต ($c = c_c$ หรือ $\xi = 1$) ซึ่งมักจะเรียกกรณีดังกล่าวเป็นกรณีที่มีการเคลื่อนที่แบบความหน่วงน้อย (Underdamped Motion) เมื่อแทนค่าอัตราส่วนความหน่วง ξ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าหนึ่งลงในสมการที่ (2.14) ผลเฉลยของสมการนี้จะเป็น

$$X = e^{\xi\omega_{nt}[\,D\sin(\omega_d t+\phi)\,]} \qquad \ldots(2.14)$$

เมื่อ ϕ คือมุมเฟส (Phase Angle)

D เป็นค่าคงที่ซึ่งหาได้จากเงื่อนไขเริ่มต้น

ξ คืออัตราส่วนความหน่วง (Daming Ratio) $= c/c_c$

C_c คือค่าความหน่วงวิกฤต ซึ่งมีค่าเท่ากับ $2\sqrt{km}$

ω_n เป็นค่าความถี่ธรรมชาติ (Natual Frequency) ซึ่งมีค่าเท่ากับ $\sqrt{\frac{k}{m}}$

ω_d เป็นค่าความถี่ของระบบซึ่งมีค่าเท่ากับ $\omega_n\sqrt{1-\xi^2}$

ผลเฉลยของสมการที่ (2.14) ซึ่งจะเป็นขนาดของการสั่นสะเทือนซึ่งเป็นการเคลื่อนที่แบบกลับไปกลับมา และลดขนาดลงจนมีค่าเข้าสู่ศูนย์เมื่อเวลาผ่านไปอัตราการลดลงของขนาดการสั่นสะเทือนนี้ก็จะขึ้นกับค่าอัตราส่วนความหน่วงของระบบว่ามีมากหรือน้อย

2.5.5 การสั่นสะเทือนแบบถูกกระตุ้น (Forced Vibration)

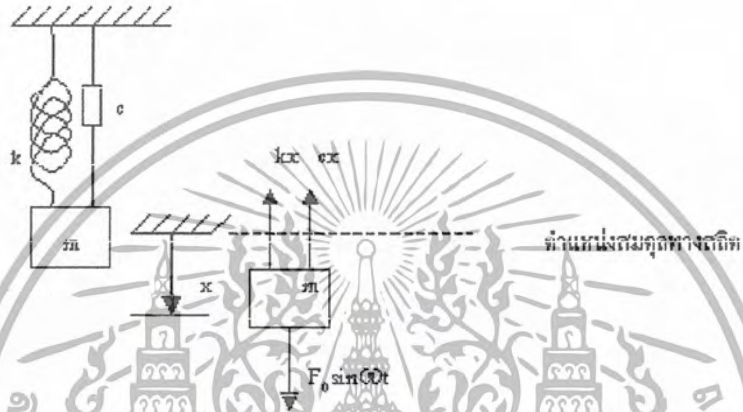
การสั่นสะเทือนแบบถูกกระตุ้นเป็นการสั่นสะเทือนที่เกิดจากแรงภายนอกมากระตุ้น และการสั่นสะเทือนจะเป็นไปตามลักษณะของแรงภายนอกและความถี่ของแรงที่มากระตุ้นระบบ ลักษณะของแรงภายนอกที่มากระตุ้นระบบมีได้หลายรูปแบบ อาทิ การกระตุ้นในลักษณะของฮาร์มอนิก การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกเป็นการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาเป็นรูปลูกคลื่น หรือโคไซน์ ในลักษณะเป็นคาบ หรือในลักษณะสุ่ม เป็นต้น ในเครื่องจักรกลหมุน การกระตุ้นของระบบมักจะอยู่ในรูปของแรงการกระตุ้นแบบคาบ และเนื่องจากแรงกระตุ้นแบบเป็นคาบนั้นจะสามารถแยกย่อยออกเป็นผลรวมของการกระตุ้นแบบฮาร์มอนิกที่ความถี่ต่าง ๆ กันได้ ดังนั้นจึงนิยมที่จะพิจารณาพฤติกรรมของการสั่นสะเทือนโดยใช้แบบจำลองในรูปของการกระตุ้นแบบฮาร์มอนิก

เมื่อระบบถูกกระตุ้นด้วยแรงภายนอกแบบฮาร์มอนิก การสั่นสะเทือนของระบบจะเกิดขึ้นในลักษณะเดียวกับแรง คือ จะสั่นสะเทือนด้วยความถี่เดียวกับความถี่ของแรงที่มากระตุ้น ต้นกำเนิดของแรงกระตุ้นแบบฮาร์มอนิกที่พบได้ง่ายที่สุด ได้แก่ ความไม่สมดุลของเครื่องจักรที่หมุน หรือการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรแบบชักกลับไปกลับมา เป็นต้น การสั่นสะเทือนแบบถูกกระตุ้นเหล่านี้อาจมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลต่อสมรรถนะและการทำงานตามปกติของเครื่องจักร และอาจทำให้เครื่องจักรเสียหาย ถ้าการสั่นสะเทือนนั้นมีขนาดใหญ่

การวิเคราะห์การสั่นสะเทือนแบบถูกกระตุ้นนี้สามารถกระทำได้โดยพิจารณาจากระบบมวลเดี่ยวที่มีความหน่วงภายใต้การกระตุ้นด้วยแรงแบบฮาร์มอนิกที่มีความ ω รูปที่ 2.9 แสดงถึงระบบดังกล่าว



รูปที่ 2.9 ระบบมวลเดี่ยวภายใต้การกระตุ้นแบบฮาร์มอนิก

สมการเคลื่อนที่ของระบบสามารถเขียนโดยใช้ผังอิสระและกฎข้อที่สองของนิวตัน ได้เป็น

$$mx + cx + kx = F_0 \sin \omega t \qquad ...(215)$$

ผลเฉลยของสมการนี้จะแบ่งเป็นสองส่วน ส่วนแรกจะเป็นผลเฉลยของการสั่นสะเทือนแบบอิสระ $Mx + cx + kx = 0$ ซึ่งผลเฉลยมีค่าเท่ากับ $x = e^{-\xi \omega_n t} [D\sin(\omega_d t + \phi_d)]$ ซึ่ง x จะมีขนาดลดลงเป็นศูนย์เมื่อเวลาผ่านไปผลเฉลยส่วนนี้จะถูกเรียกว่าการเคลื่อที่แบบทรานเซียน

ส่วนการสั่นสะเทือนส่วนที่เหลือที่ยังเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจะเป็นส่วนที่เกิดจากแรงกระตุ้น $F_0 \sin \omega$ ซึ่งจะมีการเคลื่อนที่อยู่ในรูปเดียวกับแรงกระตุ้น ผลเฉลยของการสั่นสะเทือนส่วนที่สองนี้ซึ่งถูกเรียกว่าการเคลื่อนที่แบบสภาวะคงตัว จะสามารถเขียนได้เป็น

$$x = X\sin(\omega t - \phi) \qquad ...(2.16)$$

เมื่อ x เป็นขนาดของการสั่นสะเทือนที่มีค่าสูงสุด และ ϕ เป็นมุมเฟสที่เทียบกับแรงที่มากระตุ้นขนาดของค่า x สามารถเขียนได้เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$X = \left[\frac{F_0}{\sqrt{\left(k - mw^2\right)^2 + \left(cw\right)^2}} \right] \qquad \ldots(2.17)$$

$$\phi = \tan^{-1}\left[\frac{cw}{k - mw^2} \right] \qquad \ldots(2.18)$$

ดังนั้นผลเฉลยรวมของการเคลื่อนที่ภายใต้แรงกระตุ้นแบบอาร์มอนิกสามารถเขียนได้เป็น

$$X = e^{-\xi\omega_n t}\left[D\sin\left(w_d t + \phi_d\right)\right] + X\sin\left(\omega t - \phi\right) \qquad \ldots(2.19)$$

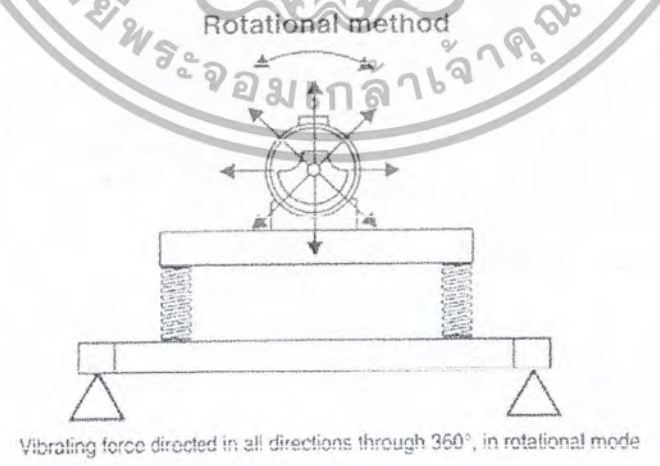
ผลเฉลยของสมการที่ (2.19) ซึ่งจะเห็นได้ว่าในช่วงแรกขนาดของการสั่นสะเทือนเป็นผลรวมของการเคลื่อนที่ทั้งสองแบบ และเมื่อการเคลื่อนที่แบบทรานเซียนได้ลดขนาดลงจนเป็นศูนย์ การสั่นสะเทือนจะมีรูปร่างเป็นไปตามสมการที่ (2.16)

เทคนิคการสั่นสะเทือนสามารถแบ่งได้ดังต่อไปนี้

- ระบบสั่นสะเทือนอิสระ(freely oscillating systems)
- ระบบการสั่นพ้อง(oscillating systems bound to resonance)

ระบบการสั่นสะเทือนแบบอิสระประกอบด้วย 2 วิธี

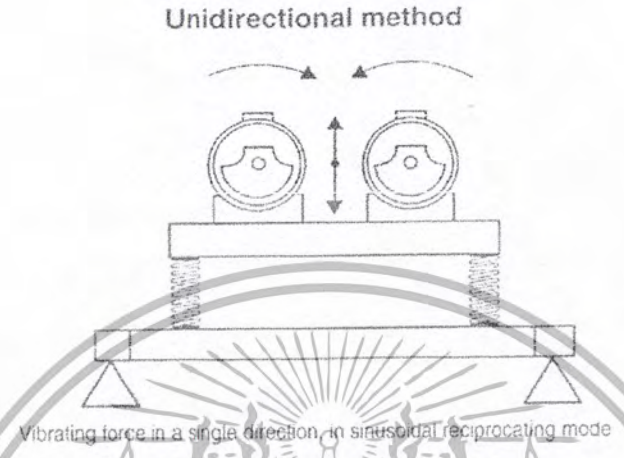
- rotational แรงสั่นสะเทือนมีทุกทิศทาง 360 องศา ทั้งในทิศทางตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา สามาศึกษาโดยใช้ vibrator แบบ single electric ซึ่งเครื่องคัดขนาดพริกใช้ vibrator แบบนี้



รูปที่ 2.10 วิธี rotational

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

– unidirectional แรงสั่นสะเทือนมีทิศทางเดียวตามทิศทางเข็มหรือทวนเข็มนาฬิกา ดังแสดงในรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 วิธี unidirectional

