

การปรับปรุงขนาดของเครื่องเกี่ยวขนาดหัวเหลืองขนาดเล็ก
Improvement of thresher of the small soybean harvester



ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเกษตร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

การปรับปรุงชุดนวดของเครื่องเกี่ยวนวดถั่วเหลืองขนาดเล็ก
Improvement of thresher of the small soybean harvester



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Improvement of thresher of the small soybean harvester



Jiraphan Yiamrum
Jirawat Srakaew
Chaichana Puathong

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN AGRICULTURAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2557
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ การปรับปรุงขนาดของเครื่องเกี่ยวขนาดหัวเหลืองขนาดเล็ก
Improvement of thresher of the small soybean harvester


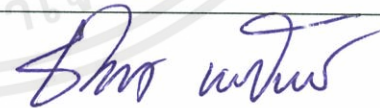
นักศึกษาผู้จัดทำ นาย จิรพันธ์ เยี่ยมรัมย์ รหัสประจำตัว 54010204
 นาย จิรวัดน์ สระแก้ว รหัสประจำตัว 54010213
 นาย ชัยชนะ พัวะทอง รหัสประจำตัว 54010305

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเกษตร)

หลักสูตร วิศวกรรมเกษตร

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา 2557

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.ดร. ปานมนัส ศิริสมบุญ	
ผศ.ดร. ธีรพงศ์ ผลโพธิ์	

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การปรับปรุงชุดขนาดของเครื่องเกี่ยวขนาดถั่วเหลืองขนาดเล็ก
นักศึกษาผู้จัดทำ	นาย จิรพันธ์ เยี่ยมรัมย์ รหัสนักศึกษา 54010204 นาย จิรวัดน์ สระแก้ว รหัสนักศึกษา 54010213 นาย ชัยชนะ พัวะทอง รหัสนักศึกษา 54010305
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. ดร. ปานมนัส ศิริสมบุญ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ. ดร. อีรพงศ์ ผลโพธิ์
ปีการศึกษา	2557

บทคัดย่อ

ส่วนที่หนึ่งของงานวิจัยนี้ได้ศึกษาสมบัติทางกายภาพของต้นถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 โดยสุ่มตัวอย่างในการทดลองจากต้นถั่วเหลืองจำนวน 70 กก. จากศูนย์เพิ่มผลผลิต โรงงานน้ำตาลพิมาย บริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด ทำโดยวัดการวัดสมบัติทางกายภาพของต้น การวัดสมบัติทางกายภาพของฝักและเมล็ด การหาสัดส่วนต่างๆของต้นถั่วเหลือง และการทดสอบหาความชื้นขององค์ประกอบและต้นถั่วเหลืองโดยใช้ตัวอย่าง 25, 100, 5 และ 5 ตัวอย่าง ตามลำดับ สมบัติทางกายภาพของต้น ได้แก่ ความกว้างสุด ความสูง น้ำหนักของต้นถั่วเหลือง ลำต้น กิ่งและฝัก จำนวนกิ่งและจำนวนฝักต่อต้น สมบัติทางกายภาพของฝักและเมล็ด ได้แก่ น้ำหนัก ความกว้าง ความยาว และความหนาของฝักและเมล็ดถั่วเหลือง สัดส่วนโดยน้ำหนักขององค์ประกอบต่างๆของต้นถั่วเหลือง ได้แก่ ลำต้น กิ่ง ฝัก และเมล็ด สรุปได้ว่าสมบัติที่สำคัญต่อการออกแบบชุดขนาด ได้แก่ ความกว้างที่สุด ความสูง น้ำหนักของต้นถั่วเหลือง สัดส่วนเมล็ดต่อต้น และความชื้น

ส่วนที่สองได้ออกแบบปรับปรุงและสร้างชุดขนาดโดยคำนึงถึงสมบัติทางกายภาพของถั่วเหลือง โดยทำการปรับปรุง 1) ความยาวของลูกขนาดจากเดิม 27 เซนติเมตร เป็น 53 เซนติเมตร เพื่อเพิ่มเวลาในการการนวดถั่วเหลืองให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น 2) ปรับระยะห่างระหว่างฟันลูกขนาดกับตะแกรงโดยทดลองที่สองระยะ ได้แก่ 2.54 เซนติเมตรและ 3.81 เซนติเมตร ซึ่งจากการทดลองหาประสิทธิภาพของการนวดถั่วเหลือง พบว่าช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาด ที่เหมาะสม คือ 3.81 เซนติเมตร และความเร็วเชิงเส้นที่เหมาะสม จากการทดลองหาประสิทธิภาพ โดยทดลองที่ 5 ความเร็ว ได้แก่ 8.75, 10.34, 11.93, 13.84, 15.91 และ 23.86 m/s พบว่าความเร็วที่มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ 10.34 m/s ซึ่งมีประสิทธิภาพในการนวด คือ 80.29 % ประสิทธิภาพความสะอาด คือ 69.21 % ที่ความชื้นของต้นถั่วเหลือง 2 %

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันและช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาดมีผลต่อประสิทธิภาพในการนวดและประสิทธิภาพความสะอาด แต่ไม่มีผลต่อความสามารถในการนวด

คำสำคัญ: สมบัติทางกายภาพ; ถั่วเหลือง; พันธุ์เชียงใหม่ 60; การออกแบบ; ชุดขนาด

Thesis Title	Improvement of thresher of the small soybean harvester	
Authors	Jiraphan Yiamrum	54010204
	Jirawat Srakaew	54010213
	Chaichana Puathong	54010305
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Panmanas Sirisomboon	
Co-Advisor	Asst. Prof. Dr. Teerapong Polpho	
Year	2014	

Abstract

The first part of this research was to study physical properties of soybean plant (Chiang Mai 60 variety) for thresher design done by randomly sampling from 70 kg of soybean plants obtained from Productivity Center, Pimai Sugar Refinery, Korach industry Company Limited. The physical properties of plant, pod, and seed; plant composition proportion; and plant and plant composition moisture content were measured using 25, 100, 5 and 5 samples, respectively. The physical properties of plant included maximum width; height; weight of plant, trunk, branches, and pods; a number of branches and pods per plant. The physical properties of pod and seed included weight, width, length and thickness of pod and seed. The proportion of plant composition included the proportion of trunk, branches, pods, and seeds in a plant. It was concluded that the important properties for thresher design were the plant maximum width, height and weight; seed to straw ratio and moisture content.

The second part was design, improvement and fabricating the thresher of small soy bean harvester. The three parts of the thresher was redesigned and improved. 1) The drum length was changed from 27 cm to be 53 cm for increasing soybean retention time in the thresher. 2) the distance between drum and concave was designed to be changeable between 2.54 cm and 3.81 cm .From the performance test, it was found that the best distance between drum and concave was 3.81cm and the recommended tangential speed was 8.75 m/s which the tested speed were 8.75, 10.34, 11.93, 13.84, 15.91 and 23.86 m/s where the threshing efficiency was 80.29 % at 2 % moisture content of soybean plant.

Statistical analysis showed that there was an effect of the peripheral speed at the tip of peg tooth and the gap between concave and drum on threshing efficiency and cleaning efficiency but no effect on capacity of the thresher.

Keywords: Physical properties; Soybean; Chiang Mai 60; Design; Thresher

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรฉบับนี้คงไม่อาจเสร็จได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือและความร่วมมือจากหลายฝ่ายด้วยกัน บุคคลแรกที่ต้องกล่าวถึงเพราะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้เสร็จลงได้ คือ รศ. ดร. ปานมนัส ศิริสมบุรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้ความเอาใจใส่ แนะนำและช่วยเหลือเสมอมา ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างมาก

ขอขอบพระคุณ ผศ. ดร. ธีรพงษ์ ผลโพธิ์ คุณ กฤษณ์ ผลโพธิ์ และ คุณ อภัย คำทัง ที่ช่วยหาคำแนะนำ ชี้แนะแนวทางและให้คำปรึกษาและคอยช่วยเหลือในเรื่องการออกแบบตลอดจนการสร้างระบบนวด

บุคคลอีกท่านที่ต้องขอขอบพระคุณ คือ คุณบัวริม บุญกระทุงและโรงงานน้ำตาลพิมาย บริษัทอุตสาหกรรมโคราช ที่เป็นผู้ติดต่อประสานงานกับคณะผู้วิจัย และอนุเคราะห์ตัวอย่างต้นถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 และต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูผู้เขียนมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจ เอาใจใส่เสมอมา ในทุก ๆ ด้านอันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณ และขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

นายจิรพันธ์ เยี่ยมรัมย์
นายจิรวัดน์ สระแก้ว
นายชัยชนะ พัวะทอง

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ผลที่คาดหวังที่จะได้รับ	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60	5
2.2 เครื่องเกี่ยวนวดถั่วเหลืองในประเทศไทย	5
2.2.1 การพัฒนาเครื่องเกี่ยวถั่วเหลืองขนาดเล็ก	5
2.2.2 เครื่องเกี่ยวนวดถั่วเหลืองพ่วงต่อรถแทรกเตอร์	6
2.3 สมรรถนะของเครื่องเกี่ยวนวดถั่วเหลืองต้นแบบ	6
2.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการนวด	7
2.4.1 สมการของการทำงานของลูกนวดในระบบนวด	7
2.4.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบนวด	8
2.4.3 การปรับระบบนวด	9
2.4.4 สมรรถนะในการนวด	10
2.5 ทฤษฎีการส่งกำลัง	11
2.5.1 การคำนวณหาความยาวของสายพาน	11
2.5.2 อัตราทดของสายพาน	11
2.6 การทดสอบหาความชื้นของต้นถั่วเหลือง	12
บทที่ 3 วิธีการ	14
3.1 การทดสอบสมบัติทางกายภาพของต้นถั่วเหลือง	14
3.1.1 พันธุ์ถั่วเหลืองที่ใช้ในการทดสอบ	14
3.1.2 วัสดุอุปกรณ์	14
3.1.3 การทดสอบสมบัติทางกายภาพของต้นถั่วเหลือง	14
3.1.4 การทดสอบสมบัติทางกายภาพของฝัก และเมล็ดถั่วเหลือง	15
3.1.5 การทดสอบการสัดส่วนต่างๆ ของต้นถั่วเหลือง	15

สารบัญ

	หน้าที่
3.1.6 การทดสอบวัดความชื้นของต้นถั่วเหลือง	16
3.2 การทดสอบเบื้องต้นก่อนการปรับปรุงขนาด	17
3.2.1 ทดสอบหาทิศทางที่เหมาะสมในการบ่อนต้นถั่วเหลืองเข้าสู่ช่องขนาด	17
3.2.2 ทดสอบเดินเครื่องตัวเปล่าและทดสอบสมรรถนะของระบบขนาด	17
3.3 การออกแบบเพื่อปรับปรุงขนาด	18
3.3.1 ข้อด้อยของขนาดจากเครื่องต้นแบบ	18
3.3.2 แนวทางการออกแบบ	18
3.3.3 อุปกรณ์และเครื่องวัดในการทดสอบ	18
3.3.4 แบบพิมพ์เขียวของขนาด	18
3.3.5 ต้นแบบขนาด (3 มิติ)	21
3.4 การทดสอบหลังการปรับปรุงขนาด	21
3.4.1 การทดสอบวัดความชื้นก่อนการนวด	21
3.4.2 การทดสอบประสิทธิภาพขนาด	22
3.5 การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ	23
บทที่ 4 ผลการทดลอง	24
4.1 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของต้น ผักและเมล็ด ของถั่วเหลือง	24
4.1.1 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของต้น	24
4.1.2 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของผักและเมล็ดถั่วเหลือง	24
4.1.3 สัดส่วนของส่วนต่างๆของต้นถั่วเหลืองและความชื้น	24
4.2 ผลการทดสอบหาทิศทางที่เหมาะสมในการบ่อนต้นถั่วเหลืองเข้าสู่ช่องขนาด	24
4.3 ผลการทดสอบเดินเครื่องตัวเปล่าและทดสอบสมรรถนะของระบบขนาด	25
4.4 ผลการทดสอบวัดความชื้นก่อนการนวดหลังจากปรับปรุงขนาด	25
4.5 ผลการทดสอบสมรรถนะของขนาดหลังการปรับปรุงขนาด	26
4.6 ผลการวิเคราะห์การทดลองทางสถิติ	34
4.6.1 ความสามารถในการนวด	34
4.6.2 ประสิทธิภาพในการนวด	34
4.6.3 ประสิทธิภาพความสะอาด	34
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	36
ภาคผนวก ก : ตารางบันทึกผลการทดลองก่อนการปรับปรุงขนาด	37
ภาคผนวก ข : ตารางบันทึกผลการทดลองหลังการปรับปรุงขนาด	52
ภาคผนวก ค : แบบพิมพ์เขียวของขนาดสำหรับเครื่องเกี่ยวขนาดถั่วเหลืองขนาดเล็ก	71
เอกสารอ้างอิง	77

สารบัญตาราง

	หน้าที่
ตารางที่ 1.1 ปัญหาและการแก้ไขของเครื่องเกี่ยวขนาดถั่วเหลืองขนาดเล็ก	2
ตารางที่ 3.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการนวดและแนวทางการปรับปรุงขนาด	18
ตารางที่ 4.1 สมบัติทางกายภาพของต้น	24
ตารางที่ 4.2 สมบัติทางกายภาพของฝักและเมล็ดถั่วเหลือง	24
ตารางที่ 4.3 สัดส่วนและความชื้นในส่วนต่างๆของต้นถั่วเหลือง	24
ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบเดินเครื่องตัวเปล่าและทดสอบสมรรถนะของระบบนวด	25
ตารางที่ 4.5 ผลการสัดส่วนและความชื้นในส่วนต่างๆของต้นถั่วเหลือง	25
ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบความสามารถในการนวด (kg/hour)	33
ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการนวด (%)	33
ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบประสิทธิภาพความสะอาดของชุดนวด (%)	33
ตารางที่ 4.9 อิทธิพลของความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันต่อค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการนวด	34
ตารางที่ 4.10 อิทธิพลของระยะระหว่างตะแกรง-ลูกนวดต่อค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการนวด	34
ตารางที่ 4.11 อิทธิพลของความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันต่อค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพความสะอาด	35
ตารางที่ 4.12 อิทธิพลของระยะระหว่างตะแกรง-ลูกนวดต่อค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพความสะอาด	35

สารบัญรูปภาพ

	หน้าที่
รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องเกี่ยวขนาดถั่วเหลืองขนาดเล็ก	5
รูปที่ 2.2 เครื่องเกี่ยวถั่วเหลืองพ่วงต่อรถแทรกเตอร์	6
รูปที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของเมล็ดพืชในลักษณะต่างๆกับความเร็วเชิงเส้นของฟัน	9
รูปที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของเมล็ดพืชในลักษณะต่างๆกับช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกนวด	9
รูปที่ 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของเมล็ดพืชในลักษณะต่างๆกับอัตราการป้อน	10
รูปที่ 2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของจุดศูนย์กลางมู่เล่และความยาวของสายพาน	11
รูปที่ 3.1 แปลงสาธิต บ้านโคกขาม ต.โบสถ์ อ.พิมาย จ.นครราชสีมา	14
รูปที่ 3.2 การวัดความสูงของต้นถั่วเหลืองโดยใช้ตลับเมตร	15
รูปที่ 3.3 การชั่งน้ำหนักลำต้นที่ถูกลดขนาดแล้วด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าความละเอียด 0.0001 g	16
รูปที่ 3.4 การทดสอบป้อนถั่วเหลืองในทิศทางต่างๆ เพื่อหาทิศทางที่เหมาะสมในการป้อน	17
รูปที่ 3.5 แบบพิมพ์เขียวของฝาปิดชุดนวด	18
รูปที่ 3.6 แบบพิมพ์เขียวของตะแกรงชุดนวด	19
รูปที่ 3.7 แบบพิมพ์เขียวของลูกนวด	19
รูปที่ 3.8 แบบพิมพ์เขียวของฝาครอบด้านข้างชุดนวด	20
รูปที่ 3.9 แบบพิมพ์เขียวของตัวถังของชุดนวด	20
รูปที่ 3.10 ฝาปิดชุดนวด ตะแกรง และ ลูกนวด ตามลำดับ	21
รูปที่ 3.11 ตัวถังชุดนวด และ ฝาครอบด้านข้างชุดนวด ตามลำดับ	21
รูปที่ 3.12 ตัวอย่างส่วนต่างๆ ของต้นถั่วเหลืองที่จะนำไปอบ	22
รูปที่ 3.13 การอบส่วนต่างๆของต้นถั่วเหลืองทุกๆ 6 ชั่วโมง และการชั่งน้ำหนัก	22
กราฟที่ 4.1 ความสัมพันธ์ของปริมาณเมล็ดที่ช่องเก็บเมล็ดกับความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกนวดที่ต่างกัน	26
กราฟที่ 4.2 ความสัมพันธ์ของปริมาณเมล็ดที่ช่องเก็บเปลือกกับความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกนวดที่ต่างกัน	26
กราฟที่ 4.3 ความสัมพันธ์ของปริมาณเมล็ดที่ติดในเครื่องกับความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกนวดที่ต่างกัน	27
กราฟที่ 4.4 ความสัมพันธ์ของปริมาณเปลือกที่ช่องเก็บเมล็ดกับความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกนวดที่ต่างกัน	28
กราฟที่ 4.5 ความสัมพันธ์ของปริมาณเปลือกที่ช่องเก็บเปลือกกับความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกนวดที่ต่างกัน	28
กราฟที่ 4.6 ความสัมพันธ์ของปริมาณเปลือกที่ติดในเครื่องกับความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกนวดที่ต่างกัน	29
กราฟที่ 4.7 ความสัมพันธ์ของปริมาณกิ่งและลำต้นที่ช่องเก็บเมล็ดกับความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกนวดที่ต่างกัน	30

สารบัญรูปภาพ

	หน้าที่
กราฟที่ 4.8 ความสัมพันธ์ของปริมาณกึ่งและลำดับที่ช่องเก็บเปลือกกับความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน ที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาดที่ต่างกัน	30
กราฟที่ 4.9 ความสัมพันธ์ของปริมาณกึ่งและลำดับที่ติดในเครื่องกับความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน ที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาดที่ต่างกัน	31
กราฟที่ 4.10 กราฟความสัมพันธ์ของปริมาณเมล็ดตกในช่องเก็บเมล็ดกับความเร็วเชิงเส้นที่ ปลายฟันที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาดที่ต่างกัน	32