หลักการคำนวณตามวิธี rotational

ความเร็วจริงตามทฤษฎีของผลิตภัณฑ์ (Corrected theoretic speed) V_{teoc} มีหน่วย m/h หรือ cm/s

$$V_{TEOc} = \frac{V_{TEO} + V_i}{F_\alpha}$$

V_{teoc} = ความเร็วจริงตามทฤษฎี

V_{teo} = ความเร็วของผลิตภัณฑ์

α = มุมเอียงที่ทำกับแนวราบ

I = angle of incidence = 90-α ตามตารางที่ 2.1

V_i = speed of incidence (cm/s, m/h) ตามตารางที่ 2.1

$F\alpha$ = ค่าคงที่ที่ใช้ความเร็วตามทฤษฎี ตามตารางที่ 2.1

E = ระยะเยื้องศูนย์ (mm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าที่ใช้ในการคำนวณตามมุม α

Established value	Values calculated according to α		
α	i	F_α	V_i
10	80	0.81	80
15	75	0.71	75
20	65	0.60	70
25	65	0.48	65
35	55	0.25	55

2.5 การหาประสิทธิภาพการคัดขนาดพริก

$$\text{ประสิทธิภาพการคัด} = \frac{\text{น้ำหนักพริกที่ได้ขนาดที่คัดได้}}{\text{น้ำหนักพริกที่ได้ขนาดทั้งหมด}} \times 100$$

2.6 การหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดการคัดขนาด

$$\text{การหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดการคัดขนาด} = \frac{\text{น้ำหนักพริกที่ไม่ได้ขนาดแต่ผ่านเครื่องคัด}}{\text{น้ำหนักพริกที่ไม่ได้ขนาดทั้งหมด}} \times 100$$

ที่มา : [5] เครื่องคัดขนาดพริก 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินงาน

ส่วนประกอบของเครื่องคัดขนาดพริกสามารถแยกได้เป็นส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้

3.1 โครงสร้างฐานรองรับตะแกรง

โครงสร้างฐานรองรับตะแกรงทำจากเหล็กฉากเป็นส่วนที่รองรับตะแกรงคัดขนาดพริก เป็นที่ยึดติดสำหรับชุดปรับมุมเอียงและมอเตอร์ที่ใช้เป็นต้นกำลังในการสั่นสะเทือน โดยใช้การเชื่อมไฟฟ้ายึดต่อเพื่อให้มีความแข็งแรงรองรับอุปกรณ์ ล้อติดตั้งอยู่ที่มุมทั้งสี่ด้านของโครงทำให้เคลื่อนย้ายโครงได้สะดวก

รูปที่ 3.1 โครงสร้าง

3.2 ตะแกรงคัดขนาด

ในการออกแบบรางตะแกรงต้องสามารถบังคับการวางตัวของพริกได้โดยให้ความยาวของพริกขนานกับรางตะแกรง โครงตะแกรงใช้เหล็กฉากเชื่อมติดกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าปูด้วยแผ่นเหล็กบางเจาะร่องสำหรับยึดสกรูติดกับรางตะแกรง ติดตั้งอยู่บนโครงสร้างมีสปริงรองรับใช้คัดขนาดพริกตามขนาดที่ต้องการ สามารถปรับขนาดรางตะแกรงได้ โดยมีมอเตอร์ เป็นอุปกรณ์ต้นกำลังและตะแกรงแผ่นเหล็กสี่เหลี่ยมที่มี Vibrator เป็นอุปกรณ์ต้นกำลังก็ใช้ได้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.2 ตะแกรงกัดขนาด

3.3 ชุดปรับมุมเอียง

ชุดปรับมุมเอียงใช้เกลียวในการปรับมุมเอียงซึ่งมีขนาดความโตเกลียว16 มม. ซึ่งสามารถปรับค่าได้ละเอียดคือสามารถปรับมุมได้ตั้งแต่ 0 – 25 องศาและยังสามารถปรับมุมเอียงโดยใช้คนคุมเครื่องเพียงคนเดียว

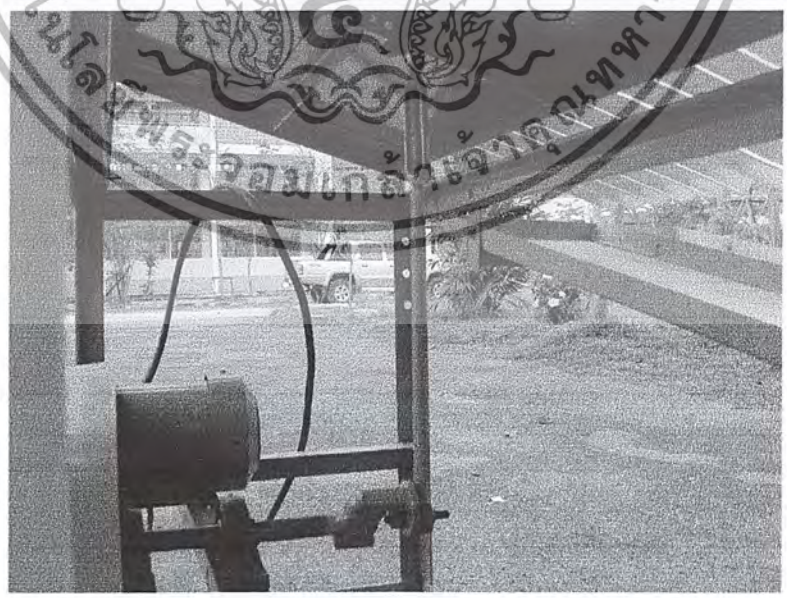
รูปที่ 3.3 ชุดปรับมุมเอียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 อุปกรณ์ต้นกำลัง

อุปกรณ์ต้นกำลังในการสั่นสะเทือนโดยใช้ Motor ขนาด 373 Watt ความเร็วรอบ 1440 rpm เป็นต้นกำลัง จากแบบเดิมที่ใช้ Vibrator ขนาด 120 Watt ความเร็วรอบ 3000 rpm เป็นตัวสั่นสะเทือน โดยเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ส่งกำลังผ่านชุดลูกเบี้ยวแล้วส่งกำลังผ่านแกนเหล็กไปยังตะแกรงทำให้ตะแกรงสั่นสะเทือน

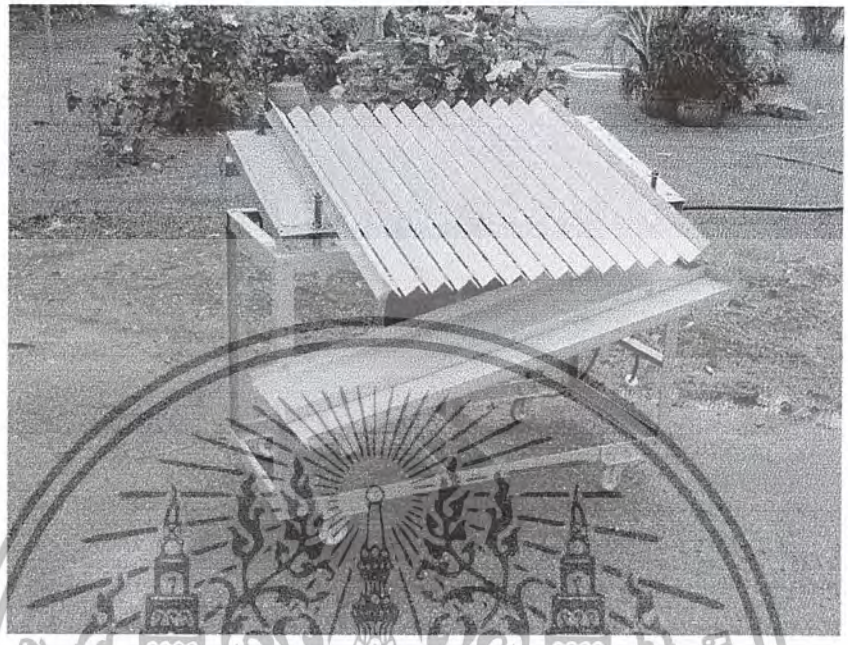
รูปที่ 3.4 อุปกรณ์ต้นกำลัง



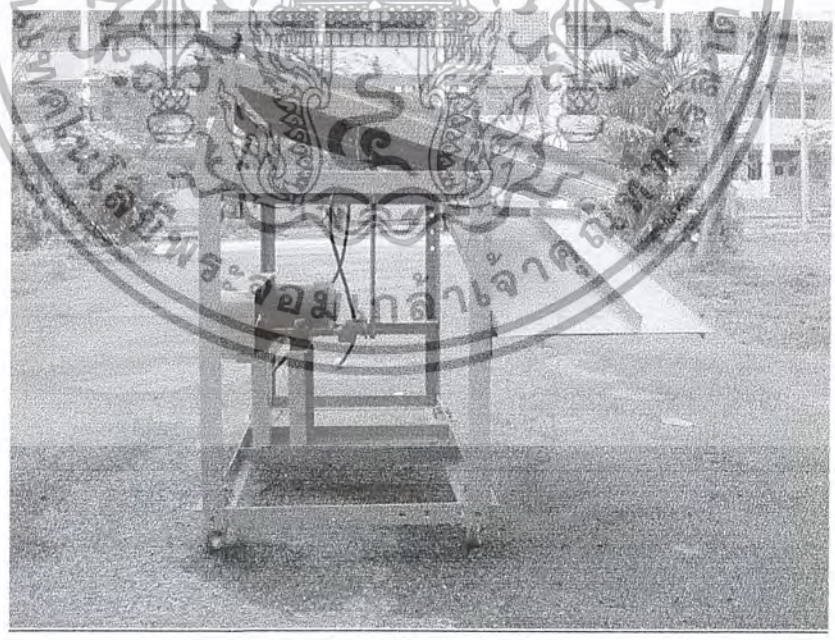
รูปที่ 3.5 ชุดสั่นสะเทือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้ทำการประกอบตะแกรงคัดขนาด ชุดปรับมุมเอียงและอุปกรณ์ต้นกำลังเข้าด้วยกันก็จะได้เครื่องคัดขนาดพริกที่พร้อมใช้งานดังแสดงในรูปที่ 3.5 และรูปที่ 3.6

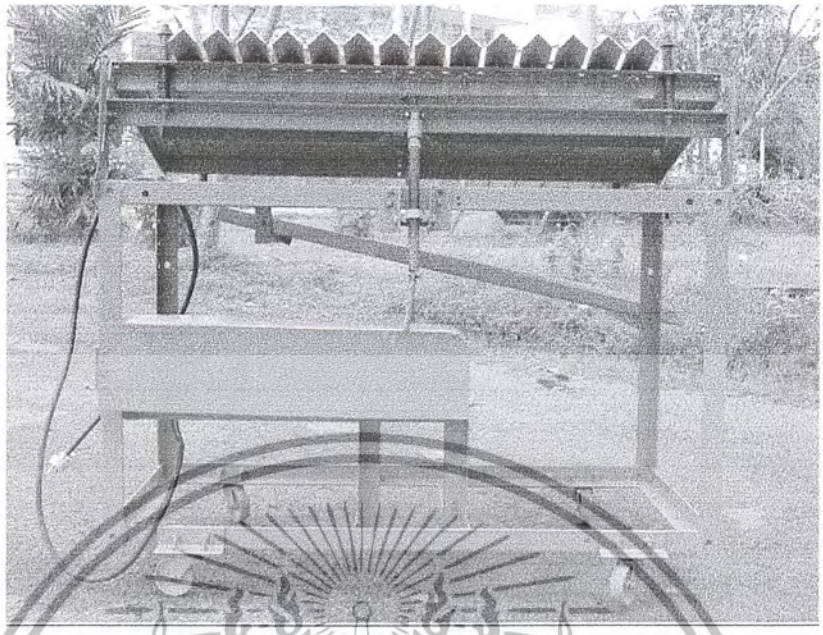


รูปที่ 3.6 รูปถ่ายเครื่องคัดขนาดพริกด้านหน้า



รูปที่ 3.7 รูปถ่ายเครื่องคัดขนาดพริกด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 รูปถ่ายเครื่องคัดขนาดพริกด้านหลัง

3.5 งบประมาณการสร้างเครื่อง

1. เหล็กแผ่น ราคา 800 บาท
2. เหล็กฉาก ราคา 200 บาท
3. สกรู ราคา 100 บาท
4. เหล็กเพลา ราคา 100 บาท
5. ตุ๊กตา ราคา 200 บาท
6. มอเตอร์ ½ HP ราคา 1950 บาท
7. สีกระป๋อง ราคา 90 บาท
8. อื่น ๆ ราคา 1000 บาท

รวม ราคา 4,450 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

เมื่อได้ทำการพัฒนาปรับปรุงเครื่องคัดขนาดพริกแล้วจึงดำเนินการทดลองเครื่องคัดขนาดพริก เพื่อหามุมเอียงและความเร็วรอบที่เหมาะสมที่ทำให้เครื่องมีประสิทธิภาพสูงสุด

วิธีการทดลองที่ 1

1. นำพริกคละ 200 กรัม คัดเลือกพริกแบ่งเป็นสองกลุ่มคือ (1) พริกที่มีขนาดเล็กกว่า 7 มม. (พริกไม่ได้ขนาด) (2) พริกที่มีขนาดใหญ่กว่า 7 มม. (พริกได้ขนาด) นำพริกไม่ได้ขนาดมาทำสัญลักษณ์โดยการแต้มสีแล้วนำพริกทั้ง 2 กลุ่มมาชั่งน้ำหนักและบันทึกผล

รูปที่ 4.1 (ก).พริกไม่ได้ขนาด (ข).พริกได้ขนาด

2. ปรับมุมเอียงของตะแกรงให้มีขนาดมุมเอียงตามที่ได้ตั้งค่าไว้ที่ตัวปรับมุมเอียง โดยเริ่มต้นที่มุม 12 องศา

3. นำพริกทั้ง 2 กลุ่มมาคละกัน แล้วทำการทดสอบการคัดขนาด โดยเครื่องคัดขนาดพริกและจับเวลา ทำการทดสอบจำนวน 5 ครั้ง

4. ชั่งน้ำหนักพริกได้ขนาดและพริกไม่ได้ขนาดที่ผ่านตะแกรงคัดขนาด และบันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทำซ้ำ ข้อ 1-4 โดยการเพิ่มน้ำหนักพริกเป็น 250,300,350 และ 400 กรัม โดยใช้ขนาดมุมเอียงตามข้อ 2

6. ทำซ้ำตามข้อ 5 แต่ปรับมุมเอียงเป็น 13,14,15 และ 16องศา

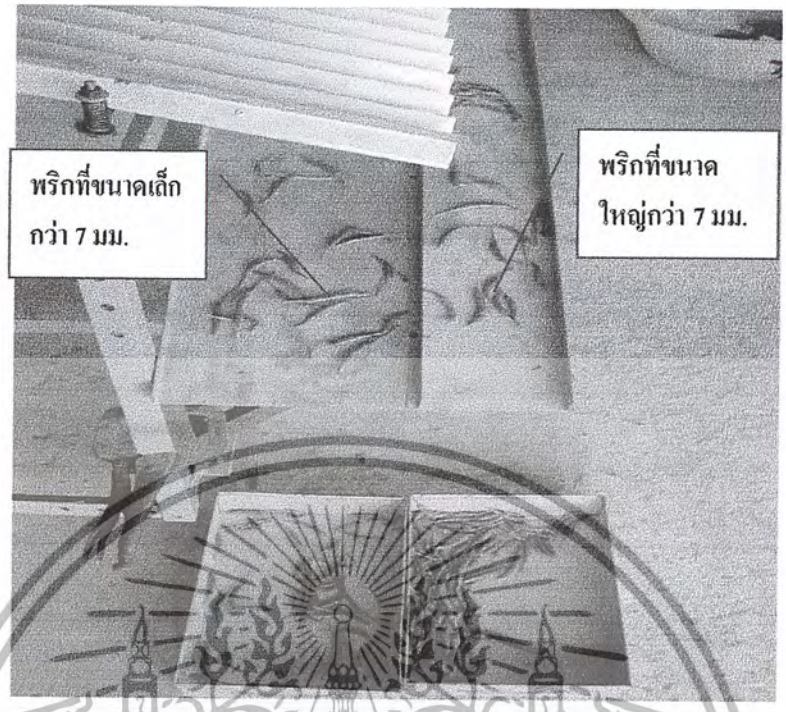
7. คำนวณแปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดและประสิทธิภาพการคัด

นำพริกที่ต้องการทดสอบมาทำการคัดขนาดได้ลักษณะการเคลื่อนที่ของพริกบนตะแกรงดังรูปที่ 4.2

รูปที่ 4.2 ลักษณะการเคลื่อนที่ของพริกบนตะแกรงคัดขนาด

พริกที่ได้ขนาดและไม่ได้ขนาดจะผ่านตะแกรงคัดขนาดไปที่รางรับพริกดังแสดงในรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 พริกที่ผ่านการคัดขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองที่ 1

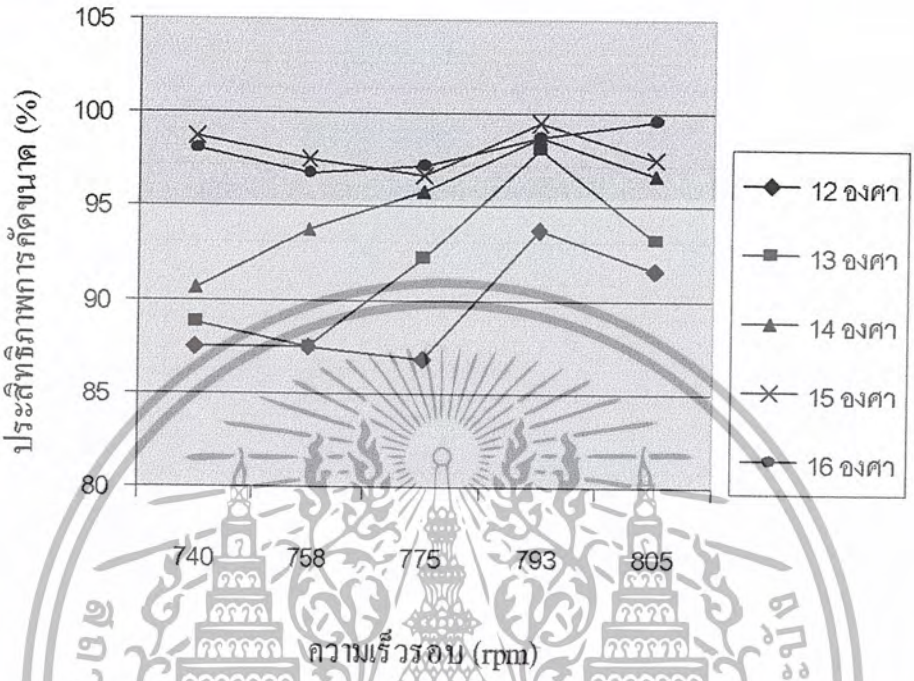
การทดลองหาความเร็วรอบที่เหมาะสม ซึ่งเลือกทดสอบที่ช่วงความเร็ว 740 – 805 รอบต่อนาที เพราะหากความเร็วรอบต่ำกว่า 740 รอบต่อนาที พริกจะมีการเคลื่อนที่ลงจากตะแกรงช้ามากทำให้มีอัตราการคัดขนาดต่ำ และมีพริกติดที่รางตะแกรงมาก แต่ถ้าความเร็วรอบสูงกว่า 805 รอบต่อนาที พริกจะกระดอนบนตะแกรงคัดขนาดมากจนไม่สามารถคัดแยกได้

ตารางที่ 4.1 สรุปผลการทดลองการหาความเร็วของเพลาลูกเบี้ยวที่เหมาะสมที่ความเร็วต่าง ๆ

ความเร็ว (rpm)	มุมเอียงของตะแกรงคัดขนาด				
	12°	13°	14°	15°	16°
740	87.5	87.5	86.87	93.75	91.62
758	88.75	87.5	92.25	98.12	93.25
775	90.62	93.75	95.75	98.75	96.62
793	98.75	97.5	96.62	99.5	97.5
805	98.12	96.8	97.25	98.75	99.62

* ข้อมูลจากภาคผนวก ข.1- ข.5 หน้า 47-51.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการคัดขนาดที่ความเร็วรอบต่าง ๆ

จากการทดลองหาความเร็วรอบที่เหมาะสมพบว่าที่ความเร็วรอบของเพลาลูกเบี้ยว 793 รอบต่อนาที เป็นความเร็วที่เหมาะสมที่สุด เพราะพริกมีลักษณะการเคลื่อนตัวที่เหมาะสม และให้ประสิทธิภาพการคัดขนาดสูงใกล้เคียงกันที่ทุกมุมเอียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

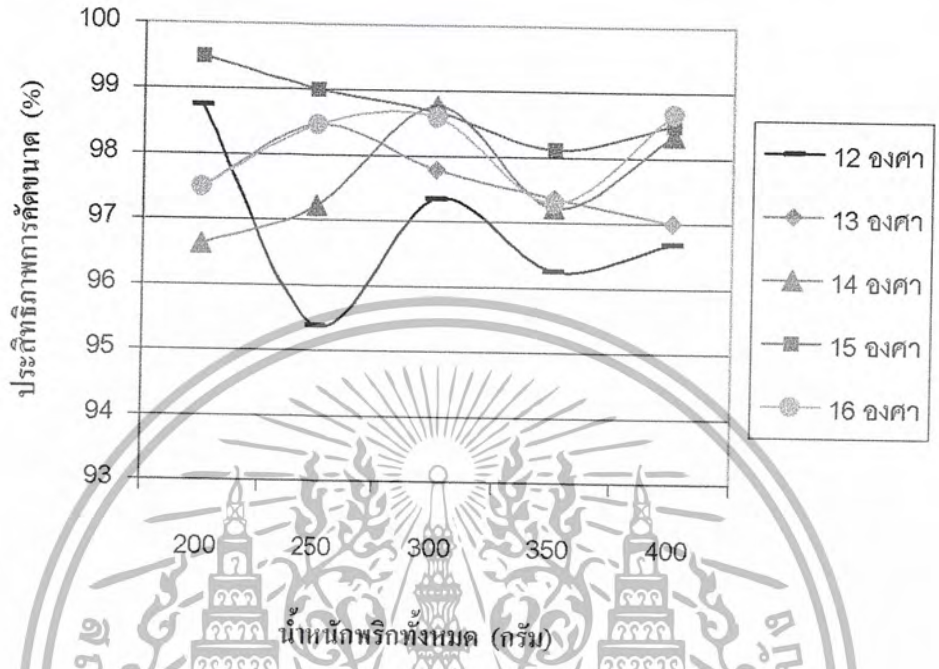
ตารางที่ 4.2 สรุปประสิทธิภาพการคัดขนาด ที่ความเร็วรอบของเพลาลูกเบี้ยว 793 รอบต่อนาที

น้ำหนัก (กรัม)	มุมเอียงของตะแกรงคัดขนาด				
	12°	13°	14°	15°	16°
200	98.75	97.5	96.62	99.50	97.50
250	95.38	98.46	97.23	99.00	98.46
300	97.35	97.79	98.76	98.67	98.59
350	96.25	97.37	97.22	98.12	97.30
400	96.68	97.00	98.34	98.50	98.67

*ข้อมูลจากภาคผนวก ข.6-1-ข.10 หน้า 52-56.