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ถั่วเหลืองเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่สำคัญในประเทศไทย แต่ปริมาณความต้องการเมล็ดถั่วเหลืองที่ผลิตได้ในประเทศยังไม่เพียงพอ ปัจจุบันประเทศไทยจะนำเข้าเมล็ดถั่วเหลือง 2.1 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจาก 1.93 ล้านตัน ในปี 2556/57 ร้อยละ 8.81 [1] ประเด็นปัญหาอีกประการหนึ่งก็คือ ปัญหาความล่าช้าในการเก็บเกี่ยว และความสูญเสียอันเนื่องมาจากการเก็บเกี่ยวที่ไม่มีประสิทธิภาพ โดยทั่วไปเกษตรกรที่ปลูกถั่วเหลืองมีขนาดไร่โดยเฉลี่ย 20-30 ไร่ หรือน้อยกว่า เก็บเกี่ยวโดยการตัดที่โคนต้น และนำมามัดรวมกันเป็นฟ่อน ตั้งเป็นกองทิ้งไว้โดยเอาโคนลงดิน จนกระทั่งใบร่วงประมาณ 5 - 7 วัน ก่อนนวด [2] โดยใช้แรงงาน 1 คน สามารถตัดต้นถั่วเหลืองได้ 0.5-1 ไร่ต่อวัน ซึ่งต้องใช้แรงงานคน 10-20 คนเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง 10 ไร่ ให้เสร็จภายใน 1 วัน ซึ่งการเก็บเกี่ยวโดยใช้เคียวนั้น มีการสูญเสียถั่วเหลืองประมาณ 1.1 และ 12.3 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อเจ้าของไร่เก็บเองและเมื่อจ้างเหมารายวันตามลำดับ [3] ปัจจุบันนับวันแรงงานภาคเกษตรกรรมย้ายเทไปสู่ภาคอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก แรงงานภาคเกษตรกรรมลดลง หากเกษตรกรมีเครื่องทุ่นแรงที่ช่วยในการเก็บเกี่ยวได้รวดเร็ว ใช้แรงงานคนน้อยลงก็จะลดปัญหาที่กล่าวมาได้ ในปี พ.ศ. 2542 บานมนัสและคณะได้สร้างและทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดถั่วเหลืองขนาดเล็กเพื่อส่งเสริมการปลูกถั่วเหลืองของเกษตรกรรายย่อยช่วยลดต้นทุนในการเก็บเกี่ยวเพื่อเพิ่มรายได้ให้เกษตรกร ลดแรงงานและลดระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง ซึ่งผลทดสอบพบว่า มีผลผลิตสูญเสียไปขณะเก็บเกี่ยวผ่านระบบต่างๆ [3] ดังนี้

- 1) ระบบหัวเกี่ยว สูญเสียเฉลี่ย 2.8 กิโลกรัม/ไร่ (4.81%)
- 2) ระบบนวด สูญเสียเฉลี่ย 26.03 กิโลกรัม/ไร่ (60.29%)
- 3) ระบบทำความสะอาด สูญเสียเฉลี่ย 9.16 กิโลกรัม/ไร่ (21.21%)
- 4) ระบบใบมีด สูญเสียเฉลี่ย 5.91 กิโลกรัม/ไร่ (13.69%)

จากข้อมูลดังกล่าว คณะผู้ทำโครงการจึงต้องการที่จะพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดถั่วเหลืองขนาดเล็กดังกล่าวให้ลดความสูญเสียลง ซึ่งการทำโครงการครั้งนี้มุ่งเน้นการแก้ไขและพัฒนาในส่วนที่มีการสูญเสียมากที่สุดนั่นคือ “ระบบนวด” ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องเกี่ยวนวดนั้นเพิ่มขึ้นนั่นเอง

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อพัฒนาระบบนวดของเครื่องเกี่ยวนวดถั่วเหลืองต้นแบบให้มีสมรรถนะดีขึ้นได้แก่ การทำงานตัวเปล่า ความสามารถในการนวด (กก./ชม.) ประสิทธิภาพในการนวด (%) และประสิทธิภาพความสะอาด (%)

1.3 ขอบเขตการศึกษา

จากการที่คณะผู้วิจัยได้ศึกษาโครงการวิจัยและพัฒนาโครงการประดิษฐ์กรรมเพื่อการพัฒนา
ชนบท เรื่อง “เครื่องเกี่ยวนวดถั่วเหลือง (Soybean Harvester)” ของปานมนัส ศิริสมบูรณ์และคณะ
[3] ทำให้คณะผู้วิจัยสามารถกำหนดกรอบการศึกษาและการแก้ไขโดยอาศัยข้อมูลที่มีอยู่เดิมสรุปไว้ดัง
ตารางที่ 1.1 ดังนี้

ตารางที่ 1.1 ปัญหาและการแก้ไขของเครื่องเกี่ยวนวดถั่วเหลืองขนาดเล็ก

ข้อมูลที่มีอยู่เดิม	การแก้ไข
<p>การสูญเสียจากเครื่องเกี่ยวนวดอยู่ที่ 19.69 % จากผลผลิตทั้งหมด แบ่งออกเป็น</p> <p>1.การสูญเสียที่หัวเกี่ยว 4.81 %</p> <p>2.การสูญเสียที่ระบบนวด 60.29 % เนื่องจาก เมล็ดหรือฝักถูกเป่าออกมาทางปล่องพ่นเปลือก และลำต้น เพราะเมล็ดถูกนวดไม่หมดจากต้นหรือ เมล็ดที่ตีหลุดจากต้นไม่สามารถร่วงผ่านตะแกรง ลูกลงไปในระบบทำความสะอาดได้เนื่องจากมีเศษ ต้นอุดตันตะแกรงลูกนวด</p> <p>3.การสูญเสียที่ระบบทำความสะอาด 21.21 %</p> <p>4.การสูญเสียที่ใบมีดตัด 5.91 %</p>	<p>ลดการสูญเสียที่ระบบนวดซึ่งสูงสุดก่อน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ศึกษากระบวนการป้อนเข้าสู่ลูกนวดว่าเร็ว เกินไปหรือช้าเกินไป ศึกษาจุดที่เหมาะสม 2. เพิ่มจำนวนซี่ฟันของลูกนวด เพื่อให้ สามารถตีต้นถั่วเหลืองและวัชพืชให้เล็ก ลงและได้เมล็ดถั่วมากขึ้น 3. ปรับระยะแคบ-กว้างของช่องนวด 4. เพิ่มความยาวของลูกนวด 5. ศึกษาความเร็วของลูกนวดที่เหมาะสม
<p>ความสามารถในการทำงานค่อนข้างช้ามาก อยู่ที่ 0.27ไร่/ชม. หรือ 1.35 ไร่/วัน</p>	<p>การแก้ไขการสูญเสียที่ระบบนวดที่มีประสิทธิภาพ ทำให้ความสามารถในการทำงานเพิ่มขึ้น</p>
<p>ไม่สามารถนำเครื่องยนต์ดีเซลแบบทั่วไปมาใช้เป็น ต้นกำลังได้ เนื่องจากมีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก</p>	<p>ใช้เครื่องยนต์ดีเซล Yanmar Air Cool 90 เป็น เครื่องยนต์ต้นกำลัง</p>

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1) ลดการสูญเสียของถั่วเหลืองที่ระบบนวดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยว
นวดถั่วเหลืองขนาดเล็กและเพิ่มผลผลิตให้ได้มากขึ้น

2) เพื่อเป็นต้นแบบหรือแนวทางในการออกแบบและพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดถั่วเหลืองขนาดเล็ก
สำหรับเกษตรกรรายย่อยต่อไป

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนดำเนินงาน	ปี / เดือน									
	พ.ศ. 2557					พ.ศ.2558				
	ส.ค.	ก. ย	ต.ค	พ.ย.	ธ.ค	ม. ค	ก.พ.	มี. ค	เม.ย.	พ.ค.
1) ซ่อมแซมเครื่องเกี่ยวมัดข้าว เหล็กและทดสอบเครื่องตัวเปล่า										
2) ศึกษาระบบการทำงานของ ระบบมัดและดำเนินการปลูกข้าว เหล็ก										
3) การทดสอบหาทิศทางที่ เหมาะสมในการป้อนต้นข้าวเหล็ก เข้าสู่ช่องมัด										
4) ทดสอบเดินเครื่องตัวเปล่าและ ทดสอบสมรรถนะของระบบมัด ได้แก่ -ความสามารถในการมัด (kg/hr) -ประสิทธิภาพในการมัด (%) -การสูญเสียในการมัด (%)										
5) ปรับปรุงระบบมัด										
6) ทดสอบสมรรถนะของระบบ มัดได้แก่ -ความสามารถในการมัด (kg/hr) -ประสิทธิภาพในการมัด (%) -การสูญเสียในการมัด (%)										
7) สรุปผลเขียนรายงาน										

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60

ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 เป็นพันธุ์ที่ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์วิลเลียมส์ (Williams) ซึ่งมีลำต้นแข็งแรง จำนวนฝักต่อต้นมากกับพันธุ์ สจ.4 ซึ่งเป็นพันธุ์รับรองที่ให้ผลผลิตสูง ทนทานต่อโรคราสนิม ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่และคัดเลือกได้สายพันธุ์ 7508-50-10 หรือพันธุ์เชียงใหม่ 60 ซึ่งจากการปลูกศึกษาประเมินผลผลิต จนถึงปี 2529 ปรากฏว่าให้ผลผลิตสูงทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้งและทนทานต่อโรคราสนิม ลักษณะของพันธุ์ คือ ลำต้นมีลักษณะไม่ทอดยอด โคนต้นอ่อนสีเขียว ขนที่ฝักสีน้ำตาล ต้นมีการแตกกิ่งน้อย สูงประมาณ 60 เซนติเมตร ใบสีเขียวเข้ม ใบกว้างและหนา ดอกสีขาว ออกดอกเมื่ออายุประมาณ 25 วัน เก็บเกี่ยวเมื่ออายุประมาณ 97 วัน เมื่อฝักแก่จัดจะมีสีน้ำตาลเข้มแตกยาก เมล็ดกลมสีเหลือง ขั้วเมล็ดมีสีน้ำตาล น้ำหนัก 100 เมล็ด จะมีน้ำหนัก 15.5 กรัม ฤดูปลูกที่เหมาะสม คือ ฤดูฝน ในเดือนพฤษภาคมและฤดูแล้งในเดือนธันวาคมถึงกลางเดือนมกราคม [4]

กรรมวิธีการปลูก มี 3 ขั้นตอนดังต่อไปนี้ [2]

1.การเตรียมดินปลูกควรปรับดินให้สม่ำเสมอ โดยไถดิน 2 ครั้ง ไถลึก 15 - 20 เซนติเมตร ตากดินไว้ 1 - 2 สัปดาห์ แล้วไถพรวน 1 - 2 ครั้ง (ขึ้นอยู่กับสภาพดิน) ปรับระดับหน้าดินใหม่สม่ำเสมอไม่ให้มีน้ำขังและมีการขุดร่องโดยรอบแปลง เพื่อระบายน้ำได้สะดวก

2.การเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกโดยทำการทดสอบความงอกของเมล็ดและคลุกเชื้อไรโซเบียมก่อนปลูกโดยใช้อัตราเชื้อไรโซเบียม ซึ่งเป็นเชื้อจุลินทรีย์ชนิดหนึ่งมีความสามารถในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศไปเป็นสารประกอบไนโตรเจนเป็นปุ๋ยแก่ต้นถั่วเหลือง เพื่อเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยลง 200 กรัมต่อเมล็ดถั่วเหลือง 1 กิโลกรัม

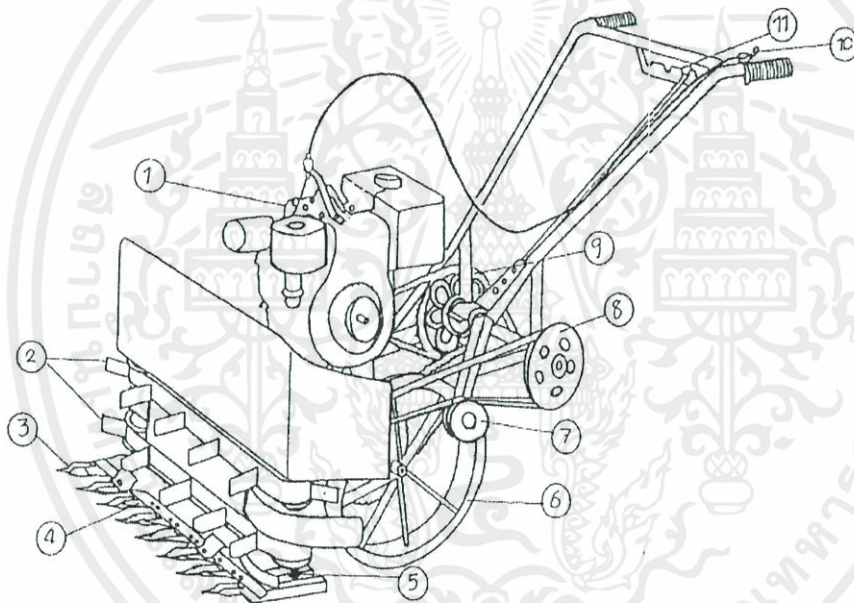
3.วิธีการปลูกอาจปลูกเป็นหลุม โดยมีระยะปลูกระหว่างแถว x ระหว่างหลุม เป็น 50 x 20 , 25 x 25 , 30 x 20 เซนติเมตร หลุมละ 4 ต้น หรือโรยเป็นแถว โดยมีระยะระหว่างแถว ประมาณ 25 - 50 เซนติเมตร ให้มีจำนวนต้นประมาณ 20 ต้น ต่อความยาวของแถวประมาณ 1 เมตร อัตราเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ 12 - 25 กิโลกรัมต่อไร่ หรือปลูกโดยวิธีหว่าน โดยใช้เมล็ดพันธุ์ 15 - 20 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งนิยมปลูกในฤดูแล้ง นอกจากนี้ยังปลูกโดยโรยเป็นแถวโดยใช้เครื่องหยอด ซึ่งมีทั้งชนิดที่ใช้กับการเตรียมดิน โดยการไถพรวนและไม่ไถพรวน ควรใช้ระยะระหว่างแถวประมาณ 30 เซนติเมตร ให้มีจำนวนต้นประมาณ 20 ต้นต่อระยะแถวยาวประมาณ 1 เมตร การใช้ระยะระหว่างแถว 30 เซนติเมตร จะสัมพันธ์กับการใช้เครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองแบบวางรายอย่างมีประสิทธิภาพ

การเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก ควรมีการปฏิบัติที่ถูกต้องตั้งแต่การเก็บเกี่ยว ตาก ย้าย นวด ฯลฯ เพราะจะช่วยลดการสูญเสียเนื่องจากการปฏิบัติ วิธีการเก็บเกี่ยว อาจเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองตามอายุและสังเกตสีของฝักโดยการตัดที่โคนต้น แล้วนำมามัดรวมกันเป็นพ่อน ตั้งเป็นกองทิ้งไว้โดยเอาโคนลงดิน จนกระทั่งใบร่วงประมาณ 5 - 7 วันก่อนนวด

2.2 เครื่องเกี่ยวและเกี่ยวขนาดถั่วเหลืองในประเทศไทย

2.2.1 การพัฒนาเครื่องเกี่ยวถั่วเหลืองขนาดเล็ก [5]

รัตนา ตั้งวงศ์กิจ และ บพิตร ตั้งวงศ์กิจ ลักษณะของเครื่องอาศัยต้นกำลังจากเครื่องยนต์เบนซินสูบเดียวขนาด 3 แรงม้า โดยเครื่องเกี่ยวถั่วเหลืองมีขนาด (กว้างxยาวxสูง) คือ 820x1400x920 มม. น้ำหนัก (รวมเครื่องยนต์) 67 กิโลกรัม การทดสอบเครื่องเกี่ยวต้นแบบกระทำในแปลงเกษตรกรจังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 โดยวิธีการหว่าน และมีความหนาแน่นต้นถั่วเหลืองคือ 76,800 ต้น/ตร.ม. และความหนาแน่นวัชพืช 21,120 ต้น/ตร.ม. แปลงทดสอบขนาด 20 ม. x 40 ม. จำนวน 5 แปลง ความสามารถในการทำงานเชิงไร่ (EFC) 0.44 ไร่/ชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงาน 88.68 เปอร์เซ็นต์ อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 1.852 ลิตร/ไร่ ความสูงในการตัด 4-12 มม. ความกว้างในการเก็บเกี่ยว 55.94 มม. ที่ความเร็วในการทำงาน 1.85 กิโลเมตร/ชั่วโมง

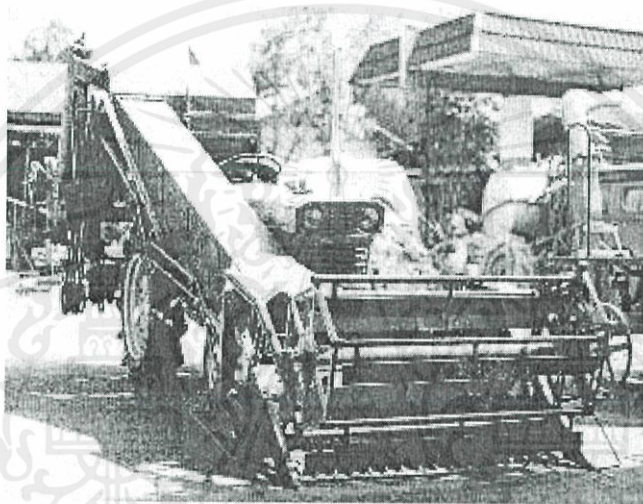


รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องเกี่ยวขนาดถั่วเหลืองขนาดเล็ก

- | | |
|------------------------------------|--------------------------|
| 1. เครื่องยนต์เบนซิน 3 แรงม้า | 2. สายพานลำเลียงต้นถั่ว |
| 3. Fingers | 4. ใบมีด |
| 5. กลไกการเคลื่อนที่ของ Cutter bar | 6. ล้อเครื่องเกี่ยว |
| 7. มู่เล่บังคับความตึงสายพาน | 8. มู่เล่-สายพานส่งกำลัง |
| 9. เฟือง-โซ่ | 10. คันเร่ง |
| 11. คันบังคับตำแหน่งของคลัทช์ | |

2.2.2 เครื่องเกี่ยวหวดข้าวเหลืองฟุ้งต่อรถแทรกเตอร์ [6]

เครื่องเกี่ยวหวดข้าวเหลืองฟุ้งต่อรถแทรกเตอร์สร้างขึ้นโดยกลุ่มวิจัยของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตรเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในสภาพของข้าวเหลืองปลายฤดูฝนและข้าวเหลืองฤดูแล้ง เนื่องจากเป็นข้าวเหลืองที่มีความชื้นของเมล็ดต่ำสามารถทำการหวดได้เลย โดยไม่ต้องนำมาตากแดดเพื่อลดความชื้น ขนาดของเครื่องมีหน้ากว้าง 1.4 ม. ยาว 5 ม. และสูง 2.2 ม. อัตราการทำงานประมาณ 0.6 ไร่ต่อชั่วโมงหรือ 4.7 ไร่ต่อวัน (คิดการทำงานวันละ 8 ชั่วโมง) และมีประสิทธิภาพในการทำงาน 42.4 เปอร์เซ็นต์ การสูญเสียจากปล้องเครื่องหวดหน้าตะแกรงโยก ผักร่วงหล่น เมล็ดติดค้างบนต้น และต้นถูกตัดและตกค้างในแปลงโดยเฉลี่ย 2.3, 1.3, 7.3, 1.6 และ 6.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับรวมการสูญเสีย ทั้งหมด 19 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 2.2 เครื่องเกี่ยวข้าวเหลืองฟุ้งต่อรถแทรกเตอร์

2.3 สมรรถนะของเครื่องเกี่ยวหวดข้าวเหลืองต้นแบบ

ผลการทดสอบความสามารถในการทำงานของเครื่องเกี่ยวหวดข้าวเหลืองขนาดเล็กต้นแบบ มีดังต่อไปนี้ [2]

- | | |
|--|----------------------|
| (1) ความสามารถในการทำงาน (ไร่/ชม.) | = 0.27 ไร่/ชม. |
| (2) ประสิทธิภาพการทำงาน (%) | = 76 % |
| (3) อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร/ไร่) | = 3.03 ลิตร/ไร่ |
| (4) การสูญเสียในส่วนต่างๆ | |
| การสูญเสียที่หัวเกี่ยว (กิโลกรัม/ไร่) | = 2.08 กิโลกรัม/ไร่ |
| การสูญเสียที่ระบบใบมีดตัด (กิโลกรัม/ไร่) | = 5.91 กิโลกรัม/ไร่ |
| การสูญเสียที่ระบบทำความสะอาด (กิโลกรัม/ไร่) | = 9.16 กิโลกรัม/ไร่ |
| การสูญเสียที่ระหวคนวด (กิโลกรัม/ไร่) | = 26.03 กิโลกรัม/ไร่ |
| (5) เปอร์เซ็นต์สิ่งเจือปนมากับเมล็ดที่ออกจากช่องเมล็ดออก | = 6.97 % |
| (6) เปอร์เซ็นต์เมล็ดแตกที่ออกมาจากช่องเมล็ดออก | = 3.36 % |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการนวด [7]

2.4.1 สมการของการทำงานของลูกนวดในระบบนวด (Principal equation of thresher drum operation) การทำงานของลูกนวดนั้น อาศัยการกระแทกซ้ำๆกัน โดยต้นพืชที่ถูกป้อนเข้ามาในระบบนวดซึ่งจะอยู่ระหว่างลูกนวดและแผ่นโค้ง แรงในแนวสัมผัสรวม (Total tangential force, P) ของตัวตีบนลูกนวด มีหน่วยเป็นนิวตัน (N) ประกอบด้วย แรงกระแทก (Impact force, P_1) และ แรงขยาย (Extensive force, P_2) โดยแสดงสมการได้ ดังนี้

$$P = P_1 + P_2 \quad (2.1)$$

โดยแรง P_1 สามารถหาได้จากสมการของการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของต้นพืช นั่นคือ

$$P_1 \Delta t = \Delta q(u_2 - u_1) \quad (2.2)$$

$$P_1 = \dot{q}(u_2 - u_1) \quad (2.3)$$

เมื่อ	\dot{q}	คือ อัตราการป้อนต้นพืช, kg/s
	Δt	คือ เวลาที่ใช้ของการกระแทก, s
	Δq	คือ ปริมาณของต้นพืชที่ได้รับการกระแทก, kg
	u_1	คือ ความเร็วของต้นพืชก่อนได้รับการกระแทก, m/s
	u_2	คือ ความเร็วของต้นพืชหลังได้รับการกระแทก, m/s

ความเร็วของต้นพืชในตอนเริ่มต้นของการกระแทกขึ้นอยู่กับอัตราการป้อนไปสู่ลูกนวด ความเร็วของต้นพืชที่ทางเข้าไปยังช่องว่าง, u_1 มีค่าอยู่ที่ 3-5 m/s และความเร็ว u_2 จะน้อยกว่าความเร็วเชิงเส้นของลูกนวด, u ซึ่งความเร็วของต้นพืชที่ทางออกสามารถหาได้จาก

$$u_2 = \alpha \times u \quad (2.4)$$

โดย α คือ สัมประสิทธิ์สัดส่วน (Proportion Coefficient) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างไม่ว่าจะเป็น ความยาวของลูกนวด ความชื้นของต้นพืชที่ป้อนเข้ามา การตีของลูกนวด อัตราการป้อนต้นพืชและลักษณะการออกแบบตู้นวด จากข้อมูลการทดลองพบว่า ค่า α จะมีค่าอยู่ในช่วง 0.70-0.85 สำหรับลูกนวดแบบ SK4-Combine ซึ่งมีความยาวของลูกนวด 80 cm ที่ความชื้น 15-25 % และที่อัตราการป้อน 3.5 kg/s

แรง P_2 พิจารณาจากแรงต้านที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของต้นพืช เมื่อพืชผ่านมายังช่องว่างระหว่างลูกนวดและแผ่นโค้งเกิดการเสียดสีกันระหว่างต้นพืชที่ถูกป้อนเข้าไปกับส่วนต่างๆของช่องนวด Goryachkin [7] ได้สมมติว่า แรง P_2 สามารถประมาณได้จาก แรงเสียดทานทั้งหมดที่เกิดขึ้นของลูกนวด P นั่นคือ

$$P_2 = f \times P \quad (2.5)$$

เมื่อ f คือ สัมประสิทธิ์ความสึกหรอ (Wear Coefficient) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.68-0.75 สำหรับตุ้มนวดแบบแถบ (Rasp bar) และ 0.70-0.80 สำหรับตุ้มนวดแบบฟัน (Peg tooth) เมื่อแทนค่า P_1 และ P_2 ลงในสมการที่ (2.1) จะได้

$$P = \frac{\dot{q}(u_2 - u_1)}{1 - f} \quad (2.6)$$

เมื่อคูณทั้งสองข้างของสมการด้วย u แล้วกำหนดให้ $Pu = N_1$ ซึ่ง N_1 คือ กำลังที่ต้องการของช่องนวด มีหน่วยเป็นวัตต์ (watt) ผลลัพธ์สุดท้ายของสมการที่ได้ คือ

$$N_1 = \frac{\dot{q}(u_2 - u_1) \cdot u}{1 - f} \quad (2.7)$$

กำหนดให้ N_2 คือ กำลังที่ต้องการที่จะเอาชนะแรงเสียดทานที่แบริ่งของลูกนวด สามารถหาได้จากสมการ

$$N_2 = Au + Bu^3 \quad (2.8)$$

ให้ A แทน แรงเสียดทานของเพลลา มีค่าระหว่าง 5.00-5.50 N สำหรับลูกนวดแบบฟัน และ 0.85-0.90 N สำหรับลูกนวดแบบแถบ ต่อน้ำหนักของลูกนวด 100 kg

ให้ B แทน แรงต้านทานอากาศ ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะทางเรขาคณิตตรงส่วนที่หมุนของลูกนวด ขนาด ความหนาแน่นและคุณสมบัติอื่นๆของอากาศ ซึ่งค่า B มีค่า $0.045 \frac{N \cdot s^2}{m^2}$ สำหรับลูกนวดแบบฟัน และ $0.0065 \frac{N \cdot s^2}{m^2}$ สำหรับลูกนวดแบบแถบ ดังนั้นกำลังทั้งหมดที่ต้องการให้ระบบนวดทำงานได้ คือ

$$N = N_1 + N_2 = \frac{\dot{q}(u_2 - u_1) \cdot u}{1 - f} + Au + Bu^3 \quad (2.9)$$

กำหนดให้ N_p แทน กำลังของเครื่องยนต์ที่ขับเพลาลูกนวดถ้าค่า $N_p > N$ แสดงว่า เครื่องยนต์นั้นสามารถใช้ขับเพลาลูกนวดได้ แต่ถ้า $N_p < N$ หมายถึง ลูกนวดนั้นจะไม่ทำงาน

2.4.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบนวด มีดังต่อไปนี้

(1) ความเร็วเชิงเส้นของลูกนวดที่เหมาะสม โดยที่ความชื้นถั่วเหลือง 12-17 % ความเร็วเชิงเส้นที่เหมาะสม ควรอยู่ในช่วง 10.5-11.5 m/s โดยค่าดังกล่าวนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น พื้นที่เพาะปลูก ปริมาณฟาง ความยาวของลำต้น และอัตราการบ่อน

(2) จำนวนฟันของลูกนวด ความสามารถของลูกนวดแบบฟันเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนฟัน (Z) โดยอัตราการบ่อนที่อนุญาตสามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$q = \dot{q} \times z \quad (2.10)$$

โดย q คือ อัตราการบ่อนที่อนุญาต, kg/s

\dot{q} คือ อัตราการบ่อนที่อนุญาตต่อ 1 ฟัน มีค่า 0.025-0.04 kg/s

z คือ จำนวนฟันของลูกนวด

ซึ่งจำนวนฟันของลูกนวด (z) ขึ้นอยู่กับความยาวของลูกนวด (l_p) ดังสมการ

$$z = m_p \times \left(\frac{l_p}{a} + 1 \right) \quad (2.11)$$

เมื่อ a คือ ระยะห่างระหว่างฟันในแนวการหมุนของเกลียว, mm (25-29 mm)

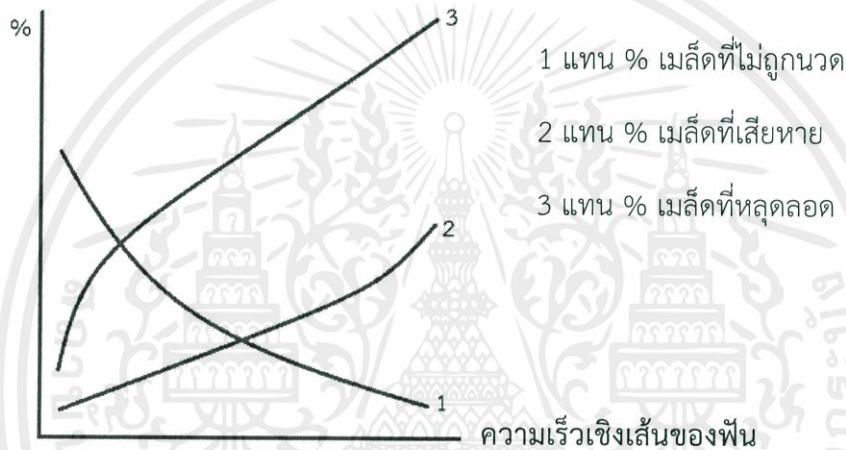
m_p คือ จำนวนแถวของฟัน $= \frac{\pi D}{b} - 1$

D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของลูกนวด, mm

b คือ ระยะห่างระหว่างฟันในแนวตั้งฉากการหมุนของเกลียว, mm

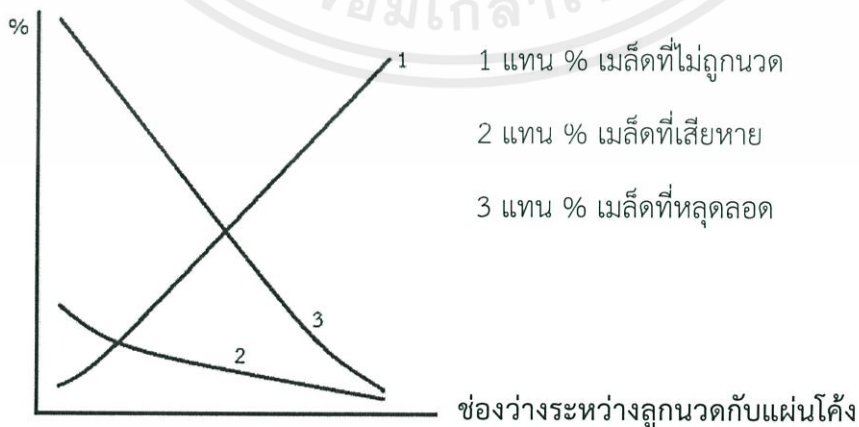
(3) ความยาวของแผ่นโค้งที่รองรับลูกนวด มิติของแผ่นโค้งส่งผลกระทบต่ออย่างมีนัยสำคัญต่อการนวดต้นพืช การหลุดรอดของเมล็ดพืช และการหยุดชะงักของเมล็ดเนื่องจากฟาง ถ้าความยาวของแผ่นโค้งเพิ่มขึ้น ส่วนที่ไม่ถูกนวดจะลดลง เพราะว่าจำนวนของการกระทบบนส่วนของพืชและความยาวในแนวตามขวางเพิ่มขึ้น ส่งผลให้การหลุดรอดของเมล็ดเพิ่มขึ้นทำให้การสูญเสียเมล็ดพืชน้อยลงและยังลดการสูญเสียเมล็ดพืชในส่วนทำความสะอาดอีกด้วย

2.4.3 การปรับระบบนวด ความสามารถในการนวดที่สูงควรให้มีส่วนที่ไม่ถูกนวดน้อยกว่า 0.5% และมีเมล็ดแตกน้อยกว่า 1.5 % แผ่นโค้งควรทำให้เมล็ดผ่านตะแกรงของแผ่นโค้งมากที่สุด ผู้ออกแบบควรออกแบบให้สามารถปรับความเร็วรอบของลูกนวดและระยะห่างระหว่างลูกนวดกับแผ่นโค้งได้ และคุณภาพของการนวดยังขึ้นอยู่กับคุณภาพของต้นพืชที่ป้อนเข้ามาอีกด้วย



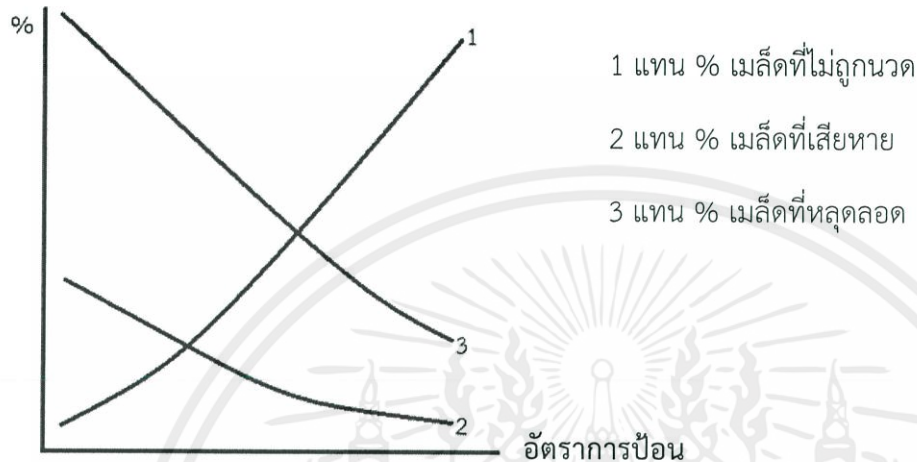
รูปที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของเมล็ดพืชในลักษณะต่างๆ กับความเร็วเชิงเส้นของฟัน

จากรูปที่ 2.3 จะเห็นว่า เมื่อความเร็วเชิงเส้นของฟันมีค่ามาก ทำให้ปริมาณเมล็ดที่ไม่ถูกนวดน้อย ส่วนปริมาณเมล็ดที่เสียหายและปริมาณเมล็ดที่หลุดรอดผ่านแผ่นโค้งจะมีค่ามาก ถ้าความเร็วเชิงเส้นของฟันมีค่าน้อย ปริมาณของเมล็ดพืชในลักษณะต่างๆ ก็จะทำให้ผลตรงกันข้ามดังนั้นในการนวดถั่วเหลืองนั้น ความเร็วเชิงเส้นของฟันที่เหมาะสมอยู่ที่ 10.50-11.50 m/s ที่ความชื้น 12-17 %



รูปที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของเมล็ดพืชในลักษณะต่างๆ กับช่องว่างระหว่างลูกนวดและแผ่นโค้ง

รูปที่ 2.4 แสดงให้เห็นว่า ถ้าช่องว่างระหว่างลูกนวดและแผ่นโค้งมีมากแล้ว จะทำให้ปริมาณเมล็ดที่ไม่ถูกนวดมีมากด้วย ในขณะที่ ปริมาณเมล็ดที่เสียหายและปริมาณเมล็ดที่หลุดล่อนมีน้อย แต่ถ้าช่องว่างระหว่างลูกนวดกับแผ่นโค้งมีน้อย ผลลัพธ์ที่ได้ก็เป็นผลตรงกันข้าม ดังที่ได้กล่าวมา ดังนั้นช่องว่างของแผ่นโค้งและลูกนวด (ช่องนวด) ที่แนะนำที่ทางเข้าของต้นพีช ควรมีค่าเป็น 4 เท่าของทางออกของช่องนวด



รูปที่ 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของเมล็ดพีชในลักษณะต่างๆกับอัตราการป้อน

จากรูปที่ 2.5 แสดงให้เห็นว่า ถ้าอัตราการป้อนมีมาก จะส่งผลให้มีเมล็ดที่ไม่ถูกนวดมาก เมล็ดที่เสียหายและเมล็ดที่หลุดล่อนจะมีน้อย ถ้าอัตราการป้อนมีน้อย ผลลัพธ์ที่ได้ก็เป็นผลตรงกันข้าม ดังที่ได้กล่าวมาทั้งนี้ความเสียหายของเมล็ดพีช ขึ้นอยู่กับความชื้นของต้นพีชที่ถูกป้อนเข้าสู่ลูกนวด เมื่อต้นพีชมีความชื้นสูงถูกป้อนเข้าสู่ลูกนวด ต้นพีชจะปล่อยสิ่งปนเปื้อนในลักษณะของเหลวสีเขียวและต้นพีชจะมีความเหนียวมากเมล็ดพีชหลุดออกจากต้นพีชได้ง่าย ทำให้การนวดไม่มีประสิทธิภาพนั่นเอง

2.4.4 สมรรถนะในการนวด

สมรรถนะของระบบนวดพิจารณาจากปัจจัยดังต่อไปนี้

$$\text{- ความสามารถในการนวด (kg/hr.)} = \frac{W(\text{kg})}{t(\text{hr.})} \quad (2.12)$$

$$\text{- ประสิทธิภาพในการนวด (\%)} = \frac{W}{W+W_1} \cdot 100\% \quad (2.13)$$

เมื่อ W คือ มวลเมล็ดถั่วเหลืองที่ออกจากระบบนวดไปยังช่องเก็บเมล็ด (kg)

t คือ เวลาที่ใช้ในการนวด (hr.)