เมื่อได้ความเร็วรอบที่เหมาะสมแล้ว จึงได้ทดลองหามุมเอียงของรางตะแกรงคัดขนาด และบันทึกผลการทดลองแล้วจึงได้นำข้อมูลมาเขียนกราฟระหว่างน้ำหนักพริกและประสิทธิภาพการคัดที่มุมเอียงค่าต่าง ๆ ของตะแกรงซึ่งแสดงในรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงประสิทธิภาพในการคัดขนาด

จากรูปที่ 4.5 จะเห็นว่าเส้นกราฟไม่คงที่เนื่องจากความไม่สม่ำเสมอในการโรยพริก ถ้าโรยพริกในคราวละมาก ๆ จะทำให้พริกบีการซ้อนทับกันมากขึ้นซึ่งจะทำให้พริกที่ไม่ได้ขนาดปนมากับพริกที่ได้ขนาดทำให้ประสิทธิภาพในการคัดลดลง และจากการทดลองพบว่าที่มุมเอียงตะแกรง 15 องศา จะทำให้เครื่องคัดขนาดพริกมีประสิทธิภาพในการคัดสูงที่สุด

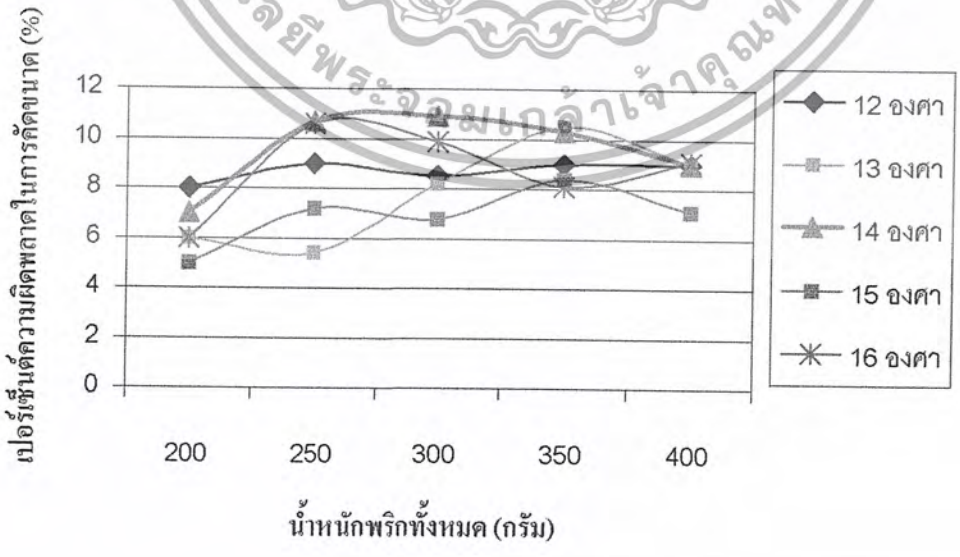
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 สรุปเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัดขนาดที่ความเร็วรอบของเพลาลูกเบี้ยว 793 รอบต่อนาที

น้ำหนัก (กรัม)	มุมเอียงของตะแกรงคัดขนาด				
	12°	13°	14°	15°	16°
200	8	6	7	5	6
250	9	5.4	10.7	7.2	10.6
300	8.5	8.2	10.9	6.8	9.9
350	9	10.5	10.3	8.4	8.1
400	9	9.5	9.1	7.2	9.1

*ข้อมูลจากภาคผนวก ข.6-1-ข.10 หน้า 52-56.

จากการทดลองและบันทึกผลการทดลองในการหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัดขนาด จึงนำข้อมูลมาเขียนกราฟระหว่างน้ำหนักพริกและเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัด ในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัดขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.6 จะเห็นว่าเมื่อน้ำหนักพริกเพิ่มขึ้นเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัดขนาดจะเพิ่มขึ้น และพบว่าที่มุม 15 องศา มีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัดขนาดต่ำ โดยมีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์

วิธีการทดลองที่ 2

จากการทดทดลองที่ 1 ทำให้ทราบว่าความเร็วรอบของเพลาลูกเบี้ยวที่เหมาะสมคือ 793 รอบต่อนาที ต่อมาทำการทดลองที่ 2 เพื่อหาน้ำหนักพริกที่ไม่ได้ขนาดมากที่สุดที่เครื่องสามารถทำงานได้ โดยมีวิธีการทดลองดังนี้

1. นำพริกที่ได้ขนาดน้ำหนัก 300 กรัม โดยมีพริกที่ไม่ได้ขนาด 50 กรัม ทำเครื่องหมายพริกที่ไม่ได้ขนาดโดยทำการแต้มสี

2. ปรับมุมเอียงที่มุมเริ่มต้น 12 องศา

3. นำพริกที่เตรียมไว้มาผ่านเครื่องคัดขนาด และจับเวลาทำการทดลองจำนวน 5 ครั้ง และชั่งน้ำหนักพริกที่ได้ขนาด และไม่ได้ขนาดที่ผ่านตะแกรงคัดขนาด บันทึกผลการทดลอง

4. ทำซ้ำ ข้อ 1-4 โดยเปลี่ยนน้ำหนักพริกที่ไม่ได้ขนาดเป็น 100,150 และ 200 กรัม โดยใช้ขนาดมุมเอียงตามข้อ 2

5. ทำซ้ำตามข้อ 5 แต่ปรับมุมเอียงเป็นมุม 12,13,14,15, และ 16 องศา ตามลำดับ

6. คำนวณแปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด และประสิทธิภาพการคัดขนาด

ผลการทดลองที่ 2

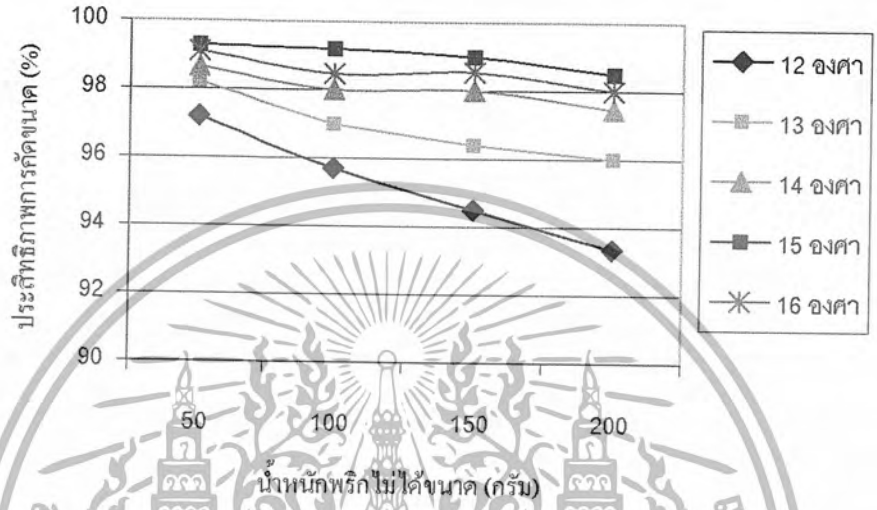
ตารางที่ 4.4 สรุปประสิทธิภาพการคัดขนาดเมื่อเพิ่มน้ำหนักพริกที่ไม่ได้ขนาด (พริกได้ขนาด 300 กรัม + พริกไม่ได้ขนาดที่น้ำหนักต่าง ๆ)

น้ำหนัก (กรัม)	มุมเอียงของตะแกรงคัดขนาด				
	12°	13°	14°	15°	16°
50	97.20	98.20	98.66	99.30	99.10
100	95.70	97.00	98.00	99.20	98.46
150	94.50	96.40	98.00	99.00	98.53
200	93.33	96.00	97.46	98.50	98.00

*ข้อมูลจากภาคผนวก ข.11-ข.15 หน้า 57-61.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทดสอบประสิทธิภาพการคัดขนาดโดยพริกมีน้ำหนักรวม 300 กรัม แล้วเพิ่มน้ำหนักพริกที่ไม่ได้ขนาดจึงได้นำผลการทดลองมาเขียนกราฟดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 ประสิทธิภาพการคัดขนาดพริก

จากรูปที่ 4.7 พบว่าที่มุมเอียงตะแกรง 15 องศา มีประสิทธิภาพในการคัดที่สูงแต่เมื่อเพิ่มน้ำหนักพริกที่ไม่ได้ขนาดทำให้ประสิทธิภาพในการคัดขนาดลดลง

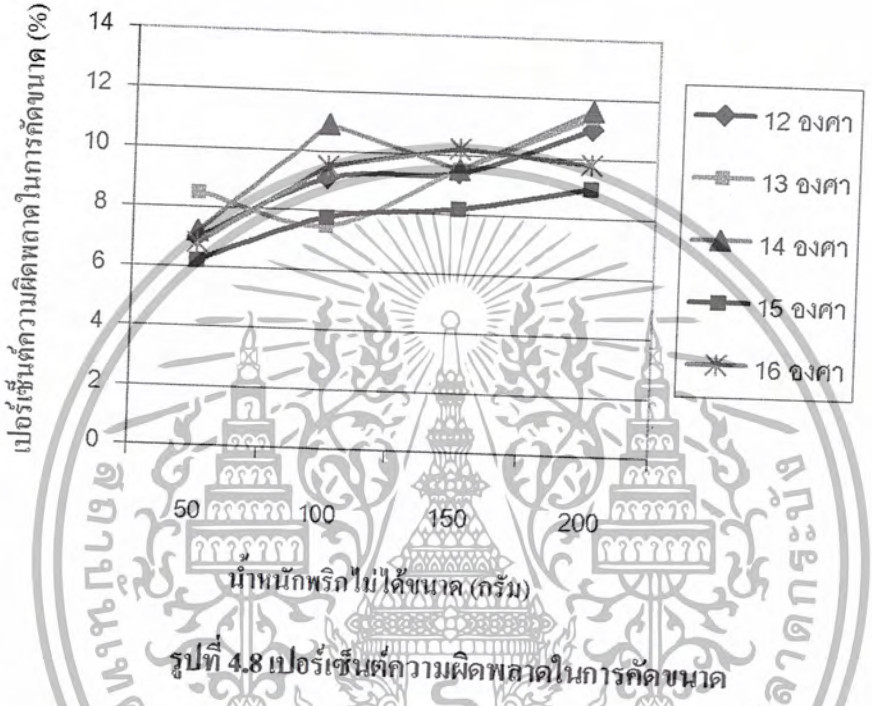
ตารางที่ 4.5 สรุปเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเมื่อเพิ่มน้ำหนักพริกที่ไม่ได้ขนาด (พริกได้ขนาด 300 กรัม + พริกไม่ได้ขนาดที่น้ำหนักต่าง ๆ)