W_1 คือ น้ำหนักเมล็ดถั่วเหลืองที่สูญเสียไป (ไม่อยู่ในช่องเก็บเมล็ด) (kg)

$$\text{- ประสิทธิภาพความสะอาด (\%)} = \frac{E(F-G)(E-F)(1-G)}{F(E-G)^2(1-F)} \cdot 100\% \quad (2.14)$$

เมื่อ E คือ สัดส่วนของเมล็ดต่อเมล็ด, กิ่งและเปลือกที่ช่องทางออกเมล็ด

F คือ สัดส่วนของเมล็ดต่อเมล็ด, กิ่งและเปลือกที่ช่องป้อน

G คือ สัดส่วนของเมล็ดต่อเมล็ด, กิ่งและเปลือกที่ช่องเก็บเปลือก

สมการที่ (2.14) ได้จากบทเรียนในรายวิชา Agricultural Process Engineering

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

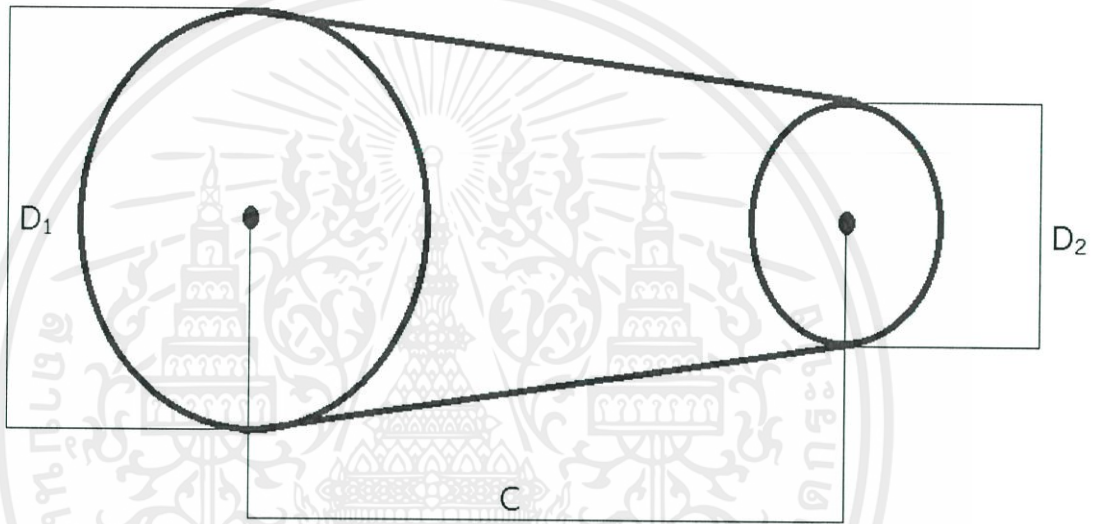
2.5 ทฤษฎีการส่งกำลัง

2.5.1 การคำนวณหาความยาวของสายพาน กรณีที่มี มู่เล่ 2 ลูก [8]

สามารถคำนวณได้จาก

$$L = 1.57(D_1 - D_2) + \frac{(D_1 - D_2)^2}{4C} + 2C \quad (2.15)$$

โดย D_1 = เส้นผ่านศูนย์กลางของมู่เล่ตัวใหญ่
 D_2 = เส้นผ่านศูนย์กลางของมู่เล่ตัวเล็ก
 C = ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางมู่เล่ทั้งสองชิ้น



รูปที่ 2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของจุดศูนย์กลางมู่เล่และความยาวของสายพาน

2.5.2 อัตราทดของสายพาน

สามารถคำนวณได้จาก
$$\frac{D_{Driven}}{D_{Driving}} = \frac{Rpm_{Driving}}{Rpm_{Driven}} \quad (2.16)$$

โดย D_{Driven} = เส้นผ่านศูนย์กลางมู่เล่ตัวขับ
 $D_{Driving}$ = เส้นผ่านศูนย์กลางมู่เล่ตัวตาม
 $Rpm_{Driving}$ = จำนวนรอบของมู่เล่ตัวตาม
 Rpm_{Driven} = จำนวนรอบของมู่เล่ตัวขับ

2.6 การทดสอบหาความชื้นของต้นถั่วเหลือง

การทดสอบหาความชื้นของต้นถั่วเหลืองหาโดยดัดแปลงจากการหาความชื้นของถั่วลิสงจากวิธีของ ASAE S410.1DEC97, Moisture Measurement-Peanuts [9] ความชื้นคือปริมาณน้ำที่อยู่ในวัสดุ หาได้โดยวิธีการอบวัสดุด้วยตู้อบที่อุณหภูมิคงที่ที่เวลาใดๆ ทำที่ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงในการอบครั้งแรก และ 6 ชั่วโมงในการอบครั้งต่อไปจนกระทั่งน้ำหนักคงที่ โดยความชื้นของต้นถั่วเหลืองสามารถหาได้จากสูตรต่อไปนี้ [10]

เมื่อ A = สัดส่วนกึ่งต้นถั่วเหลือง

$$A = \frac{100 \times W_A}{W_t} \quad (2.17)$$

เมื่อ B = สัดส่วนของลำต้นถั่วเหลือง

$$B = \frac{100 \times W_B}{W_t} \quad (2.18)$$

เมื่อ C = สัดส่วนของเปลือกฝักถั่วเหลือง

$$C = \frac{100 \times W_C}{W_t} \quad (2.19)$$

เมื่อ D = สัดส่วนของเมล็ดถั่วเหลือง

$$D = \frac{100 \times W_D}{W_t} \quad (2.20)$$

โดย W_A = มวลของกึ่งต้นถั่วเหลืองมีหน่วยเป็น กรัม

W_B = มวลของลำต้นถั่วเหลืองมีหน่วยเป็น กรัม

W_C = มวลของเปลือกถั่วเหลืองมีหน่วยเป็น กรัม

W_D = มวลของเมล็ดถั่วเหลืองมีหน่วยเป็น กรัม

W_t = มวลทั้งหมดของต้นถั่วเหลืองมีหน่วยเป็น กรัม

เมื่อ A1 = ความชื้นของกึ่งต้นถั่วเหลือง

$$A1 = \frac{100 \times W_{A1}}{W_{A2}} \quad (2.21)$$

เมื่อ B1 = ความชื้นของลำต้นถั่วเหลือง

$$B1 = \frac{100 \times W_{B1}}{W_{B2}} \quad (2.22)$$

เมื่อ C1 = ความชื้นของเปลือกถั่วเหลือง

$$C1 = \frac{100 \times W_{C1}}{W_{C2}} \quad (2.23)$$

เมื่อ D1 = ความชื้นของเมล็ดถั่วเหลือง

$$D1 = \frac{100 \times W_{D1}}{W_{D2}} \quad (2.24)$$

โดย

W_{A1} = มวลของน้ำที่ระเหยของกึ่งต้นถั่วเหลือง (g)

W_{A2} = มวลเริ่มต้นของกึ่งต้นถั่วเหลือง (g)

W_{B1} = มวลของน้ำที่ระเหยของลำต้นถั่วเหลือง (g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- W_{B2} = มวลเริ่มต้นของลำต้นถั่วเหลือง (g)
 W_{C1} = มวลของน้ำที่ระเหยของเปลือกฝักถั่ว (g)
 W_{C3} = มวลเริ่มต้นของเปลือกถั่ว (g)
 W_{D1} = มวลของน้ำที่ระเหยของเมล็ดถั่วเหลือง (g)
 W_{D4} = มวลเริ่มต้นของเมล็ดถั่วเหลือง (g)

เมื่อ M = ความชื้นของต้นถั่วเหลือง

$$M = \frac{A(A1)+B(B1)+C(C1)+D(D1)}{100} \quad (2.25)$$



บทที่ 3

วิธีการ

3.1 การทดสอบสมบัติทางกายภาพของต้นถั่วเหลือง

3.1.1 พันธุ์ถั่วเหลืองที่ใช้ในการทดสอบ

พันธุ์ถั่วเหลืองที่ใช้ในการทดสอบนั้นได้รับมาจาก ศูนย์เพิ่มผลผลิต บริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด โรงงานน้ำตาลพิมาย จำนวนทั้งสิ้น 25 กระสอบ น้ำหนักรวมประมาณ 70 กิโลกรัม เป็นถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ปลูกโดยใช้คนปลูก เป็นร่อง มีระยะร่อง 60 เซนติเมตร และระยะระหว่างหลุม 25 เซนติเมตร บนพื้นที่ 40 ไร่ โดยทางบริษัทได้รับการสนับสนุนจากศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร



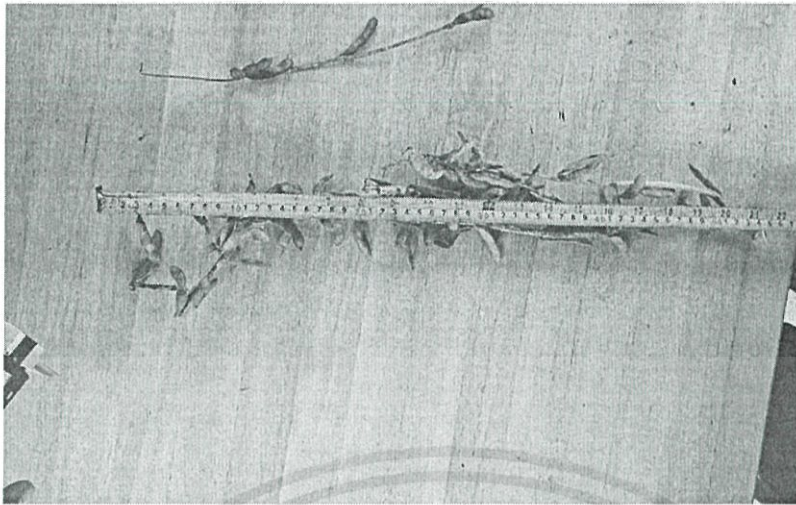
รูปที่ 3.1 แปลงสาธิต บ้านโคกขาม ต.โบสถ์ อ.พิมาย จ.นครราชสีมา

3.1.2 วัสดุอุปกรณ์

- (1) ภาชนะบรรจุตัวอย่าง (ถาดแก้ว)
- (2) ตู้อบลมร้อนที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ (ULM500, Memmert, Germany)
- (3) เครื่องชั่งน้ำหนักไฟฟ้า (AUY220, SHIMADZA, Japan)
- (4) ตลับเมตร
- (5) เวอร์เนียคาลิเปอร์ดิจิตอล (Digimatic caliper, Mitutoyo, Japan)

3.1.3 การทดสอบสมบัติทางกายภาพของต้นถั่วเหลือง มีวิธีการ ดังต่อไปนี้

- (1) สุ่มตัวอย่างต้นถั่วเหลืองจากกระสอบทั้งหมดที่ได้รับมา 25 กระสอบ โดย 1 กระสอบสุ่มหยิบต้นถั่วเหลืองมา 1 ต้น นั่นคือ จะได้ตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบทั้งสิ้น 25 ต้น
- (2) วัดความกว้างสุด ความสูงของต้นถั่วเหลือง โดยใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์ดิจิตอล ความละเอียด 0.01 มิลลิเมตร และตลับเมตร บันทึกผลการทดลองในภาคผนวก ก. ตารางที่ ก-1



รูปที่ 3.2 การวัดความสูงของต้นถั่วเหลืองโดยใช้ตลับเมตร

(3) ชั่งน้ำหนักของต้นถั่วเหลือง ลำต้น กิ่ง และ ฝัก โดยใช้เครื่องชั่งไฟฟ้าความละเอียด 0.01 กรัม บันทึกผลการทดลองในภาคผนวก ก. ตารางที่ ก.-1

(4) นับจำนวนกิ่งและจำนวนฝักต่อต้น บันทึกผลการทดลองลงในภาคผนวก ก. ตารางที่ ก.-1 (5) นำผลการทดลองที่ได้ไปคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานบันทึกผลการทดลองลงในภาคผนวก ก. ตารางที่ ก.-1

3.1.4 การทดสอบสมบัติทางกายภาพของฝัก และเมล็ดถั่วเหลือง มีวิธีการ ดังต่อไปนี้

(1) ต้นถั่วเหลืองทั้ง 25 ต้นจากการทดลองที่แล้ว สุ่มหยิบฝักถั่วเหลือง 4 ฝักต่อ 1 ต้น ดังนั้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบมีจำนวน 100 ตัวอย่าง

(2) ชั่งน้ำหนักฝักถั่วเหลืองที่ละฝัก โดยใช้เครื่องชั่งไฟฟ้าความละเอียด 0.01 กรัม บันทึกผลการทดลองลงในภาคผนวก ก. ตารางที่ ก.-2

(3) วัดความกว้าง ความยาวฝัก และความหนาฝัก โดยใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์ความละเอียด 0.01 มิลลิเมตร บันทึกผลการทดลองลงในภาคผนวก ก. ตารางที่ ก.-2

(4) แกะเมล็ดถั่วเหลืองออกจากฝัก สุ่มหยิบเมล็ดถั่วเหลือง 1 เมล็ดชั่งน้ำหนัก บันทึกผลการทดลองลงในภาคผนวก ก. ตารางที่ ก.-3

(5) นำเมล็ดถั่วเหลืองที่ชั่งน้ำหนัก วัดเส้นผ่านศูนย์กลางทั้ง 3 มิติ บันทึกผลการทดลองลงในภาคผนวก ก. ตารางที่ ก.-3

3.1.5 การทดสอบการสกัดส่วนต่างๆ ของต้นถั่วเหลือง มีวิธีการดังต่อไปนี้

(1) สุ่มหยิบต้นถั่วเหลือง 5 ต้น จากทั้งหมด 25 กระสอบ

(2) ชั่งน้ำหนักต้นถั่วเหลืองทั้งต้น ลำต้น กิ่ง เปลือก และ เมล็ด บันทึกผลการทดลองลงในภาคผนวก ก. ตารางที่ ก.-4

(3) คำนวณหาสัดส่วนของน้ำหนักในแต่ละส่วนของต้น ตามสมการที่ 2.17-2.20

3.1.6 การทดสอบวัดความชื้นของต้นถั่วเหลือง มีวิธีการ ดังต่อไปนี้

(1) ใช้ตัวอย่างต้นถั่วเหลือง 5 ต้น จากการทดลองที่แล้ว โดยได้ แยกลำต้น กิ่ง เปลือก และเมล็ด แล้วมาใช้ในการทดสอบ

(2) ลดขนาดของลำต้น กิ่ง เปลือก และ เมล็ด ใส่ลงในภาชนะที่เตรียมไว้แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าความละเอียด 0.0001 กรัม บันทึกผลการทดลองลงในภาคผนวก ก. ตารางที่ ก.-5

(3) นำลำต้น กิ่ง เปลือก และเมล็ดซึ่งอยู่ภายใต้ที่เตรียมไว้ ไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง



รูปที่ 3.3 การชั่งน้ำหนักลำต้นที่ถูกลดขนาดแล้วด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าความละเอียด 0.0001 g

(4) นำออกจากตู้อบไปใส่ในโถดูดความชื้น (Desiccator) จนเย็น (ประมาณ 1 ชั่วโมง) แล้วชั่งน้ำหนัก บันทึกผลการทดลองลงในภาคผนวก ก. ตารางที่ ก.-5

(5) นำลำต้น กิ่ง เปลือก และเมล็ด ไปอบอีกครั้งที่ อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วทำซ้ำข้อ (4) และข้อ (5) จนกว่าน้ำหนักจะคงที่ (น้ำหนักแตกต่างกันเฉลี่ย 0.002 g)

(6) คำนวณค่าความชื้นของ ลำต้น กิ่ง เปลือก เมล็ด และความชื้นรวมของต้นถั่วเหลืองตามสมการที่ 2.21-2.25 ตามลำดับ

3.2 การทดสอบเบื้องต้นก่อนการปรับปรุงชุดนวด

3.2.1 ทดสอบหาทิศทางที่เหมาะสมในการป้อนต้นกล้วยเหลืองเข้าสู่ช่องนวด โดยทำการทดสอบใน 3 ทิศทาง คือ

- (1) ทิศทางตามการลำเลียงของเครื่องเดิม
- (2) ทิศทางของต้นกล้วยเหลืองขนานกับพื้น
- (3) ทิศทางของต้นกล้วยเหลืองที่มุมสูงมากกว่าขนานกับพื้นจนถึงมุมตั้งฉากกับพื้น โดย

แต่ละการทดลองจะใช้ต้นกล้วยเหลือง 3 ต้นในการป้อนเข้าไปพร้อมกัน แล้วหันเอาส่วนปลายต้นเข้า เครื่องนวด สังเกตผลที่เกิดขึ้น



รูปที่ 3.4 การทดสอบป้อนกล้วยเหลืองในทิศทางต่างๆ เพื่อหาทิศทางที่เหมาะสมในการป้อน

3.2.2 ทดสอบเดินเครื่องตัวเปล่าและทดสอบสมรรถนะของระบบนวด มีวิธีการดังนี้

- (1) สุ่มตัวอย่างต้นกล้วยเหลือง 3 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 4 ต้น จากทั้งหมด 25 กระสอบ
- (2) นำตัวอย่างทั้ง 3 ตัวอย่างมาชั่งน้ำหนัก บันทึกผลการทดลองลงในภาคผนวก ก

ตาราง ก-6

(3) นำตัวอย่างเข้าระบบนวด เพื่อวัดประสิทธิภาพซึ่งจะแบ่งช่องทางออกของช่องนวด เป็น 2 ทางออก คือ 1) ช่องที่นำเมล็ดไปใช้ (ช่องดี) 2) ช่องทิ้งเศษ (ช่องเสีย) ทำซ้ำ 3 อย่าง ซึ่งแต่ละช่องต้องแยกส่วนของกล้วยเหลืองได้แก่ 1) เมล็ด 2) เปลือก 3) กิ่งและลำต้น

(4) นำแต่ละส่วนที่ออกจากระบบนวดไปชั่งน้ำหนัก บันทึกผลการทดลองลงในภาคผนวก ก ตาราง ก-6

- (5) คำนวณค่าสมรรถนะของระบบนวดโดยใช้สมการที่ 2.12-2.14

3.3 การออกแบบเพื่อปรับปรุงขนาด

3.3.1 ข้อดีของขนาดจากเครื่องต้นแบบ มีดังนี้

- (1) เมล็ดถูกนวดไม่หมดจากต้น
- (2) เมล็ดที่ถูกตีไม่สามารถผ่านรูงผ่านตะแกรง
- (3) มีเศษต้นอุดตันตะแกรงหรือลูกนวด
- (4) รุตะแกรงมีขนาดเล็กเกินไป ทำให้เมล็ดมีโอกาสหลุดรูงไปได้น้อยลง
- (5) ความยาวลูกนวดมีขนาดสั้นเกินไป

3.3.2 แนวทางการออกแบบ

ในการออกแบบขนาดนั้นมีปัจจัยหลายอย่างที่ส่งผลให้การนวดมีประสิทธิภาพ ดังได้ตารางที่ 3.1 ตารางที่ 3.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการนวดและแนวทางการปรับปรุงขนาด

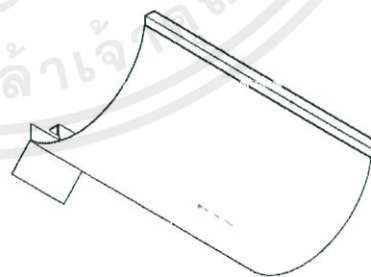
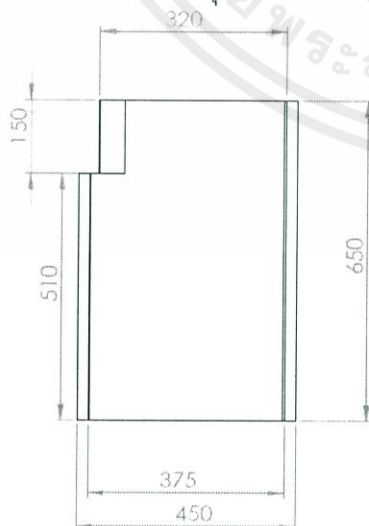
ปัจจัยที่มีผลต่อการนวด	แนวทางการปรับปรุงขนาด
กำลังของเครื่องยนต์ที่ต้องใช้ในการนวด	≥ 1 แรงม้า
ความเร็วเชิงเส้นของฟันลูกนวด	10.5-11.5 m/s (ควรปรับได้)
อัตราการป้อนเข้าสู่ขนาดสูงสุด	45 kg/hr
ระยะระหว่างแผ่นโค้งกับลูกนวด	สามารถถอดเปลี่ยนได้
โบลเวอร์	สามารถถอดได้
ทางออกของช่องเสีย	เปลี่ยนทิศทางช่องทางออก
ความชื้นของต้นถั่วเหลืองที่ใช้ในการทดสอบ	2-3 %

3.3.3 อุปกรณ์และเครื่องวัดในการทดสอบ ได้แก่

- 1) เครื่องชั่ง (SHIMADZU BX3200H)
- (2) เครื่องวัดความเร็วรอบ (DIGICON DT-250TP)
- (3) นาฬิกาจับเวลา