น้ำหนัก (กรัม)	มุมเอียงของตะแกรงคัดขนาด				
	12°	13°	14°	15°	16°
50	7	8.5	7.2	6.2	6.8
100	9.1	7.5	10.9	7.8	9.5
150	9.4	9.5	8.2	8.2	10.2
200	11	10.4	11.6	9.0	9.8

*ข้อมูลจากภาคผนวก ข.11-ข.15 หน้า 57-61.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัดโดยพริกมีน้ำหนักรวม 300 กรัม แล้วเพิ่มน้ำหนักพริกไม่ได้ขนาดได้นำผลการทดลองมาเขียนกราฟดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัดขนาด

จากรูปที่ 4.8 พบว่าเมื่อเพิ่มน้ำหนักพริกไม่ได้ขนาดทำให้มีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัดขนาดเพิ่มมากขึ้น น้ำหนักพริกไม่ได้ขนาด 50 กรัม ที่มุมเอียงตะแกรง 15 องศา มีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัดขนาดต่ำ และเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจะเพิ่มขึ้น เมื่อน้ำหนักพริกไม่ได้ขนาดเพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 การคำนวณหาอัตราการคัดของเครื่อง

การคำนวณหาอัตราการคัดขนาดของเครื่องคัดขนาดสามารถคำนวณได้ดังนี้

อัตราการคัดขนาดโดยใช้เครื่องคัดขนาดโดยใช้น้ำหนักพริกที่ 300 กรัม มุมเอียงตะแกรงคัดขนาด 15 องศา โดยมีพื้นที่การทำงาน 80 X 88 เซนติเมตร ใน 1 รอบ โดยใช้คน 1 คน พบว่า

ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการคัดขนาดคือ 0.52 นาที

เครื่องสามารถคัดขนาดพริกได้ = 300/0.52 กรัม/นาที

= 576.92 กรัม/นาที

= 34.2 กิโลกรัม/ชั่วโมง

จากการพัฒนาเครื่องคัดขนาดพริกเครื่องสามารถคัดได้ 34.2 กิโลกรัม/ชั่วโมง ซึ่งสามารถคัดขนาดได้มากกว่าเครื่องเดิมซึ่งคัดได้เพียง 7.38 กิโลกรัม/ชั่วโมง

จากการใช้คนคัดพริก 2 คน คัดพริกจำนวน 10 กิโลกรัม พบว่าใช้เวลาในการคัดเฉลี่ย 43 นาที

ความสามารถในการคัดพริกของคน 2 คน = 1000 / 43 กรัม/นาที

= 232.56 กรัม/นาที

= 13.92 กิโลกรัม/ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและวิจารณ์

5.1 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

5.1.1 จากการพัฒนาเครื่องคัดขนาดพริกได้มีการพัฒนาส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องดังนี้

- พัฒนาระบบสั่นสะเทือนจาก Vibrator เปลี่ยนเป็น Motor ซึ่งสามารถลดต้นทุนในการสร้างเครื่องจาก 14,100 บาท ลดลงเหลือ 4,450 บาท และยังให้ประสิทธิภาพในการคัดขนาดสูง

- พัฒนาชุดปรับมุมเอียง โดยออกแบบชุดปรับมุมเอียง ซึ่งแบบเดิมชุดปรับมุมเอียงเป็นแบบใช้เหล็กกลวงสี่เหลี่ยมเจาะรูเพื่อใช้ในการล็อคมุมเอียงของตะแกรง ซึ่งในการปรับเปลี่ยนมุมแต่ละครั้งทำได้ลำบาก และจะต้องมีคนคุมเครื่อง 2 คนในการปรับมุมเอียงและปรับค่าได้ไม่ละเอียด ได้เปลี่ยนมาใช้เกลียวในการปรับมุมเอียงทำให้การปรับมุมเอียงทำได้สะดวกสามารถปรับค่าได้ละเอียด และปรับมุมเอียงโดยใช้คนคุมเครื่องเพียงคนเดียว

- พัฒนาชุดป้องกันพริกติดตะแกรง โดยทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้พริกที่ได้ขนาดหัวจมและติดตะแกรง ซึ่งช่วยลดเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดและเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดขนาด

- พัฒนารางรองรับพริกที่ผ่านการคัดขนาด ทำให้สามารถทำงานได้สะดวก

5.1.2 จากการทดลองหาประสิทธิภาพการคัดขนาดและเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัดขนาดพบว่า มุมเอียงตะแกรง 15 องศา มีความเหมาะสมมากที่สุด เพราะมีประสิทธิภาพการคัดขนาดสูงและเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดต่ำ และที่ความเร็วรอบของเพลาลูกเบี้ยว 793 รอบต่อนาที เป็นความเร็วที่เหมาะสมที่สุด เพราะพริกมีลักษณะการเคลื่อนที่เหมาะสม

5.2 บทวิจารณ์ผลการทดลอง

- พริกที่หัวจมลงรองตะแกรงจะกีดขวางการเคลื่อนที่ของพริกอื่น ทำให้อัตราการคัดขนาดพริกลดลง

- ควรเพิ่มความยาวของตะแกรงช่วงคัดขนาดให้ยาวขึ้นกว่าเดิมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการคัดขนาด และเพื่อให้เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดลดลง

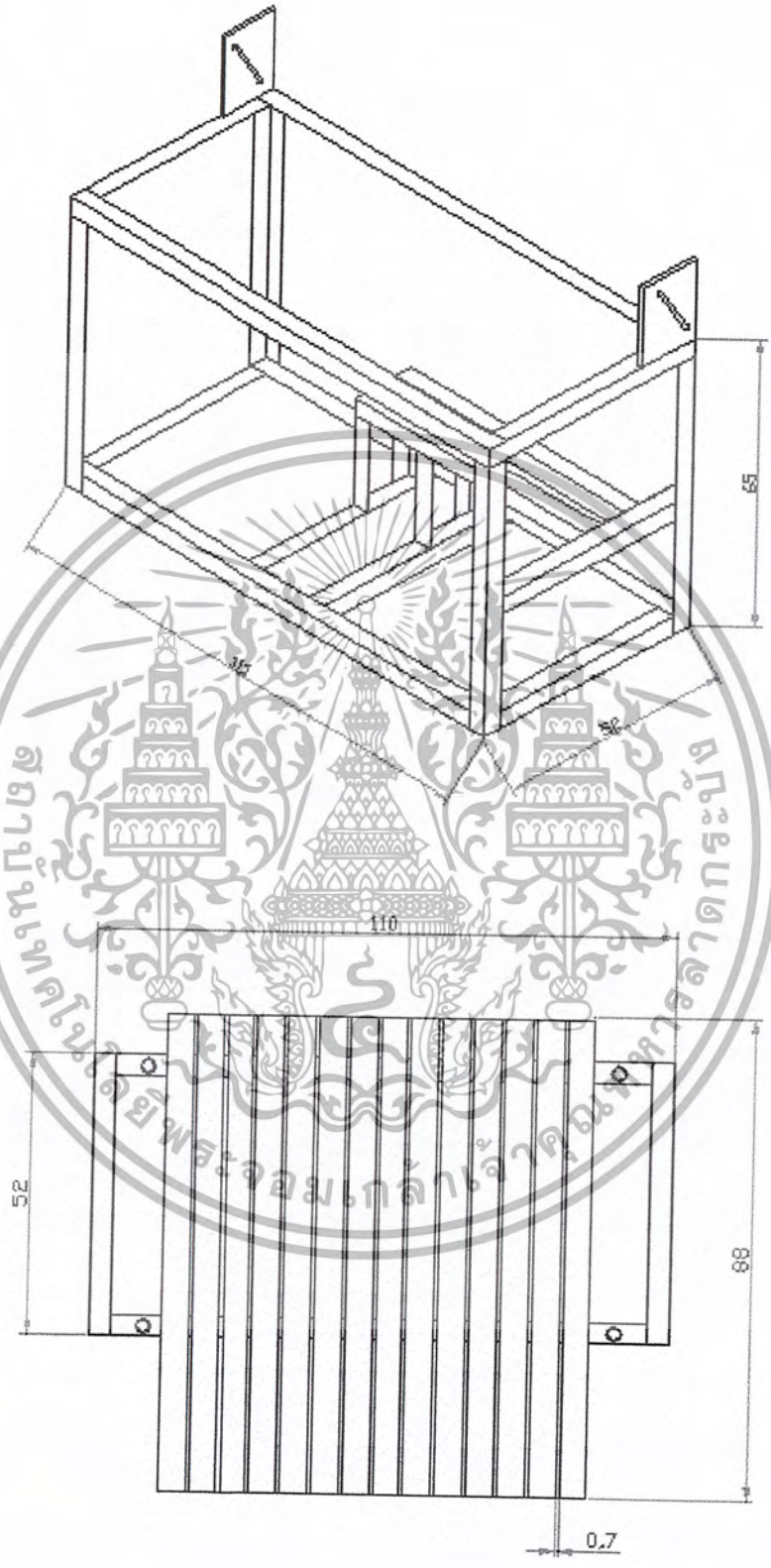
- การโปรยพริกนั้นควรโปรยพริกให้มีจำนวนสม่ำเสมอในทุกๆ ร่องตะแกรงและไม่ให้มากจนเกินไปซึ่งขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้ใช้เครื่อง ถ้าโปรยพริกจำนวนมากไปก็จะทำให้พริกเกิดการซ้อนทับกัน ทำให้ประสิทธิภาพการคัดขนาดลดลงและเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