3.3.4 แบบพิมพ์เขียวของขนาด

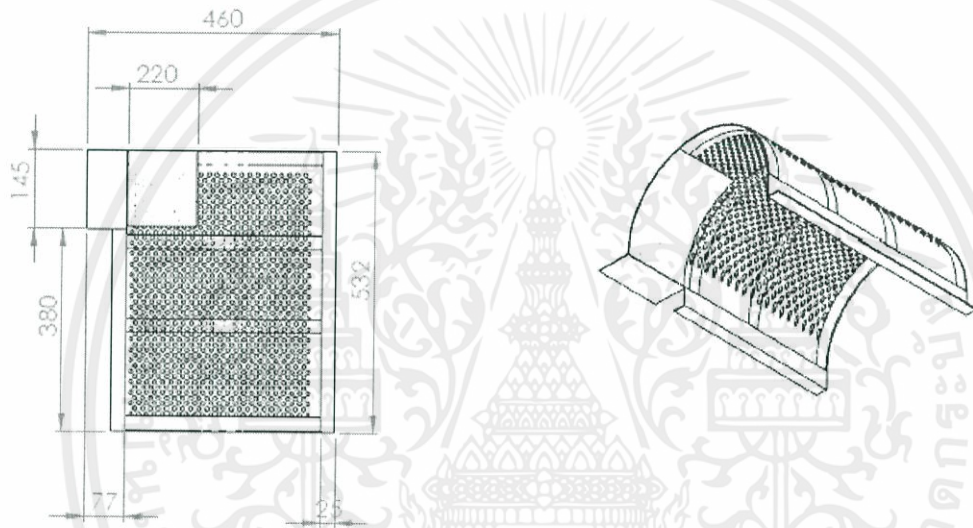
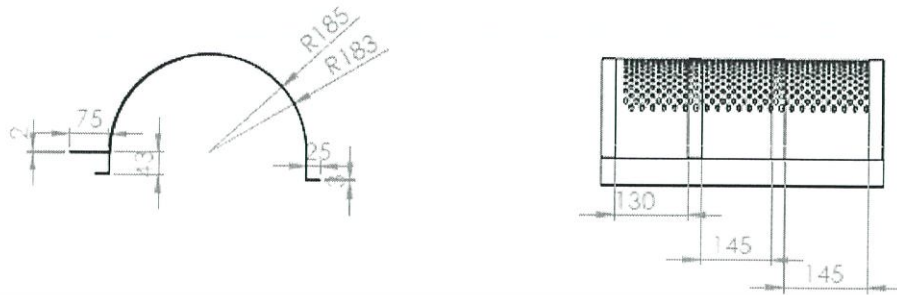
(1) ฝาปิดขนาด



รูปที่ 3.5 แบบพิมพ์เขียวของฝาปิดขนาด

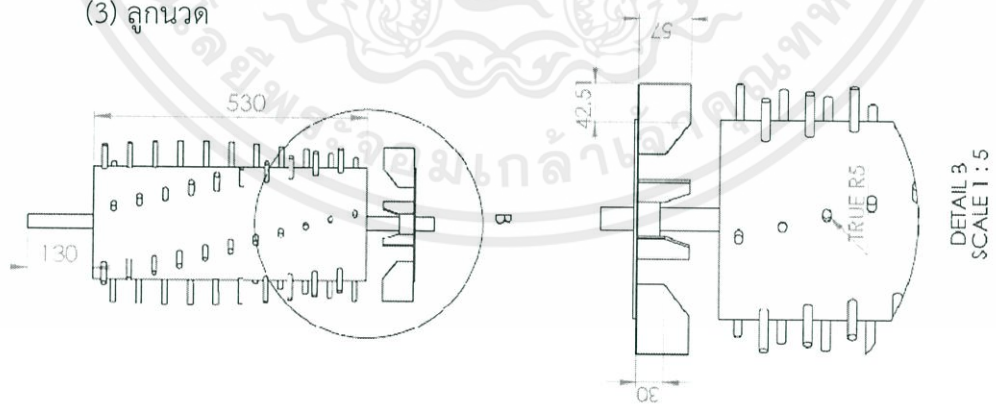
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ตะแกรงชุดขนาด



รูปที่ 3.6 แบบพิมพ์เขียวของตะแกรงชุดขนาด

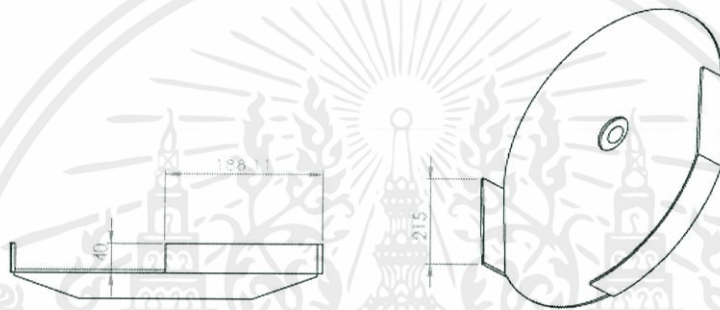
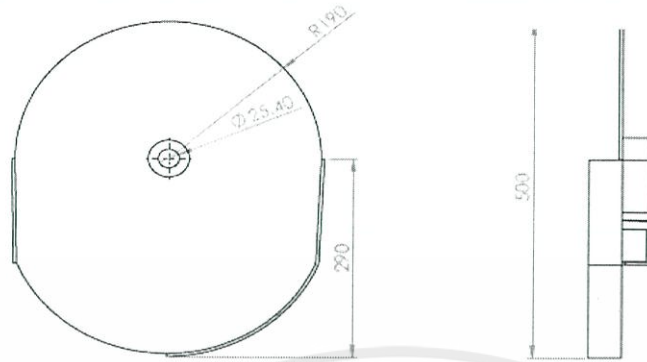
(3) ลูกนวด

DETAIL 3
SCALE 1 : 5

รูปที่ 3.7 แบบพิมพ์เขียวของลูกนวด

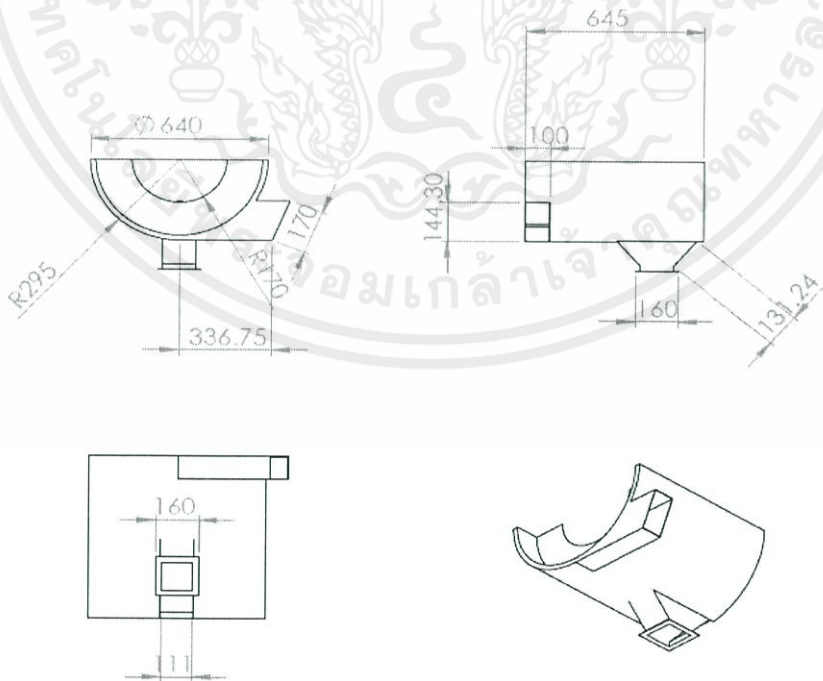
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) ฝาครอบด้านข้างชุดนวด



รูปที่ 3.8 แบบพิมพ์เขียวของฝาครอบด้านข้างชุดนวด

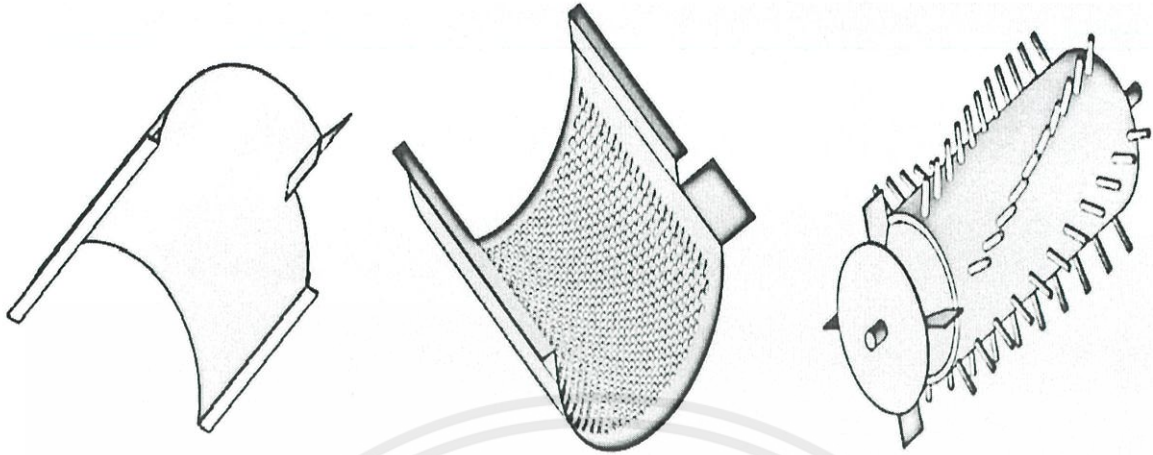
(5) ตัวถังของชุดนวด



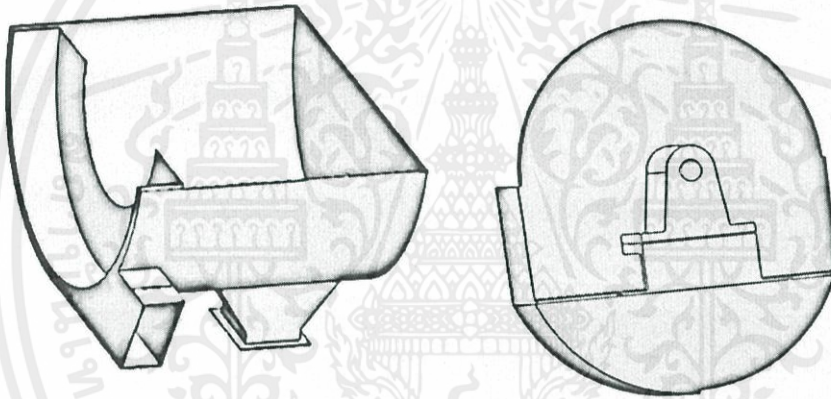
รูปที่ 3.9 แบบพิมพ์เขียวของตัวถังของชุดนวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 ต้นแบบชุดขนาด (3 มิติ)



รูปที่ 3.10 ฝาปิดชุดขนาด ตะแกรง และ ลูกนวด ตามลำดับ



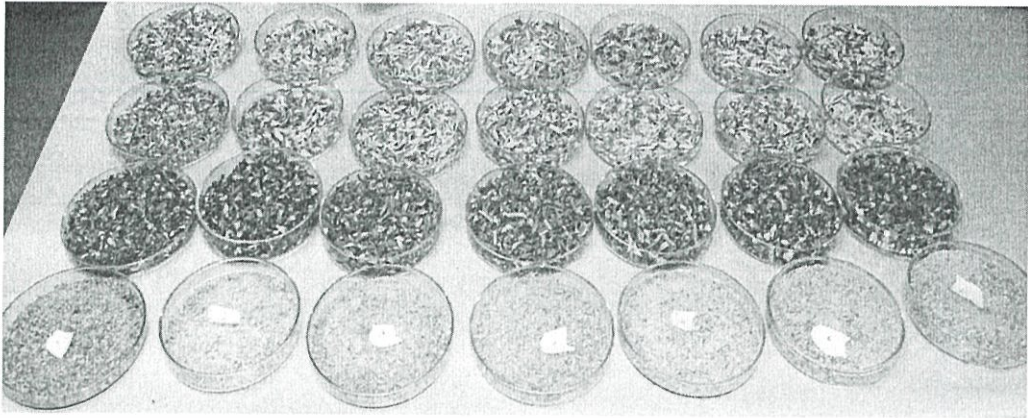
รูปที่ 3.11 ตัวถังชุดขนาด และ ฝาครอบด้านข้างชุดขนาด ตามลำดับ

3.4 การทดสอบหลังการปรับปรุงชุดขนาด

3.4.1 การทดสอบวัดความชื้นก่อนการนวด

การทดสอบวัดความชื้นของต้นถั่วเหลืองโดยตัดแปลงจากการวัดความชื้นของถั่วลิสงจากวิธีของ ASAE S410.1DEC97, Moisture Measurement-Peanuts โดยเริ่มจากนำตัวอย่างต้นถั่วเหลือง 7 ต้น จากการทดสอบสัดส่วนต้นถั่วเหลือง แยกลำต้น กิ่ง เปลือก และเมล็ด จากนั้นลดขนาดของลำต้น กิ่ง เปลือก และ เมล็ด ใส่ลงในภาชนะที่เตรียมไว้แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก (AUY220, SHIMADZA, Japan) นำลำต้น กิ่ง เปลือก และเมล็ดซึ่งอยู่ภายใต้ที่เตรียมไว้ ไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบไปใส่ในโถดูดความชื้น (Desiccator) ประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนัก นำตัวอย่างไปอบอีกครั้งที่อุณหภูมิเดิม เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วทำซ้ำจนกว่าน้ำหนักจะคงที่ (น้ำหนักแตกต่างเฉลี่ยประมาณ 0.003 g) จากนั้นคำนวณค่าความชื้นของ ลำต้น กิ่ง เปลือก เมล็ด และความชื้นรวมของต้นถั่วเหลืองตามสมการที่ (2.16)-(2.24) ตามลำดับ บันทึกลงในตาราง ข-1 บันทึกผลการทดลอง ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 ตัวอย่างส่วนต่างๆ ของต้นถั่วเหลืองที่จะนำไปอบ



รูปที่ 3.13 (ขวา) เมื่ออบส่วนต่างๆของต้นถั่วเหลืองแล้ว ทุกๆ 6 ชั่วโมง ต้องชั่งน้ำหนักเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของน้ำที่ระเหยออกไป (ซ้าย) หลังจากชั่งน้ำหนัก นำเข้าตู้อบตัวอย่างที่อุณหภูมิ 105 C

3.4.2 การทดสอบสมรรถนะของชุดนวด

การทดสอบสมรรถนะในการนวด ทำโดยการสุมหีบต้นถั่วเหลือง 3 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 5 ต้น ไปชั่งน้ำหนัก แล้วนำไปผ่านการนวด โดยมีการจับเวลาที่ใช้ในการนวด หลังจากนั้นที่ช่องทางออกของเมล็ดและช่องทิ้ง คัดแยกเมล็ด เปลือก กิ่งและลำต้น (กิ่งและลำต้นรวมกัน) นำไปชั่งน้ำหนักแล้วแทนค่าลงในสมการ (2.12) และ (2.13) เพื่อคำนวณความสามารถในการนวด ประสิทธิภาพในการนวด และประสิทธิภาพในการทำความสะดวก ตามสมการที่ (2.12)-(2.14) ตามลำดับ โดยทดสอบที่ความเร็วรอบ (550, 650, 750, 870, 1000 และ 1500rpm, ความเร็วเชิงเส้น 8.75, 10.34, 11.93, 13.84, 15.91 และ 23.86 m/s) และช่องว่างระหว่างตะแกรง-ลูกนวดต่างๆ (25.4 mm และ 38.1 mm) บันทึกผลการทดลองในตารางบันทึกผลการทดลองภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ

ใช้การวางแผนการทดลองแบบ Factorial analysis in CRD โดยมีสมมติฐานทางการวิจัยและสถิติ ดังนี้

Main effect

สำหรับปัจจัย A: ความเชิงเส้นที่ปลายฟัน

$$H_0: \mu_{A1} = \mu_{A2} = \mu_{A3} = \mu_{A4} = \mu_{A5} = \mu_{A6}$$

(ค่าเฉลี่ยความสามารถในการนวดที่ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน 6 ระดับ ไม่แตกต่างกัน)

(ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการนวดที่ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน 6 ระดับ ไม่แตกต่างกัน)

(ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพความสะอาดที่ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน 6 ระดับ ไม่แตกต่างกัน)

$$H_a: \text{not } H_0$$

(ค่าเฉลี่ยความสามารถในการนวดแตกต่างกันที่ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันอย่างน้อย 2 ระดับ)

(ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการนวดแตกต่างกันที่ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันอย่างน้อย 2 ระดับ)

(ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพความสะอาดแตกต่างกันที่ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันอย่างน้อย 2 ระดับ)

สำหรับปัจจัย B: ระยะระหว่างแผ่นโค้งกับลูกนวด

$$H_0: \mu_{B1} = \mu_{B2}$$

(ค่าเฉลี่ยความสามารถในการนวดที่ระยะระหว่างตะแกรงกับลูกนวด 2 ระยะ ไม่แตกต่างกัน)

(ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการนวดที่ระยะระหว่างตะแกรงกับลูกนวด 2 ระยะ ไม่แตกต่างกัน)

(ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพความสะอาดที่ระยะระหว่างตะแกรงกับลูกนวด 2 ระยะ ไม่แตกต่างกัน)

$$H_a: \text{not } H_0$$

(ค่าเฉลี่ยความสามารถในการนวดแตกต่างกันที่ระยะระหว่างตะแกรงกับลูกนวดอย่างน้อย 2 ระยะ)

(ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการนวดแตกต่างกันที่ระยะระหว่างตะแกรงกับลูกนวดอย่างน้อย 2 ระยะ)

(ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพความสะอาดแตกต่างกันที่ระยะระหว่างตะแกรงกับลูกนวดอย่างน้อย 2 ระยะ)

Interaction Effect ระหว่าง ความเชิงเส้นที่ปลายฟัน กับ ระยะระหว่างตะแกรงกับลูกนวด

H_0 : ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเชิงเส้นที่ปลายฟันกับระยะระหว่างตะแกรงกับลูกนวด = 0

(ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเชิงเส้นที่ปลายฟันกับระยะระหว่างตะแกรงกับลูกนวด)

H_a : ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเชิงเส้นที่ปลายฟันกับระยะระหว่างตะแกรงกับลูกนวด \neq 0

(มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเชิงเส้นที่ปลายฟันกับระยะระหว่างตะแกรงกับลูกนวด)

<u>ตัวแปร</u>	ตัวแปรอิสระ	:	ความเชิงเส้นที่ปลายฟัน, ระยะระหว่างตะแกรงกับลูกนวด
	ตัวแปรตาม	:	ความสามารถในการนวด, ประสิทธิภาพในการนวดและประสิทธิภาพความสะอาด

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของต้น ฝักและเมล็ด ของถั่วเหลือง สรุปลงได้ดังนี้

4.1.1 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของต้น

ตารางที่ 4.1 สมบัติทางกายภาพของต้น

สมบัติทางกายภาพของต้น	ผลการทดลอง
(1) ความกว้างที่สุดเฉลี่ยของต้นถั่วเหลือง (cm)	10.64±3.15
(2) ความสูงเฉลี่ยของต้นถั่วเหลือง (cm)	65.00±10.50
(3) น้ำหนักเฉลี่ยของต้นถั่วเหลือง (g)	47.13±29.44
(4) น้ำหนักเฉลี่ยของลำต้นถั่วเหลือง (g)	10.02±4.55
(5) น้ำหนักเฉลี่ยของกิ่งถั่วเหลือง (g)	16.50±21.92
(6) จำนวนกิ่งเฉลี่ยต่อต้น (กิ่ง)	4.00±2.00

4.1.2 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของฝักและเมล็ดถั่วเหลือง

ตารางที่ 4.2 สมบัติทางกายภาพของฝักและเมล็ดถั่วเหลือง

สมบัติทางกายภาพ	ฝัก	เมล็ด
(1) น้ำหนักเฉลี่ย (g)	0.45±0.17	0.13±0.04
(2) ความกว้างเฉลี่ย (cm)	0.88±0.06	0.59±0.05
(3) ความยาวเฉลี่ย (cm)	3.89±0.55	0.70±0.06
(4) ความหนาเฉลี่ย (cm)	0.57±0.09	0.49±0.07

4.1.3 สัดส่วนโดยเฉลี่ยน้ำหนักของลำต้น กิ่ง เปลือกฝักและเมล็ดกับต้นถั่วเหลืองและความชื้น