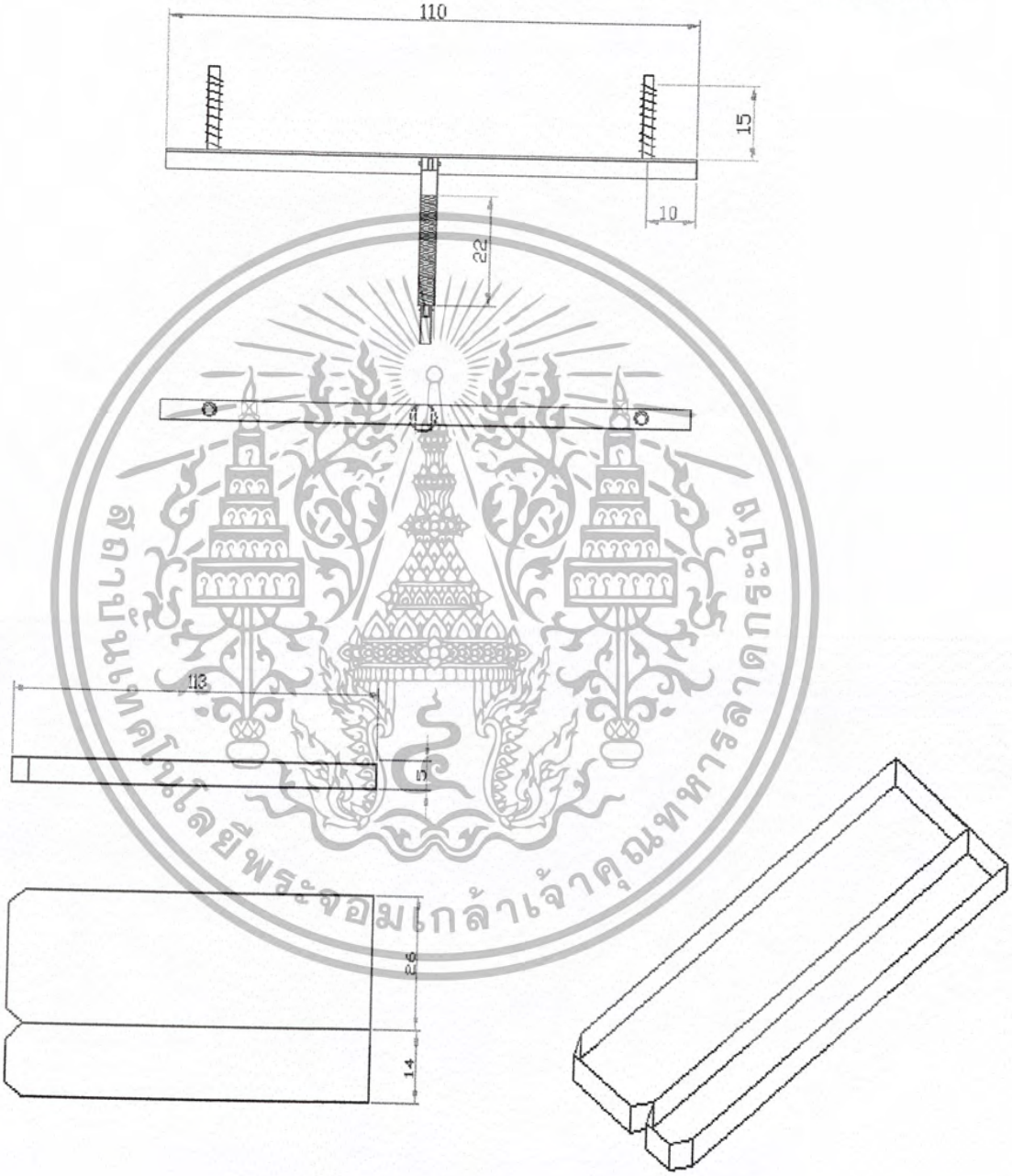
(หน่วย : cm)



รูปผนวก ก.1 โครงสร้างเครื่องและตะแกรงคัดขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

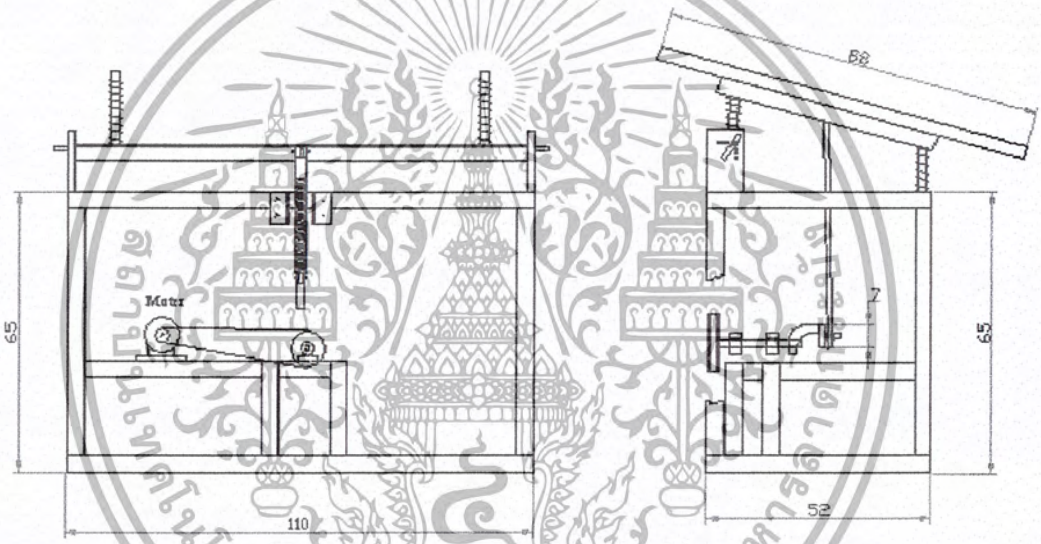
(หน่วย : cm)



รูปผนวก ก.2 ชุดปรับมุมเอียงและถาดรองรับพริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(หน่วย : cm)



รูปผนวก ก.3 ระบบสั่นสะเทือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.
ตารางบันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.1 ตารางบันทึกผลการทดลองการหาความเร็วของเพลาลูกเบี้ยวที่เหมาะสม ที่ความเร็วรอบ 740 รอบต่อนาที พริกคละน้ำหนัก 200 กรัม น้ำหนักพริกที่ใหญ่กว่า 7 มม. 160 กรัม น้ำหนักพริกที่เล็กกว่า 7 มม. 40 กรัม

มุมเอียง (องศา)	จำนวนซ้ำ (ครั้ง)	นน.พริกใหญ่ กว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกเล็ก กว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกที่ ติดรางคัด ขนาด (กรัม)	นน.พริกเล็ก ปนมากับพริก ใหญ่ (กรัม)	เวลา (วินาที)	ประสิทธิภาพ (%)
12°	1	140	39	20	1	0.47	
	2	138	40	22	0	0.48	
	3	139	40	21	0	0.48	
	4	142	38	18	2	0.46	
	5	141	38	19	2	0.46	
	เฉลี่ย	140	39	20	1	0.47	87.5
13°	1	140	38	20	2	0.46	
	2	140	40	20	0	0.47	
	3	142	38	18	2	0.47	
	4	138	36	22	4	0.45	
	5	140	38	20	2	0.45	
	เฉลี่ย	140	38	20	2	0.46	87.5
14°	1	135	40	25	0	0.46	
	2	145	40	15	0	0.48	
	3	140	40	20	0	0.48	
	4	135	37	25	3	0.49	
	5	140	40	20	0	0.47	
	เฉลี่ย	139	39.4	21	0.6	0.47	86.87
15°	1	150	40	10	0	0.48	
	2	151	40	9	0	0.49	
	3	149	37	11	3	0.50	
	4	148	39	12	1	0.49	
	5	152	39	8	1	0.49	
	เฉลี่ย	150	39	10	1	0.49	93.75
16°	1	144	35	11	5	0.47	
	2	150	39	11	1	0.46	
	3	146	38	10	2	0.47	
	4	145	40	13	0	0.48	
	5	148	39	9	1	0.49	
	เฉลี่ย	146.6	38.2	10.8	1.8	0.47	91.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.2 ตารางบันทึกผลการทดลองการหาความเร็วของเพลาลูกเบี้ยวที่เหมาะสม ที่ความเร็วรอบ 758 รอบต่อนาที พริกคละน้ำหนัก 200 กรัม น้ำหนักพริกที่ใหญ่กว่า 7 มม. 160 กรัม น้ำหนักพริกที่เล็กกว่า 7 มม. 40 กรัม

มุมเอียง (องศา)	จำนวนซ้ำ (ครั้ง)	นน.พริกใหญ่ กว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกเล็ก กว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกที่ ติดรางคัด ขนาด (กรัม)	นน.พริกเล็ก ปนมากับพริก ใหญ่ (กรัม)	เวลา (วินาที)	ประสิทธิภาพ (%)
12°	1	142	37	18	3	0.41	
	2	142	35	18	5	0.40	
	3	140	39	20	1	0.40	
	4	142	39	18	1	0.42	
	5	144	35	16	5	0.42	
	เฉลี่ย	142	37	18	3	0.41	88.75
13°	1	140	36	20	4	0.40	
	2	139	35	21	5	0.39	
	3	140	37	20	3	0.39	
	4	141	37	19	3	0.41	
	5	140	35	20	5	0.41	
	เฉลี่ย	140	36	20	5	0.40	87.5
14°	1	148	40	12	0	0.41	
	2	150	40	10	0	0.40	
	3	145	35	15	5	0.42	
	4	150	35	10	5	0.42	
	5	145	40	15	0	0.40	
	เฉลี่ย	147.6	38	12.4	2	0.41	92.25
15°	1	157	37	13	3	0.42	
	2	157	38	13	2	0.43	
	3	156	36	14	4	0.41	
	4	157	37	13	3	0.42	
	5	158	38	12	2	0.42	
	เฉลี่ย	157	37	13	3	0.42	98.12
16°	1	149	39	11	1	0.43	
	2	149	40	11	0	0.45	
	3	150	39	10	1	0.44	
	4	147	40	13	0	0.45	
	5	151	40	9	0	0.43	
	เฉลี่ย	149.2	39.6	10.8	0.4	0.44	93.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.3 ตารางบันทึกผลการทดลองการหาความเร็วของเพลาลูกเบี้ยวที่เหมาะสม ที่ความเร็วรอบ 775 รอบต่อนาที พริกคละน้ำหนัก 200 กรัม น้ำหนักพริกที่ใหญ่กว่า 7 มม. 160 กรัม น้ำหนักพริกที่เล็กกว่า 7 มม. 40 กรัม

มุมเอียง (องศา)	จำนวนซ้ำ (ครั้ง)	นน.พริกใหญ่ กว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกเล็ก กว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกที่ติดรางคัดขนาด (กรัม)	นน.พริกเล็กปนมากับพริกใหญ่ (กรัม)	เวลา (วินาที)	ประสิทธิภาพ (%)
12°	1	145	34	15	6	0.38	
	2	144	33	16	7	0.38	
	3	144	32	16	8	0.37	
	4	146	36	14	4	0.39	
	5	146	35	14	5	0.38	
	เฉลี่ย	145	34	15	6	0.38	90.62
13°	1	150	33	10	7	0.38	
	2	149	34	11	6	0.36	
	3	151	35	9	5	0.36	
	4	151	32	9	8	0.40	
	5	149	31	11	9	0.40	
	เฉลี่ย	150	33	10	7	0.38	93.75
14°	1	150	35	10	5	0.34	
	2	152	32	8	8	0.38	
	3	155	35	5	5	0.37	
	4	154	30	6	10	0.36	
	5	155	35	5	5	0.36	
	เฉลี่ย	153.2	33.4	6.8	6.6	0.36	95.75
15°	1	158	35	2	5	0.38	
	2	158	36	2	4	0.38	
	3	156	34	4	6	0.38	
	4	160	35	0	5	0.39	
	5	158	35	2	5	0.37	
	เฉลี่ย	158	35	2	5	0.38	98.75
16°	1	155	39	5	1	0.37	
	2	156	38	4	2	0.34	
	3	153	39	7	1	0.36	
	4	155	38	5	2	0.35	
	5	154	40	6	0	0.34	
	เฉลี่ย	154.6	38.8	5.4	1.2	0.35	96.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.4 ตารางบันทึกผลการทดลองการหาความเร็วของเพลาลูกเบี้ยวที่เหมาะสม ที่ความเร็วรอบ 793 รอบต่อนาที พริกคละน้ำหนัก 200 กรัม น้ำหนักพริกที่ใหญ่กว่า 7 มม. 160 กรัม น้ำหนักพริกที่เล็กกว่า 7 มม. 40 กรัม

มุมเอียง (องศา)	จำนวนซ้ำ (ครั้ง)	นน.พริกใหญ่ กว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกเล็ก กว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกที่ติดรางคัดขนาด (กรัม)	นน.พริกเล็กปนมากับพริกใหญ่ (กรัม)	เวลา (วินาที)	ประสิทธิภาพ (%)
12°	1	158	35	2	5	0.37	
	2	159	36	1	4	0.37	
	3	157	37	3	3	0.38	
	4	157	33	3	7	0.36	
	5	159	34	1	6	0.37	
	เฉลี่ย	158	35	2	5	0.37	98.75
13°	1	156	35	4	5	0.38	
	2	156	35	4	5	0.39	
	3	155	36	5	4	0.37	
	4	157	34	3	6	0.37	
	5	156	35	4	5	0.38	
	เฉลี่ย	156	35	4	5	0.38	97.5
14°	1	156	34	4	6	0.30	
	2	154	33	6	7	0.36	
	3	155	35	5	5	0.33	
	4	153	35	7	5	0.32	
	5	155	33	5	3	0.34	
	เฉลี่ย	154.6	34	5.4	6	0.33	96.62
15°	1	160	35	0	5	0.31	
	2	158	35	2	5	0.32	
	3	159	34	1	6	0.32	
	4	159	35	1	5	0.30	
	5	159	36	1	4	0.30	
	เฉลี่ย	159	35	1	5	0.31	99.5
16°	1	156	38	4	2	0.35	
	2	156	39	4	1	0.31	
	3	155	39	5	1	0.32	
	4	157	38	3	2	0.32	
	5	156	40	4	0	0.33	
	เฉลี่ย	156	38.8	4	1.2	0.32	97.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยังห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.5 ตารางบันทึกผลการทดลองการหาความเร็วของเพลาลูกเบี้ยวที่เหมาะสม ที่ความเร็วรอบ 805 รอบต่อนาที พริกคละน้ำหนัก 200 กรัม น้ำหนักพริกที่ใหญ่กว่า 7 มม. 160 กรัม น้ำหนักพริกที่เล็กกว่า 7 มม. 40 กรัม

มุมเอียง (องศา)	จำนวนซ้ำ (ครั้ง)	นน.พริกใหญ่ กว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกเล็ก กว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกที่ ติดรางคัด ขนาด (กรัม)	นน.พริกเล็ก ปนมากับพริก ใหญ่ (กรัม)	เวลา (วินาที)	ประสิทธิภาพ (%)
12°	1	157	34	3	6	0.35	
	2	156	35	4	5	0.34	
	3	158	33	2	7	0.35	
	4	158	33	2	7	0.36	
	5	156	35	4	5	0.34	
	เฉลี่ย	157	34	3	6	0.35	98.12
13°	1	155	35	5	5	0.36	
	2	156	36	4	4	0.35	
	3	156	37	4	4	0.35	
	4	154	33	6	6	0.34	
	5	154	34	6	6	0.35	
	เฉลี่ย	155	35	5	5	0.35	96.87
14°	1	155	37	5	3	0.32	
	2	155	35	5	5	0.30	
	3	156	33	4	7	0.31	
	4	157	35	3	5	0.30	
	5	155	35	5	5	0.31	
	เฉลี่ย	155.6	35	4.4	5	0.30	97.25
15°	1	158	35	2	5	0.30	
	2	157	34	3	6	0.31	
	3	159	38	1	2	0.29	
	4	159	36	1	4	0.29	
	5	157	32	3	8	0.31	
	เฉลี่ย	158	35	2	5	0.30	98.75
16°	1	160	34	0	6	0.27	
	2	160	35	0	5	0.28	
	3	160	33	0	7	0.26	
	4	159	32	1	8	0.27	
	5	158	34	2	6	0.27	
	เฉลี่ย	159.4	33.6	0.6	6.4	0.27	99.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.6 บันทึกผลการทดลองที่ 1 มุมเอียง 12 องศา ที่ความเร็วรอบ 793 รอบต่อนาที

น้ำหนักพริก (กรัม)	จำนวนซ้ำ (ครั้ง)	นน.พริกใหญ่กว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกเล็กกว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกที่ติดรางคัดขนาด (กรัม)	นน.พริกเล็กปนมากับพริกใหญ่ (กรัม)	เวลา (วินาที)	ประสิทธิภาพ (%)
200	1	158	36	2	4	0.37	
	2	159	38	1	2	.38	
	3	158	37	2	3	0.39	
	4	157	37	3	3	0.36	
	5	158	36	2	4	0.35	
	เฉลี่ย	158	36.8	2	3.2	0.37	98.75
250	1	186	49.5	9	5.5	0.40	
	2	185	49	10	6	0.41	
	3	184	50	11	5	0.41	
	4	187	49	8	6	0.39	
	5	188	50	7	5	0.39	
	เฉลี่ย	186	49.5	9	5.5	0.38	95.38
300	1	221	67	6	6	0.45	
	2	220	67	7	6	0.44	
	3	222	67	5	6	0.46	
	4	222	66	5	7	0.46	
	5	220	67	7	6	0.44	
	เฉลี่ย	221	66.8	6	6.2	0.45	97.35
350	1	257	75.5	10	7.5	0.49	
	2	256	75	11	8	0.48	
	3	255	76	12	7	0.48	
	4	248	75	9	8	0.50	
	5	249	76	8	7	0.50	
	เฉลี่ย	257	75.5	10	7.5	0.49	96.25
400	1	292	90	10	8	0.50	
	2	291	90	11	8	0.51	
	3	293	89	9	9	0.49	
	4	292	88	10	10	0.49	
	5	292	89	10	9	0.51	
	เฉลี่ย	292	89.2	10	8.8	0.50	96.68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.7 บันทึกผลการทดลองที่ 1 มุมเอียง 13 องศา ที่ความเร็วรอบ 793 รอบต่อนาที

น้ำหนักพริก (กรัม)	จำนวนซ้ำ (ครั้ง)	นน.พริกใหญ่ กว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกเล็ก กว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกที่ติดรางคัดขนาด (กรัม)	นน.พริกเล็กปนมากับพริกใหญ่ (กรัม)	เวลา (วินาที)	ประสิทธิภาพ (%)
200	1	154	37	6	3	0.38	
	2	155	38	5	2	0.39	
	3	155	38	5	2	0.37	
	4	153	38	7	2	0.36	
	5	153	37	7	3	0.40	
	เฉลี่ย	154	37.6	6	2.4	0.38	97.5
250	1	192	52	3	3	0.40	
	2	192	53	3	2	0.41	
	3	193	51	2	4	0.39	
	4	191	52	4	3	0.41	
	5	192	52	3	3	0.39	
	เฉลี่ย	192	52	3	3	0.40	98.46
300	1	222	69	5	4	0.49	
	2	223	65	4	8	0.50	
	3	223	68	4	5	0.48	
	4	221	66	6	7	0.49	
	5	221	67	6	6	0.49	
	เฉลี่ย	223	67	5	6	0.49	97.79
350	1	260	74	7	9	0.53	
	2	259	74	8	9	0.52	
	3	258	74	9	9	0.51	
	4	261	75	6	8	0.52	
	5	262	74.5	5	8.5	0.52	
	เฉลี่ย	260	74.3	7	8.7	0.52	97.37
400	1	294	89	8	9	0.53	
	2	293	89	9	9	0.53	
	3	295	89	7	9	0.54	
	4	295	88.5	7	9.5	0.52	
	5	293	88	9	10	0.53	
	เฉลี่ย	294	88.7	8	9.3	0.53	97.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.8 บันทึกผลการทดลองที่ 1มุมเอียง 14 องศา ที่ความเร็วรอบ 793 รอบต่อนาที

น้ำหนักพริก (กรัม)	จำนวนซ้ำ (ครั้ง)	นน.พริกใหญ่กว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกเล็กกว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกที่ติดรางคัดขนาด (กรัม)	นน.พริกเล็กปนมากับพริกใหญ่ (กรัม)	เวลา (วินาที)	ประสิทธิภาพ (%)
200	1	156	38	4	2	0.31	
	2	154	37	6	3	0.30	
	3	155	37	5	3	0.32	
	4	153	37	7	3	0.32	
	5	155	37	5	3	0.30	
	เฉลี่ย	154.6	37.2	5.4	2.8	0.31	96.62
250	1	189	50	6	5	0.38	
	2	190	50	5	5	0.37	
	3	192	48	3	7	0.37	
	4	187	49	8	6	0.35	
	5	190	49	5	6	0.36	
	เฉลี่ย	189.6	49.1	5.4	5.9	0.37	97.23
300	1	221	65	6	8	0.45	
	2	227	65	0	8	0.43	
	3	226	66	1	7	0.42	
	4	225	64	2	9	0.44	
	5	222	65	5	8	0.42	
	เฉลี่ย	224.2	65	2.8	8	0.43	98.76
350	1	262	74	5	9	0.48	
	2	261	74	6	9	0.49	
	3	256	76	11	7	0.47	
	4	262	74	5	9	0.48	
	5	257	74.5	7	8	0.47	
	เฉลี่ย	259.6	74.5	7.4	8.5	0.48	97.22
400	1	297	89.5	5	8.5	0.51	
	2	298	90	4	8	0.50	
	3	296	89	6	9	0.50	
	4	297	88	5	10	0.51	
	5	297	89	5	9	0.50	
	เฉลี่ย	297	89.1	5	8.9	0.50	98.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.9 บันทึกผลการทดลองที่ 1มุมเอียง 15 องศา ที่ความเร็วรอบ 793 รอบต่อนาที

น้ำหนักพริก (กรัม)	จำนวนซ้ำ (ครั้ง)	นน.พริกใหญ่กว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกเล็กกว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกที่ติดรางคัดขนาด (กรัม)	นน.พริกเล็กปนมากับพริกใหญ่ (กรัม)	เวลา (วินาที)	ประสิทธิภาพ (%)
200	1	159	39	1	1	0.38	
	2	160	37	0	3	0.37	
	3	158	38	2	2	0.38	
	4	159	37	1	3	0.37	
	5	160	39	0	2	0.37	
	เฉลี่ย	159.2	38	0.8	2	0.37	99.5
250	1	195	51	0	4	0.39	
	2	193	52	2	3	0.39	
	3	195	50	0	5	0.38	
	4	193	50	2	5	0.40	
	5	194	52	1	3	0.39	
	เฉลี่ย	194	51	1	4	0.39	99.0
300	1	224	69	3	4	0.42	
	2	225	67	2	6	0.43	
	3	223	68	4	5	0.43	
	4	223	69	4	4	0.42	
	5	224	67	3	6	0.43	
	เฉลี่ย	224.8	68	3.2	5	0.43	98.67
350	1	262	75	5	8	0.45	
	2	264	77	3	6	0.46	
	3	260	77	7	6	0.46	
	4	263	75	4	8	0.46	
	5	261	76	6	7	0.45	
	เฉลี่ย	262	76	5	7	0.46	98.12
400	1	302	91	0	7	0.51	
	2	298	89	4	9	0.52	
	3	297	90	5	8	0.52	
	4	298	91	4	7	0.52	
	5	297	89	5	9	0.52	
	เฉลี่ย	298.4	90	3.6	8	0.52	98.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.10 บันทึกผลการทดลองที่ 1 มุมเอียง 16 องศา ที่ความเร็วรอบ 793 รอบต่อนาที