ตารางที่ 4.3 สัดส่วนและความชื้นในส่วนต่างๆของต้นถั่วเหลือง

ส่วนประกอบของต้นถั่วเหลือง	สัดส่วนต่อต้น (%)	ความชื้น (%)
(1) ลำต้น	23.21±7.18 %	8.10±0.71 %
(2) กิ่ง	8.55±5.10 %	7.05±3.60 %
(3) เปลือก	28.16±3.67 %	9.90±1.77 %
(4) เมล็ด	40.08±5.00 %	9.44±0.46 %
(5) ต้นถั่วเหลือง	-	9.05±3.20 %

4.2 ผลการทดสอบหาทิศทางที่เหมาะสมในการป้อนต้นถั่วเหลืองเข้าสู่ช่องนวด พบว่า

4.2.1 ทิศทางการลำเลียงของเครื่องเดิม พบว่าต้นถั่วเหลืองไม่ถูกดึงเข้าเครื่องนวดเพราะฟันของลูกนวดในเครื่องนวดนั้นสั้นเกินไปไม่สามารถดึงต้นถั่วเหลืองเข้าไปได้หรือดึงได้แค่ส่วนปลายต้นและอีกประการหนึ่ง คือ ทิศทางการหมุนของลูกนวดนั้นมีทิศสวนทางกันกับการป้อนจึงทำให้ไม่สามารถดึงต้นถั่วเข้าไปได้ทำให้ประสิทธิภาพในการนวดนั้นลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ทิศทางของต้นถั่วเหลืองขนานกับพื้น พบว่าต้นถั่วเหลืองถูกดึงเข้าเครื่องนวดแค่ส่วนปลายและถั่วเหลืองถูกดึงเข้าต้อนวดเข้ามา กว่าจะเข้าหมดทั้งต้นเพราะขึ้นวดในเครื่องนวดนั้นสั้นทำให้การดึงต้นถั่วเหลืองนั้นช้าและทิศทางการหมุนของลูกนวดนั้นมีทิศสวนทางกันกับการป้อนจึงทำให้ไม่สามารถดึงต้นถั่วเข้าไปได้ทำให้ประสิทธิภาพในการนวดนั้นลดลงแต่ยังมากกว่าทิศทางทิศทางการลำเลียงของเครื่องเดิม

4.2.3 ทิศทางของต้นถั่วเหลืองที่มุมสูงมากกว่าขนานกับพื้นจนถึงมุมตั้งฉากกับพื้น พบว่าต้นถั่วเหลืองนั้นถูกดึงเข้าเครื่องนวดได้เร็วขึ้นและนวดได้เร็วขึ้นตามระดับมุมที่เพิ่มมากขึ้น และยังถ้ามุมการป้อนเพิ่มขึ้นยังสามารถนวดได้เร็วและนวดได้ดีขึ้น เพราะทิศทางของการป้อนนั้นจะมีทิศเดียวกับการหมุนของลูกนวดทำให้สามารถดึงต้นถั่วเข้าไปนวดได้เร็วขึ้น ดังนั้น ทิศทางการป้อนในลักษณะนี้มีความเหมาะสมมากที่สุด

หมายเหตุ: การทดสอบหาทิศทางการป้อนที่เหมาะสมกับชุดนวดนั้น ได้นับจำนวนเมล็ดเปลือก ลำต้นและกิ่ง ที่ผ่านชุดนวดด้วยการสังเกตด้วยสายตา

4.3 ผลการทดสอบเดินเครื่องตัวเปล่าและทดสอบสมรรถนะของระบบนวด

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบเดินเครื่องตัวเปล่าและทดสอบสมรรถนะของระบบนวด

สมรรถนะของระบบนวด	ผลการทดลอง
(1) ความสามารถในการนวด (kg/hr)	26.56
(2) ประสิทธิภาพในการนวด (%)	72.20

การวิจารณ์ผลการทดสอบสมรรถนะ

มวลของต้นถั่วเหลืองบางส่วนมีการสูญเสียหลังจากทำการทดลอง เนื่องจากมีเศษดินที่ติดกับลำต้นเมื่อนำเข้าชุดนวดทำให้เศษดินที่ติดต้นถั่วเหลืองฟุ้งกระจายไปบางส่วน ดังนั้น น้ำหนักรวมของต้นถั่วเหลืองจึงลดลงหลังทำการทดลองเล็กน้อย

4.4 ผลการทดสอบวัดความชื้นก่อนการนวดหลังการปรับปรุงชุดนวด

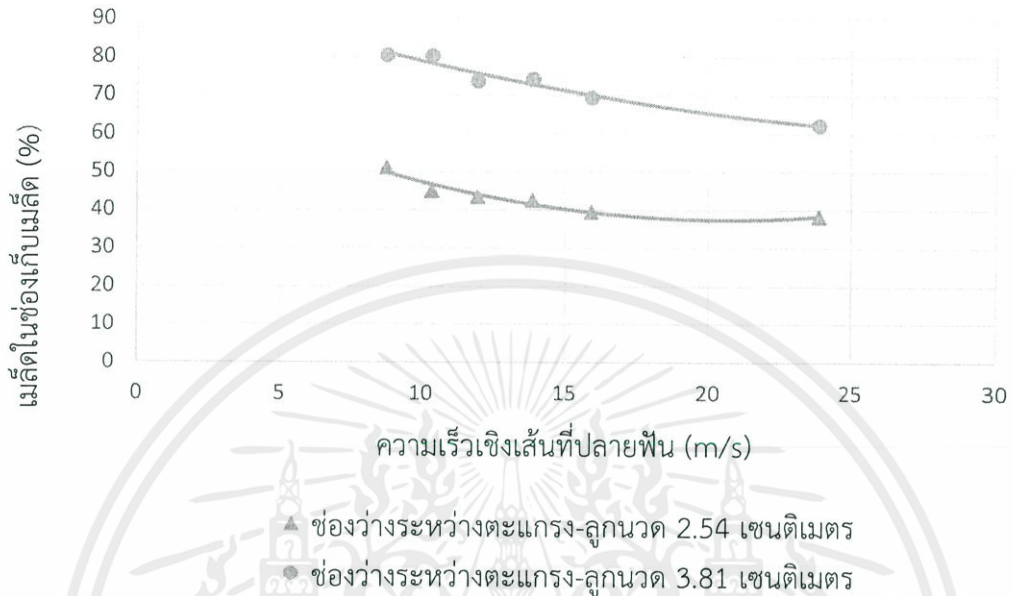
ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบสัดส่วนและความชื้นในส่วนต่างๆของต้นถั่วเหลือง

ส่วนประกอบของต้นถั่วเหลือง	สัดส่วนต่อต้น (%)	ความชื้น (%)
(1) ลำต้น	23.21±7.18 %	2.28±0.97 %
(2) กิ่ง	8.55±5.10 %	0.95±0.34 %
(3) เปลือกฝัก	28.16±3.67 %	1.94±0.30 %
(4) เมล็ด	40.08±5.00 %	3.19±0.64 %
(5) ต้นถั่วเหลือง	-	2.33±0.97 %

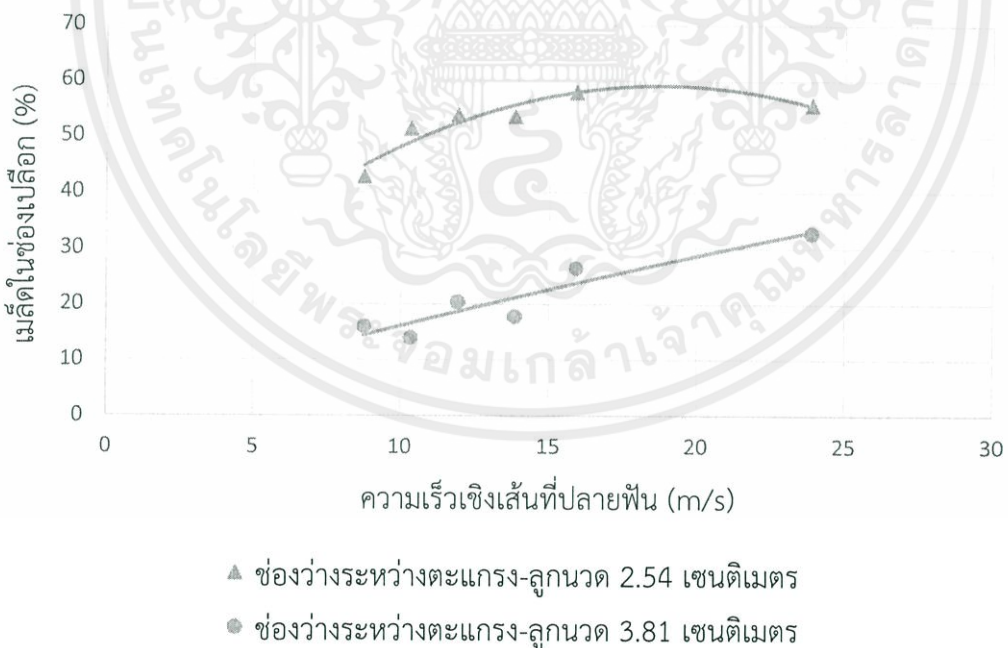
หมายเหตุ: ค่าสัดส่วนต่างๆต่อต้นนั้น ใช้ค่าเดิมที่ได้วัดแล้วก่อนการปรับปรุงชุดนวด

4.5 ผลการทดสอบสมรรถนะของชุดนวดหลังการปรับปรุงชุดนวด

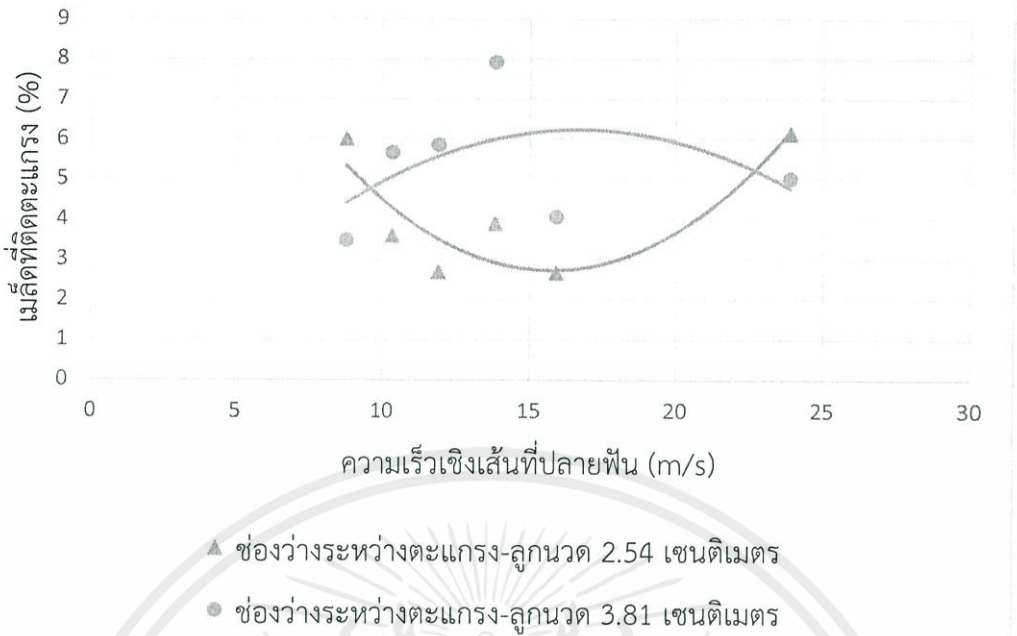
4.5.1 กราฟความสัมพันธ์ของปริมาณเมล็ดที่ช่องทางออกต่างๆกับความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกนวดที่ต่างกัน



กราฟที่ 4.1 ความสัมพันธ์ของปริมาณเมล็ดที่ช่องเก็บเมล็ดกับความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกนวดที่ต่างกัน



กราฟที่ 4.2 ความสัมพันธ์ของปริมาณเมล็ดที่ช่องเก็บเปลือกกับความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกนวดที่ต่างกัน



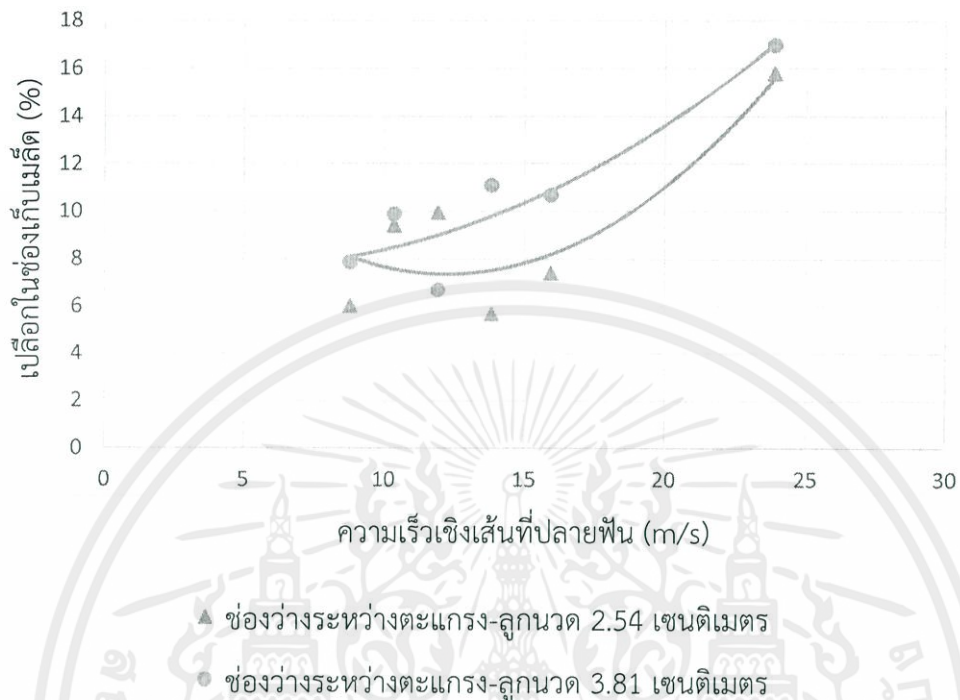
กราฟที่ 4.3 ความสัมพันธ์ของปริมาณเม็ล็ดที่ติดในเครื่องกับความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกนวดที่ต่างกัน

จากกราฟที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินกับเปอร์เซ็นต์เม็ล็ดในช่องเก็บเม็ล็ด พบว่าที่ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินต่ำ เปอร์เซ็นต์เม็ล็ดในช่องเก็บเม็ล็ดที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกนวด 3.81 เซนติเมตร จะมีเปอร์เซ็นต์เม็ล็ดสูงกว่าช่องว่าง 2.54 เซนติเมตร และเมื่อความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินเพิ่มขึ้น พบว่าเปอร์เซ็นต์เม็ล็ดในช่องเก็บเม็ล็ดมีค่าลดลง เพราะ เมื่อความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินเพิ่มส่งผลให้ต้นถั่วเหลืองที่ถูกนวดเคลื่อนที่ไปยังช่องเก็บเปลือกเร็วขึ้น ทำให้เม็ล็ดในช่องเก็บเม็ล็ดลดน้อยลง

จากกราฟที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินกับเม็ล็ดในช่องเก็บเปลือก พบว่าที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกนวดที่ 2.54 เซนติเมตร เมื่อความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินเพิ่มขึ้นเม็ล็ดในช่องเปลือกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแล้วลดลง ส่วนช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกนวดที่ 3.81 เซนติเมตร มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างคงที่เมื่อความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินเพิ่มขึ้น เพราะเมื่อความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินเพิ่มส่งผลให้ต้นถั่วเหลืองที่ถูกนวดเคลื่อนที่ไปยังช่องเก็บเปลือกเร็วขึ้น ทำให้เม็ล็ดบางส่วนถูกพาไปที่ช่องเก็บเปลือกมากขึ้น

จากกราฟที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินกับเม็ล็ดที่ติดตะแกรงที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกนวด 3.81 เซนติเมตร มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแล้วลดลงเมื่อความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินเพิ่มขึ้น ส่วนช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกนวดที่ 2.54 เซนติเมตร มีแนวโน้มลดลงแล้วเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินเพิ่มขึ้น หมายเหตุที่ค่าที่ได้ไม่คงที่ เป็นผลเนื่องมาจากสัดส่วนของต้นถั่วเหลืองแต่ละตัวอย่างที่นำมาทำการทดลองมีขนาดไม่เท่ากันซึ่งมีผลต่อการนวด เช่น ต้นถั่วเหลืองที่มีสัดส่วนเปลือก, กิ่งและลำต้นมากเมื่อนวดแล้วทำให้บางส่วนไปขวางการหลุดรอดของเม็ล็ดถั่วเหลืองทำให้เปอร์เซ็นต์ที่ติดตะแกรงนั้นมีค่าที่กว้างไปมาซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าเปอร์เซ็นต์เม็ล็ดที่ติดตะแกรงมีค่าน้อยมากซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องนวดเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

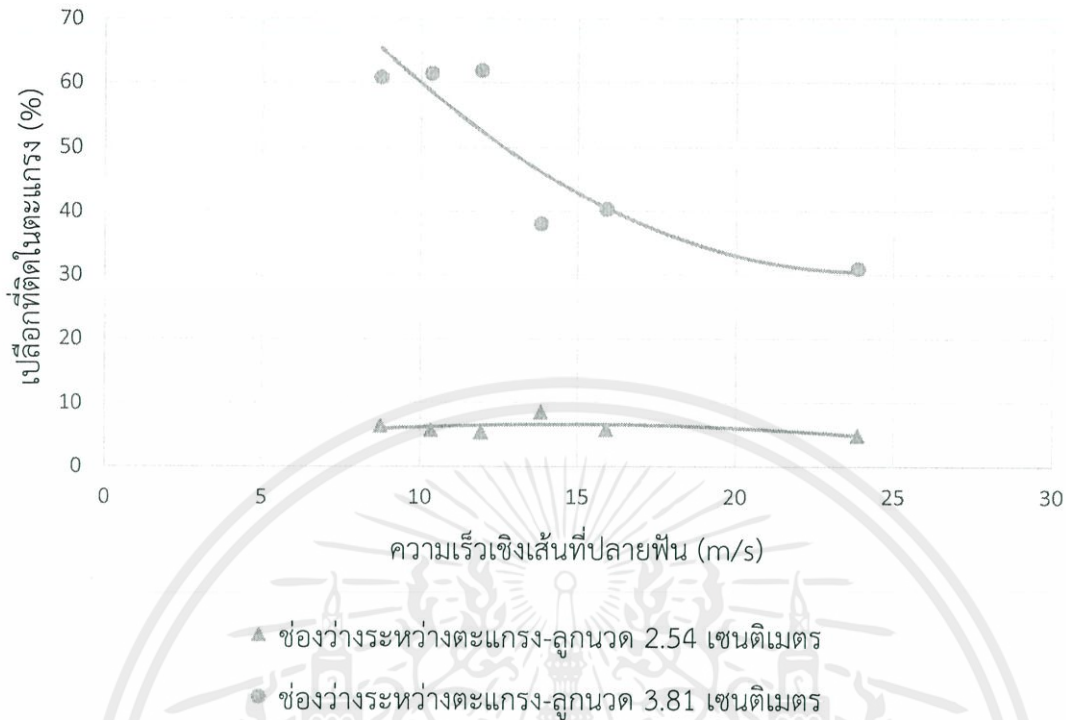
4.5.2 กราฟความสัมพันธ์ของปริมาณเปลือกที่ช่องทางออกต่างๆกับความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันทันที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาดที่ต่างกัน



กราฟที่ 4.4 ความสัมพันธ์ของปริมาณเปลือกที่ช่องเก็บเมล็ดกับความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันทันที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาดที่ต่างกัน