น้ำหนักพริก (กรัม)	จำนวนซ้ำ (ครั้ง)	นน.พริกใหญ่กว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกเล็กกว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกที่ติดรางคัดขนาด (กรัม)	นน.พริกเล็กปนมากับพริกใหญ่ (กรัม)	เวลา (วินาที)	ประสิทธิภาพ (%)
200	1	156	37	4	3	0.36	
	2	156	38	4	2	0.35	
	3	155	38	5	3	0.35	
	4	157	38	3	2	0.34	
	5	156	37	4	3	0.35	
	เฉลี่ย	156	37.6	4	2.4	0.35	97.5
250	1	190	50	5	5	0.38	
	2	194	50	1	5	0.39	
	3	193	49	2	6	0.37	
	4	192	48	3	7	0.38	
	5	191	49	4	6	0.38	
	เฉลี่ย	192	49.2	3	5.8	0.38	98.46
300	1	223	66	4	7	0.43	
	2	222	65	5	8	0.44	
	3	225	67	2	6	0.43	
	4	224	65	3	8	0.42	
	5	223	66	4	7	0.43	
	เฉลี่ย	223.4	65.8	3.6	7.2	0.43	98.59
350	1	264	77	3	6	0.46	
	2	263	76.5	4	6.5	0.47	
	3	265	76	2	7	0.45	
	4	264	76	3	7	0.45	
	5	263	76	4	7	0.46	
	เฉลี่ย	263.8	76.3	3.2	6.7	0.46	97.30
400	1	298	90	4	8	0.49	
	2	298	89.5	4	8.5	0.48	
	3	297	88	5	10	0.48	
	4	299	89	3	9	0.49	
	5	298	89	4	9	0.49	
	เฉลี่ย	298	89.1	4	8.9	0.49	98.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.11 บันทึกผลการทดลองที่ 2 มุมเอียง 12 องศา ที่ความเร็วรอบ 793 รอบต่อนาที

น้ำหนักพริก (กรัม)	จำนวนซ้ำ (ครั้ง)	นน.พริกใหญ่กว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกเล็กกว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกที่ติดรางคัดขนาด (กรัม)	นน.พริกเล็กปนมากับพริกใหญ่ (กรัม)	เวลา (วินาที)	ประสิทธิภาพ (%)
50	1	293	46	7	4	0.41	
	2	292	46.5	8	3.5	0.40	
	3	291	47	9	3	0.40	
	4	291	47	9	3	0.41	
	5	291	46	9	4	0.40	
	เฉลี่ย	291.6	46.5	8.4	3.5	0.40	97.2
100	1	289	90	11	10	0.44	
	2	287	91	13	9	0.45	
	3	285	90	15	10	0.45	
	4	288	92	12	8	0.44	
	5	288	90	14	10	0.44	
	เฉลี่ย	287.1	90.9	12.9	9.1	0.44	95.7
150	1	283	137	17	13	0.50	
	2	283.5	135	16.5	15	0.51	
	3	284	136	16	14	0.49	
	4	284	135	16	15	0.52	
	5	283	137	17	13	0.52	
	เฉลี่ย	283.5	136	16.5	14	0.51	94.5
200	1	278	177	22	23	0.57	
	2	278	179	22	21	0.56	
	3	277	177	23	23	0.58	
	4	279	179	21	21	0.57	
	5	278	178	22	22	0.58	
	เฉลี่ย	278	178	22	22	0.57	93.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.12 บันทึกผลการทดลองที่ 2 มุมเอียง 13 องศา ที่ความเร็วรอบ 793 รอบต่อนาที

น้ำหนักพริก (กรัม)	จำนวนซ้ำ (ครั้ง)	นน.พริกใหญ่กว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกเล็กกว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกที่ติดรางคัดขนาด (กรัม)	นน.พริกเล็กปนมากับพริกใหญ่ (กรัม)	เวลา (วินาที)	ประสิทธิภาพ (%)
50	1	295	45	5	5	0.43	
	2	294	45.5	6	4.5	0.44	
	3	296	46	4	4	0.44	
	4	294	46	6	4	0.45	
	5	294	46	6	4	0.45	
	เฉลี่ย	294.6	45.7	5.4	4.3	0.44	98.2
100	1	292	93	8	8	0.47	
	2	290	92	10	7	0.46	
	3	291	92	9	8	0.49	
	4	293	93	7	7.5	0.49	
	5	289	93	11	7	0.48	
	เฉลี่ย	291	92.5	9	7.5	0.48	97.0
150	1	289	135	11	15	0.51	
	2	289	135	11	15	0.52	
	3	289	137	11	13	0.52	
	4	289	135.5	11	14.5	0.53	
	5	290	136	11	14	0.52	
	เฉลี่ย	289.2	135.7	10.8	14.3	0.52	96.4
200	1	289	179	11	21	0.55	
	2	287	178	13	22	0.56	
	3	288	179	12	21	0.56	
	4	286	180	14	20	0.57	
	5	290	180	10	20	0.56	
	เฉลี่ย	288	179.2	12	20.8	0.56	96.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.13 บันทึกผลการทดลองที่ 2 มุมเอียง 14 องศา ที่ความเร็วรอบ 793 รอบต่อนาที

น้ำหนักพริก (กรัม)	จำนวนซ้ำ (ครั้ง)	นน.พริกใหญ่กว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกเล็กกว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกที่ติดรางคัดขนาด (กรัม)	นน.พริกเล็กปนมากับพริกใหญ่ (กรัม)	เวลา (วินาที)	ประสิทธิภาพ (%)
50	1	290	46	10	4	0.41	
	2	295	46	5	4	0.42	
	3	298	46	2	4	0.43	
	4	292	47	8	3	0.40	
	5	290	47	10	3	0.43	
	เฉลี่ย	293	46.4	7	3.6	0.42	98.66
100	1	292	89.5	8	10.5	0.45	
	2	296	88	4	12	0.46	
	3	295	89	5	11	0.47	
	4	295	89	5	11	0.47	
	5	295	90	5	10	0.48	
	เฉลี่ย	294	89.5	6	10.9	0.47	98.0
150	1	300	137	0	13	0.51	
	2	290	136.5	10	13.5	0.50	
	3	295	137	5	13	0.52	
	4	290	138	10	13	0.52	
	5	295	139	5	11	0.53	
	เฉลี่ย	294	137.7	6	12.3	0.52	98.0
200	1	290	177	10	23	0.55	
	2	295	178	5	22	0.56	
	3	292	176	8	24	0.55	
	4	295	176	5	24	0.54	
	5	290	177	10	23	0.54	
	เฉลี่ย	292.4	176.8	7.6	23.2	0.55	97.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.14 บันทึกผลการทดลองที่ 2 มุมเอียง 15 องศา ที่ความเร็วรอบ 793 รอบต่อนาที

น้ำหนักพริก (กรัม)	จำนวนซ้ำ (ครั้ง)	นน.พริกใหญ่ กว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกเล็ก กว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกที่ติดรางคัดขนาด (กรัม)	นน.พริกเล็กปนมากับพริกใหญ่ (กรัม)	เวลา (วินาที)	ประสิทธิภาพ (%)
50	1	297	47	3	3	0.42	
	2	298	46	2	4	0.40	
	3	296	46	4	4	0.43	
	4	296	48	4	2	0.42	
	5	298	47	2	3	0.42	
	เฉลี่ย	297	46.9	3	3.1	0.42	99.3
100	1	297	93	3	7	0.45	
	2	298	92	2	8	0.46	
	3	296	92	4	8	0.45	
	4	297	92	3	8	0.45	
	5	297	92	3	8	0.44	
	เฉลี่ย	296.5	92.2	3.5	7.8	0.45	99.0
150	1	297	137	3	13	0.49	
	2	298	137	2	13	0.50	
	3	296	137.5	4	12.5	0.51	
	4	297	139	3	11	0.51	
	5	297	138	3	12	0.50	
	เฉลี่ย	297	137.7	3	12.3	0.50	99.0
200	1	295	182	5	18	0.55	
	2	296	184	4	16	0.56	
	3	296	180	4	20	0.55	
	4	295.5	183	4.5	17	0.56	
	5	295	181	5	19	0.54	
	เฉลี่ย	295.5	182	4.5	18	0.55	98.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.15 บันทึกผลการทดลองที่ 2 มุมเอียง 16 องศา ที่ความเร็วรอบ 793 รอบต่อนาที

น้ำหนักพริก (กรัม)	จำนวนซ้ำ (ครั้ง)	นน.พริกใหญ่กว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกเล็กกว่า 7 มม. (กรัม)	นน.พริกที่ติดรางคัดขนาด (กรัม)	นน.พริกเล็กปนมากับพริกใหญ่ (กรัม)	เวลา (วินาที)	ประสิทธิภาพ (%)
50	1	295	47	5	3	0.43	
	2	295	46	5	4	0.42	
	3	300	47	0	3	0.44	
	4	297	46	3	4	0.43	
	5	300	47	0	3	0.43	
	เฉลี่ย	297.4	46.6	2.6	3.4	0.43	99.1
100	1	294	91	6	9	0.45	
	2	296	91	4	9	0.46	
	3	295.5	90.5	4.5	9.5	0.45	
	4	296	90	4	10	0.46	
	5	295	90	5	10	0.46	
	เฉลี่ย	295.5	90.5	4.5	9.5	0.46	98.46
150	1	295	135	5	15	0.52	
	2	296	135	4	15	0.51	
	3	295	135	5	15	0.53	
	4	296	134.5	4	15.5	0.54	
	5	296	134	4	16	0.54	
	เฉลี่ย	295.6	134.7	4.4	15.3	0.53	98.53
200	1	294	181	6	19	0.56	
	2	292	180	8	20	0.57	
	3	296	180	4	20	0.56	
	4	293	181	7	19	0.57	
	5	295	180	5	20	0.58	
	เฉลี่ย	294	180.4	6	19.6	0.57	98.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. มณีฉัตร นิกรพันธ์, "พริกและผลิตภัณฑ์ส่งออก" ผู้ส่งออก, ปีที่ 14, ฉบับที่ 306 (มีนาคม- มิถุนายน 2543).
2. ศ. ดร. วริทธิ์ อึ้งภากรณ์, รศ. ชาญ ถนัดงาน "การออกแบบเครื่องจักรกล" พิมพ์ครั้งที่ 10, 2541, หน้า 230-245.
3. ดร.ธนู ฉุยฉาย, " การสั่นสะเทือนเชิงกล" พิมพ์ครั้งที่ 1, สิงหาคม 2541, หน้า 31-55.
4. ดร. เดช พุทธเจริญทอง, "การวิเคราะห์การสั่นสะเทือน" พิมพ์ครั้งที่ 4, เมษายน 2538, หน้า 31-80.
5. ณัฐชาญ บุญประเสริฐ, สุริยะ ตั้งตรงกิจเจริญ, อดินันท์ อภิเศรษฐการ, "เครื่องคัดขนาดพริก" ปริญญานิพนธ์สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2545.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้