กราฟที่ 4.5 ความสัมพันธ์ของปริมาณเปลือกที่ช่องเก็บเปลือกกับความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันทันที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาดที่ต่างกัน



กราฟที่ 4.6 ความสัมพันธ์ของปริมาณเปลือกที่ติดในเครื่องกับความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาดที่ต่างกัน

จากกราฟที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินกับเปลือกในช่องเก็บเมล็ด ที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาดที่ 2.54 เซนติเมตร มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินเพิ่มขึ้น ส่วนช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาดที่ 3.81 เซนติเมตร มีแนวโน้มลดลงแล้วเพิ่มขึ้น เมื่อความเร็วเชิงเส้นเพิ่มขึ้น เพราะเมื่อความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินเพิ่มขึ้น ทำให้เปลือกที่ขนาดบางส่วนละเอียดสามารถหลุดรอดผ่านตะแกรงลงไปยังช่องเก็บเมล็ดเพิ่มขึ้น

จากกราฟที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินกับเปลือกในช่องเปลือก ที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาดที่ 2.54 เซนติเมตร มีแนวโน้มค่อยๆ ลดลงเมื่อความเร็วเชิงเส้นเพิ่มขึ้น ส่วนช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาดที่ 3.81 เซนติเมตร มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแล้วค่อยๆ ลดลงเมื่อความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินเพิ่ม เพราะที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาด 2.54 เซนติเมตร มีเปอร์เซ็นต์เปลือกที่ติดในช่องเปลือกมีค่าลดลง เป็นผลมาจากช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาดที่แคบ เมื่อความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินเพิ่มขึ้น ทำให้เปลือกที่ขนาดบางส่วนละเอียดสามารถหลุดรอดผ่านตะแกรงลงไปยังช่องเก็บเมล็ดเพิ่มขึ้น และที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาด 3.81 เซนติเมตร มีเปอร์เซ็นต์เปลือกที่ติดในช่องเปลือกมีค่าเพิ่มขึ้น เป็นผลมาจากช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาดที่กว้าง ทำให้มีเปลือกติดที่ตะแกรงมากที่ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินต่ำและเมื่อความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินเพิ่มขึ้นเปลือกที่ติดตะแกรงจะลดลง และจะไปออกช่องเก็บเปลือกมากขึ้น

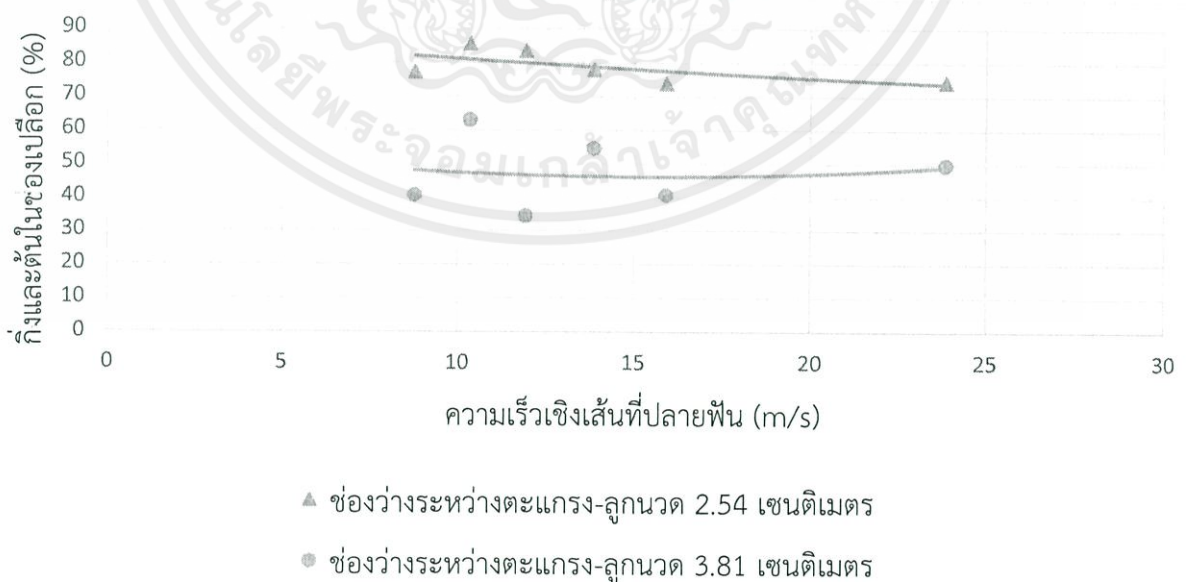
จากกราฟที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินกับเปลือกที่ติดในตะแกรง ที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาดที่ 2.54 เซนติเมตร มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแล้วลดลงเมื่อความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินเพิ่มขึ้น ส่วนช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาดที่ 3.81 เซนติเมตร มี

แนวโน้มลดลงเมื่อความเร็วเชิงเส้นเพิ่ม เพราะ ที่ช่องว่างระหว่างตะแกรง 2.54 เซนติเมตร มีเปอร์เซ็นต์เปลือกที่ติดตะแกรงลดลง เนื่องจากช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกนวดที่แคบ เมื่อความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันเพิ่มขึ้น ทำให้เปลือกที่นวดบางส่วนละเอียดสามารถหลุดรอดผ่านตะแกรงลงไปยังช่องเก็บเมล็ดและผ่านไปยังช่องเก็บเปลือกมากขึ้นและที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกนวด 3.81 เซนติเมตร มีเปอร์เซ็นต์เปลือกที่ติดตะแกรงมีค่าเพิ่มขึ้น เป็นผลมาจากช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกนวดที่กว้าง ทำให้มีเปลือกติดที่ตะแกรงมากที่ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันต่ำและเมื่อความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันเพิ่มขึ้น เปลือกที่ติดตะแกรงจะลดลง และจะไปออกช่องเก็บเปลือกมากขึ้น

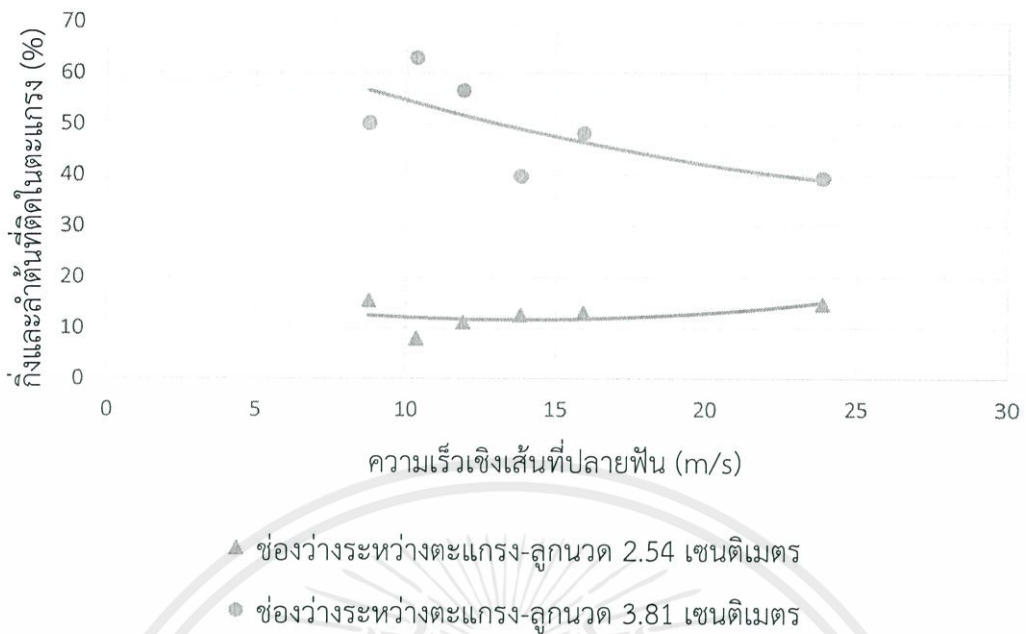
4.5.3 กราฟความสัมพันธ์ของปริมาณก้างและลำต้นที่ช่องทางออกต่างๆกับความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกนวดที่ต่างกัน



กราฟที่ 4.7 ความสัมพันธ์ของปริมาณก้างและลำต้นที่ช่องเก็บเมล็ดกับความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกนวดที่ต่างกัน



กราฟที่ 4.8 ความสัมพันธ์ของปริมาณก้างและลำต้นที่ช่องเก็บเปลือกกับความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกนวดที่ต่างกัน



กราฟที่ 4.9 ความสัมพันธ์ของปริมาณกึ่งและลำต้นที่ติดในเครื่องกับความเร็วจึงเส้นที่ปลายพินที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาดที่ต่างกัน

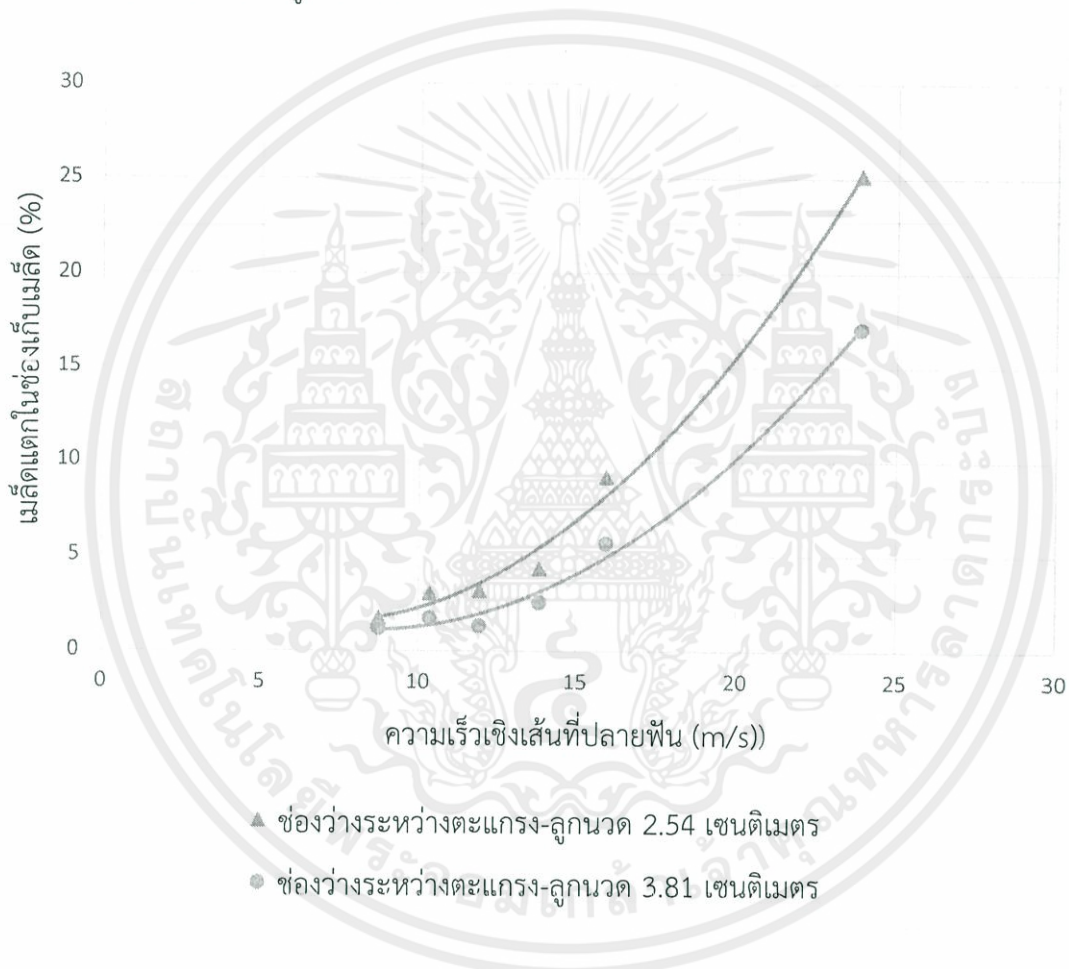
จากกราฟที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินกับกึ่งและลำต้นในช่องเก็บเมล็ด ที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาดที่ 2.54 เซนติเมตร มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและลดลงเมื่อความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินเพิ่ม ส่วนช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาดที่ 3.81 เซนติเมตร มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วเชิงเส้นเพิ่ม เพราะเมื่อความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินเพิ่มขึ้น ทำให้กึ่งและลำต้นถูกกวาดละเอียดขึ้น ทำให้มีบางส่วนสามารถหลุดรอดผ่านตะแกรงไปยังช่องเก็บเมล็ดเพิ่มขึ้น

จากกราฟที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินกับกึ่งและลำต้นในช่องเปลือก ที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาดที่ 2.54 เซนติเมตร มีแนวโน้มลดลงเมื่อความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินเพิ่ม ส่วนช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาดที่ 3.81 เซนติเมตร มีแนวโน้มลดลงแล้วเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินเพิ่ม เพราะ ที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาด 2.54 เซนติเมตรมีเปอร์เซ็นต์กึ่งและลำต้นที่ติดในช่องเปลือกมีค่าลดลง เป็นผลมาจากช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาดที่แคบ เมื่อความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินเพิ่มขึ้น ทำให้กึ่งและลำต้นที่ถูกกวาดบางส่วนละเอียดสามารถหลุดรอดผ่านตะแกรงลงไปยังช่องเก็บเมล็ดเพิ่มขึ้น ที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาด 3.81 เซนติเมตร เปอร์เซ็นต์กึ่งและลำต้นที่ติดในช่องเปลือกมีค่าเพิ่มขึ้น เป็นผลมาจากช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาดที่กว้าง เมื่อความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินเพิ่มขึ้น ทำให้กึ่งและลำต้นที่ถูกกวาดไม่ละเอียดจึงไม่สามารถหลุดรอดผ่านตะแกรงได้น้อย ส่งผลให้กึ่งและลำต้นถูกพาไปที่ช่องเก็บเปลือกมากขึ้น

จากกราฟที่ 4.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินกับกึ่งและลำต้นที่ติดในตะแกรง ที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาดที่ 2.54 เซนติเมตร มีแนวโน้มลดลงแล้วค่อยๆเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินเพิ่ม ส่วนช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาดที่ 3.81 เซนติเมตร มีแนวโน้มลดลงเมื่อความเร็วเชิงเส้นที่ปลายพินเพิ่ม เพราะ ที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกขนาด 2.54 เซนติเมตรมี

เปอร์เซ็นต์กึ่งและลำต้นที่ติดในตะแกรงมีค่าเพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกนวดที่แคบ เมื่อความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันเพิ่มขึ้นทำให้กึ่งและลำต้นที่ถูกนวดบางส่วนละเอียดแต่ก็ไม่สามารถหลุดรอดผ่านตะแกรงไปได้และที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกนวด 3.81 เซนติเมตร เปอร์เซ็นต์กึ่งและลำต้นที่ติดในตะแกรงมีค่าลดลง เป็นผลมาจากช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกนวดที่กว้าง เมื่อความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันเพิ่มขึ้นทำให้กึ่งและลำต้นที่ถูกนวดไม่ค่อยละเอียดจึงไม่สามารถหลุดรอดผ่านตะแกรงได้น้อยแต่จะถูกส่งต่อไปยังช่องเก็บเปลือกได้มากขึ้น

4.5.4 กราฟความสัมพันธ์ของปริมาณเมล็ดแตกในช่องเก็บเมล็ดกับความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกนวดที่ต่างกัน



กราฟที่ 4.10 กราฟความสัมพันธ์ของปริมาณเมล็ดแตกในช่องเก็บเมล็ดกับความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกนวดที่ต่างกัน

จากกราฟที่ 4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันกับเมล็ดแตกในช่องเก็บเมล็ด ที่ช่องว่างระหว่างตะแกรงกับลูกนวดที่ 2.54 และ 3.81 เซนติเมตร มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันเพิ่ม เพราะเมื่อความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันเพิ่มขึ้นทำให้เมล็ดถูกนวดแรงขึ้นส่งผลให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดแตกในช่องเก็บเมล็ดเพิ่มขึ้น

4.5.5 ความสามารถในการนวด (kg/hour)

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบความสามารถในการนวด

ระยะระหว่างช่องว่าง กับแผ่นโค้ง (mm)	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4	33.66	36.52	41.09	38.58	32.92	36.94
S.D.	3.73	7.62	8.68	2.91	6.96	4.51
38.1	30.96	37.29	31.43	37.62	34.20	39.11
S.D.	4.94	6.31	3.94	6.91	8.69	8.84

4.5.6 ประสิทธิภาพในการนวด (%) ในเชิงปริมาณเมล็ดที่ออกช่องเก็บเมล็ด

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการนวด

ระยะระหว่างช่องว่าง กับแผ่นโค้ง (mm)	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4	50.38	42.57	40.73	40.43	35.70	34.73
S.D.	4.53	4.39	5.60	1.80	2.84	3.21
38.1	67.79	69.21	63.21	69.21	58.23	48.83
S.D.	3.95	5.47	1.92	7.77	3.57	7.17

4.5.7 ประสิทธิภาพความสะอาด (%)

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบประสิทธิภาพความสะอาดของชุดนวด

ระยะระหว่างช่องว่าง กับแผ่นโค้ง (mm)	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4	51.19	44.97	43.47	42.56	39.45	38.22
S.D.	4.45	3.62	6.81	2.65	2.47	2.46
38.1	80.46	80.29	73.69	74.21	69.40	62.21
S.D.	2.86	4.85	2.62	2.87	3.74	6.24

4.6 ผลการวิเคราะห์การทดลองทางสถิติ

4.6.1 ความสามารถในการนวด

ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งได้ผลเป็นค่า Sig. > 0.05 สำหรับปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย A (ความแข็งเส้นที่ปลายฟัน) และ ปัจจัย B (ระยะระหว่างตะแกรงกับลูกนวด) แสดงว่ายอมรับ H_0 นั่นคือ ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย A กับ ปัจจัย B และมีค่า Sig. > 0.05 สำหรับตัวแปรอิสระทั้ง 2 ตัวแปร แสดงว่า ยอมรับ H_0 นั่นคือ ค่าเฉลี่ยความสามารถในการนวดที่ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน 6 ระดับและค่าเฉลี่ยความสามารถในการนวดที่ระยะระหว่างตะแกรงกับลูกนวด 2 ระยะ ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

4.6.2 ประสิทธิภาพในการนวด

ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งได้ผลเป็นค่า Sig. > 0.05 สำหรับปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย A (ความแข็งเส้นที่ปลายฟัน) และ ปัจจัย B (ระยะระหว่างตะแกรงกับลูกนวด) แสดงว่ายอมรับ H_0 นั่นคือ ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย A กับ ปัจจัย B และมีค่า Sig. < 0.05 สำหรับตัวแปรอิสระทั้ง 2 ตัวแปร แสดงว่า ปฏิเสธ H_0 นั่นคือ ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการนวดแตกต่างกันที่ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันอย่างน้อย 2 ระดับและค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการนวดแตกต่างกันที่ระยะระหว่างตะแกรงกับลูกนวดอย่างน้อย 2 ระยะ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 4.9 อิทธิพลของความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันต่อค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการนวด

จำนวนตัวอย่าง	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน (m/s)					
	8.75	10.43	11.93	13.84	15.91	23.86
10	65.826a	62.6310a	58.580b	58.384b	54.427c	50.210d

ในแถวเดียวกันตัวอักษรหลังค่าเฉลี่ยที่เหมือนกันแสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 4.10 อิทธิพลของระยะระหว่างตะแกรง-ลูกนวดต่อค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการนวด

จำนวนตัวอย่าง	ระยะระหว่างแผ่นโค้งกับลูกนวด (mm)	
	25.4	38.1
30	43.3086a	73.3785b

ในแถวเดียวกันตัวอักษรหลังค่าเฉลี่ยที่เหมือนกันแสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

4.6.3 ประสิทธิภาพความสะอาด

ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งได้ผลเป็นค่า Sig. < 0.05 สำหรับปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย A (ความแข็งเส้นที่ปลายฟัน) และ ปัจจัย B (ระยะระหว่างตะแกรงกับลูกนวด) แสดงว่า ปฏิเสธ H_0 นั่นคือ มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย A กับ ปัจจัย B จากการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน พบว่า ความแปรปรวนไม่เท่ากัน (Sig. < 0.05) ทดสอบสมมติฐานของ Main effect ด้วยวิธี การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ของปัจจัยที่ละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการเขียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 อิทธิพลของความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันต่อค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพความสะอาด

จำนวนตัวอย่าง	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน (m/s)					
	8.75	10.43	11.93	13.84	15.91	23.86
10	59.085a	55.892a	51.969ab	55.088a	46.967ab	41.782b

ในแถวเดียวกันตัวอักษรหลังค่าเฉลี่ยที่เหมือนกันแสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 4.12 อิทธิพลของระยะระหว่างตะแกรง-ลูกนวดต่อค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพความสะอาด

จำนวนตัวอย่าง	ระยะระหว่างแผ่นโค้งกับลูกนวด (mm)	
	25.4	38.1
30	40.7580a	62.8663b

ในแถวเดียวกันตัวอักษรหลังค่าเฉลี่ยที่เหมือนกันแสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สมบัติทางกายของต้นถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60

ส่วนที่หนึ่งของงานวิจัยนี้ได้ศึกษาสมบัติทางกายภาพของต้นถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 โดยสุ่มตัวอย่างในการทดลองจากต้นถั่วเหลืองจำนวน 70 กก. จากศูนย์เพิ่มผลผลิต โรงงานน้ำตาลพิมาย บริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด ทำโดยวัดการวัดสมบัติทางกายภาพของต้น การวัดสมบัติทางกายภาพของฝักและเมล็ด การหาสัดส่วนต่างๆของต้นถั่วเหลือง และการทดสอบหาความชื้นขององค์ประกอบและต้นถั่วเหลืองโดยใช้ตัวอย่าง 25, 100, 5 และ 5 ตัวอย่าง ตามลำดับ สมบัติทางกายภาพของต้น ได้แก่ ความกว้างสุด ความสูง น้ำหนักของต้นถั่วเหลือง ลำต้น กิ่งและฝัก จำนวนกิ่งและจำนวนฝักต่อต้น สมบัติทางกายภาพของฝักและเมล็ด ได้แก่ น้ำหนัก ความกว้าง ความยาว และความหนาของฝักและเมล็ดถั่วเหลือง สัดส่วนโดยน้ำหนักขององค์ประกอบต่างๆของต้นถั่วเหลือง ได้แก่ ลำต้น กิ่ง ฝัก และเมล็ด สรุปได้ว่าสมบัติที่สำคัญต่อการออกแบบชุดขนาด ได้แก่ ความกว้างที่สุด ความสูง น้ำหนักของต้นถั่วเหลือง สัดส่วนเมล็ดต่อต้น และความชื้น

5.2 ผลการออกแบบปรับปรุง สร้างและทดสอบชุดขนาดของเครื่องเกี่ยวขนาดถั่วเหลืองขนาดเล็ก

ส่วนที่สองได้ออกแบบปรับปรุงและสร้างชุดขนาดโดยคำนึงถึงสมบัติทางกายภาพของถั่วเหลือง โดยทำการปรับปรุง 1) ความยาวของลูกขนาดจากเดิม 27 เซนติเมตร เป็น 53 เซนติเมตร เพื่อเพิ่มเวลาในการการนวดถั่วเหลืองให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น 2) ปรับระยะห่างระหว่างฟันลูกขนาดกับตะแกรงโดยทดลองที่สองระยะ ได้แก่ 2.54 เซนติเมตรและ 3.81 เซนติเมตร ซึ่งจากการทดลองหาประสิทธิภาพของการนวดถั่วเหลือง พบว่าระยะห่างระหว่างตะแกรงกับฟันลูกขนาด ที่เหมาะสมคือ 3.81 เซนติเมตร และความเร็วเชิงเส้นที่เหมาะสม จากการทดลองหาประสิทธิภาพ โดยทดลองที่ 5 ความเร็ว ได้แก่ 8.75, 10.34, 11.93, 13.84, 15.91 และ 23.86 m/s พบว่าความเร็วที่มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ 10.34 m/s ซึ่งมีประสิทธิภาพในการนวด คือ 80.29 % และประสิทธิภาพความสะอาด คือ 69.21 % ที่ความชื้นของต้นถั่วเหลือง 2 %

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟันและระยะระหว่างแผ่นโค้งกับลูกขนาดมีผลต่อประสิทธิภาพในการนวดและประสิทธิภาพความสะอาด แต่ไม่มีผลต่อความสามารถในการนวด

5.3 ข้อเสนอแนะ

- 1) ระยะระหว่างตะแกรงกับลูกขนาดควรปรับระยะแคบ-กว้างได้
- 2) ควรติดอุปกรณ์วัดความเร็วรอบที่ชุดขนาด



ภาคผนวก ก.

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ก่อนการปรับปรุงชุดนวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.-1 สมบัติทางกายภาพของต้นถั่วเหลือง

ตัวอย่าง	กว้างสุด (cm)	ความสูง (cm)	น้ำหนักของต้น (g)	น้ำหนักของลำต้น (g)
1	9.50	50.00	42.02	17.07
2	11.00	55.00	43.59	13.50
3	10.00	76.00	33.88	13.07
4	11.00	69.00	51.08	10.72
5	7.00	61.00	18.06	6.23
6	10.00	73.00	39.75	9.03
7	17.00	83.00	107.53	18.95
8	14.00	53.00	65.09	20.55
9	10.00	56.00	40.84	9.08
10	14.00	69.00	62.84	9.49
11	6.50	48.00	62.47	5.77
12	12.00	70.00	24.20	15.18
13	18.00	60.00	44.81	12.72
14	7.00	62.00	159.26	5.37
15	11.00	87.00	47.32	11.53
16	13.00	66.00	42.41	5.64
17	14.00	49.00	30.90	3.99
18	7.00	61.00	45.07	11.60
19	10.00	60.00	20.20	4.18
20	8.00	65.00	24.31	7.76
21	10.00	81.00	26.63	9.02
22	13.00	72.00	40.51	11.90
23	8.00	75.00	45.91	7.08
24	10.00	69.00	42.89	7.85
25	5.00	55.00	16.68	3.14
Mean	10.64	65.00	47.13	10.02
S.D.	3.15	10.50	29.44	4.55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.-1 สมบัติทางกายภาพของต้นถั่วเหลือง (ต่อ)

ตัวอย่าง	น้ำหนักของกิ่ง (g)	จำนวนกิ่ง (กิ่ง)	น้ำหนักของฝัก (ฝัก)	จำนวนฝัก (ฝัก)
1	8.93	3	24.20	49
2	11.09	5	26.56	84
3	1.34	2	21.04	70
4	16.98	3	38.20	89
5	0.00	0	12.73	40
6	9.20	3	28.72	64
7	72.23	10	80.01	170
8	26.30	4	34.37	88
9	15.28	5	27.96	87
10	25.67	6	48.76	131
11	6.13	1	17.45	39
12	5.34	3	27.82	79
13	98.50	8	94.69	259
14	1.28	1	18.08	41
15	14.68	6	31.18	60
16	18.56	5	32.05	78
17	20.56	6	19.96	61
18	2.98	1	32.26	69
19	5.11	2	15.39	48
20	4.02	2	15.02	35
21	2.61	2	16.16	44
22	15.53	4	24.97	63
23	7.85	3	38.00	83
24	17.15	6	33.62	75
25	5.08	3	27.81	33
Mean	16.50	4	31.48	78
S.D.	21.92	2	18.60	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.-2 สมบัติทางกายภาพของฝัก

ตัวอย่าง	น้ำหนักของฝัก (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาว (cm)	ความหนา (cm)
1A	0.84	0.91	4.61	0.73
1B	0.65	0.81	4.71	0.66
1C	0.48	0.82	4.00	0.62
1D	0.59	0.94	4.03	0.68
2A	0.83	0.86	5.24	0.69
2B	0.80	0.93	4.80	0.65
2C	0.37	0.81	3.97	0.50
2D	0.62	0.89	4.85	0.64
3A	0.21	0.91	2.78	0.51
3B	0.34	0.81	3.73	0.56
3C	0.47	0.90	3.79	0.57
3D	0.45	0.94	3.65	0.65
4A	0.74	0.90	4.97	0.71
4B	0.23	0.94	2.99	0.54
4C	0.42	0.83	4.04	0.62
4D	0.44	0.99	4.09	0.59
5A	0.45	0.86	3.83	0.60
5B	0.51	0.92	4.47	0.54
5C	0.30	0.95	3.33	0.62
5D	0.12	0.77	3.39	0.40
6A	0.48	0.80	4.15	0.51
6B	0.17	0.87	3.14	0.45
6C	0.40	0.88	3.84	0.65
6D	0.30	0.86	3.30	0.53
7A	0.35	0.83	3.36	0.56
7B	0.73	0.87	4.93	0.71
7C	0.52	0.89	4.32	0.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.-2 สมบัติทางกายภาพของฝัก (ต่อ)

ตัวอย่าง	น้ำหนักของฝัก (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาว (cm)	ความหนา (cm)
7D	0.74	0.83	4.50	0.69
8A	0.68	0.98	4.76	0.67
8B	0.42	0.95	4.03	0.57
8C	0.44	0.95	3.67	0.65
8D	0.37	0.94	3.84	0.56
9A	0.50	0.85	4.47	0.54
9B	0.34	0.79	3.68	0.45
9C	0.36	0.70	3.51	0.55
9D	0.28	0.82	3.63	0.40
10A	0.59	0.74	4.23	0.43
10B	0.66	0.92	4.24	0.62
10C	0.64	0.90	4.00	0.61
10D	0.56	0.95	4.60	0.57
11A	0.44	0.77	3.61	0.63
11B	0.50	0.88	3.91	0.55
11C	0.33	0.80	3.40	0.47
11D	0.30	0.82	3.61	0.45
12A	0.23	0.90	3.10	0.49
12B	0.43	0.81	3.74	0.59
12C	0.70	0.91	5.10	0.60
12D	0.70	0.97	4.60	0.61
13A	0.60	1.00	3.95	0.60
13B	0.41	0.81	4.10	0.48
13C	0.22	0.94	3.06	0.52
13D	0.26	0.80	3.24	0.38
14A	0.49	0.79	4.06	0.51
14B	0.53	0.86	4.21	0.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.-2 สมบัติทางกายภาพของฝัก (ต่อ)

ตัวอย่าง	น้ำหนักองฝัก (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาว (cm)	ความหนา (cm)
14C	0.42	0.87	4.01	0.57
14D	0.22	0.92	2.50	0.48
15A	0.34	0.83	3.12	0.58
15B	0.54	0.97	4.13	0.45
15C	0.35	0.84	4.32	0.32
15D	0.76	0.94	4.60	0.58
16A	0.21	0.86	2.65	0.53
16B	0.37	0.78	3.55	0.55
16C	0.54	0.86	4.14	0.62
16D	0.22	0.88	3.11	0.42
17A	0.26	0.74	3.68	0.45
17B	0.31	0.90	3.62	0.49
17C	0.31	0.92	3.81	0.48
17D	0.44	0.89	4.00	0.62
18A	0.63	0.96	4.17	0.74
18B	0.43	0.93	3.92	0.54
18C	0.35	0.92	3.87	0.56
18D	0.73	0.94	4.66	0.69
19A	0.29	0.87	3.58	0.49
19B	0.31	0.89	3.86	0.45
19C	0.33	0.79	3.93	0.50
19D	0.21	0.85	4.09	0.37
20A	0.36	0.94	3.37	0.62
20B	0.50	0.88	3.95	0.69
20C	0.40	0.90	3.96	0.61
20D	0.53	1.01	4.21	0.68
21A	0.37	0.85	3.80	0.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.-2 สมบัติทางกายภาพของฝัก (ต่อ)

ตัวอย่าง	น้ำหนักของฝัก (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาว (cm)	ความหนา (cm)
21B	0.41	0.84	3.89	0.60
21C	0.49	0.81	4.08	0.66
21D	0.32	0.90	3.63	0.52
22A	0.23	0.94	2.49	0.57
22B	0.38	0.90	3.63	0.59
22C	0.36	0.90	3.70	0.55
22D	0.62	0.89	4.12	0.66
23A	0.33	0.98	3.12	0.68
23B	0.72	0.92	4.55	0.66
23C	0.52	0.91	4.15	0.66
23D	0.53	0.93	4.25	0.57
24A	0.38	0.88	3.49	0.61
24B	0.57	0.86	3.88	0.72
24C	0.28	0.83	3.62	0.57
24D	0.57	0.93	3.89	0.71
25A	0.44	0.91	3.83	0.60
25B	0.72	0.94	3.94	0.71
25C	0.25	1.02	3.19	0.60
25D	0.38	0.89	3.47	0.58
Mean	0.45	0.88	3.89	0.57
S.D.	0.17	0.06	0.55	0.09

ตาราง ก.-3 สมบัติทางกายภาพของเมล็ดถั่วเหลือง

ตัวอย่าง	มวลของเมล็ด (g)	เส้นผ่านศูนย์กลางของเมล็ด (cm)		
		a	b	c
1A	0.20	0.76	0.59	0.51
1B	0.20	0.68	0.52	0.64
1C	0.11	0.65	0.50	0.56
1D	0.19	0.81	0.56	0.63
2A	0.20	0.79	0.56	0.78
2B	0.11	0.77	0.57	0.70
2C	0.21	0.79	0.68	0.57
2D	0.17	0.77	0.65	0.54
3A	0.13	0.72	0.56	0.49
3B	0.11	0.66	0.56	0.47
3C	0.17	0.79	0.65	0.53
3D	0.16	0.73	0.65	0.52
4A	0.15	0.73	0.60	0.54
4B	0.14	0.71	0.60	0.51
4C	0.13	0.68	0.60	0.51
4D	0.13	0.75	0.62	0.48
5A	0.14	0.70	0.62	0.44
5B	0.08	0.72	0.47	0.37
5C	0.18	0.79	0.67	0.55
5D	0.04	0.63	0.46	0.30
6A	0.10	0.65	0.55	0.47
6B	0.09	0.68	0.52	0.39
6C	0.15	0.73	0.61	0.54
6D	0.09	0.67	0.53	0.43
7A	0.10	0.67	0.53	0.47
7B	0.17	0.75	0.64	0.55
7C	0.11	0.75	0.52	0.46
7D	0.17	0.78	0.63	0.54
8A	0.14	0.71	0.62	0.50

ตาราง ก.-3 สมบัติทางกายภาพของเมล็ดถั่วเหลือง (ต่อ)

ตัวอย่าง	มวลของเมล็ด (g)	เส้นผ่านศูนย์กลางของเมล็ด (cm)		
		a	b	c
8B	0.12	0.70	0.56	0.48
8C	0.14	0.73	0.62	0.54
8D	0.11	0.65	0.59	0.45
9A	0.09	0.60	0.53	0.42
9B	0.09	0.52	0.49	0.41
9C	0.08	0.57	0.49	0.41
9D	0.10	0.63	0.56	0.45
10A	0.14	0.67	0.64	0.51
10B	0.13	0.68	0.59	0.50
10C	0.15	0.71	0.63	0.50
10D	0.12	0.67	0.57	0.48
11A	0.15	0.68	0.63	0.50
11B	0.17	0.72	0.66	0.55
11C	0.11	0.66	0.56	0.47
11D	0.10	0.60	0.56	0.43
12A	0.11	0.68	0.56	0.45
12B	0.15	0.73	0.58	0.50
12C	0.14	0.64	0.60	0.51
12D	0.13	0.68	0.60	0.50
13A	0.19	0.80	0.69	0.57
13B	0.09	0.61	0.55	0.43
13C	0.13	0.72	0.61	0.48
13D	0.09	0.60	0.57	0.41
14A	0.10	0.66	0.57	0.45
14B	0.10	0.65	0.57	0.47
14C	0.12	0.65	0.59	0.48
14D	0.12	0.70	0.58	0.45
15A	0.10	0.60	0.50	0.46
15B	0.12	0.63	0.57	0.44

ตาราง ก.-3 สมบัติทางกายภาพของเมล็ดถั่วเหลือง (ต่อ)

ตัวอย่าง	มวลของเมล็ด (g)	เส้นผ่านศูนย์กลางของเมล็ด (cm)		
		a	b	c
15C	0.10	0.63	0.55	0.41
15D	0.16	0.76	0.63	0.50
16A	0.13	0.71	0.58	0.47
16B	0.12	0.64	0.60	0.47
16C	0.12	0.66	0.62	0.45
16D	0.06	0.59	0.46	0.32
17A	0.08	0.68	0.50	0.39
17B	0.10	0.65	0.55	0.45
17C	0.09	0.63	0.53	0.39
17D	0.13	0.71	0.61	0.51
18A	0.21	0.83	0.66	0.57
18B	0.14	0.73	0.62	0.50
18C	0.11	0.76	0.56	0.42
18D	0.15	0.76	0.64	0.52
19A	0.09	0.60	0.54	0.43
19B	0.09	0.63	0.55	0.41
19C	0.10	0.64	0.58	0.45
19D	0.06	0.53	0.49	0.34
20A	0.16	0.75	0.63	0.55
20B	0.16	0.74	0.61	0.55
20C	0.13	0.74	0.54	0.43
20D	0.16	0.73	0.64	0.55
21A	0.12	0.71	0.61	0.48
21B	0.12	0.68	0.61	0.47
21C	0.14	0.76	0.60	0.53
21D	0.15	0.72	0.64	0.53
22A	0.15	0.72	0.62	0.54
22B	0.13	0.67	0.58	0.50
22C	0.13	0.70	0.57	0.48

ตาราง ก.-3 สมบัติทางกายภาพของเมล็ดถั่วเหลือง (ต่อ)

ตัวอย่าง	มวลของเมล็ด (g)	เส้นผ่านศูนย์กลางของเมล็ด (cm)		
		a	b	c
22D	0.17	0.70	0.66	0.57
23A	0.20	0.80	0.69	0.55
23B	0.15	0.72	0.62	0.55
23C	0.17	0.73	0.61	0.55
23D	0.13	0.65	0.63	0.48
24A	0.13	0.70	0.60	0.50
24B	0.19	0.76	0.66	0.51
24C	0.08	0.64	0.51	0.41
24D	0.19	0.77	0.66	0.56
25A	0.14	0.84	0.54	0.51
25B	0.16	0.74	0.65	0.54
25C	0.19	0.76	0.67	0.59
25D	0.11	0.67	0.56	0.47
Mean	0.13	0.70	0.59	0.49
S.D.	0.04	0.06	0.05	0.07

ตาราง ก.-4 มวลของต่างๆของต้นถั่วเหลือง

ต้นที่	มวลทั้งต้น (g)	มวลลำต้น (g)	มวลกิ่ง (g)	มวลเปลือก(g)	มวลเมล็ด (g)
1	44.20	12.93	1.73	11.94	17.60
2	36.05	11.74	1.36	8.94	14.01
3	64.72	10.80	9.93	19.09	24.90
4	43.04	7.93	3.27	11.02	20.82
5	37.22	7.11	4.51	12.62	12.98

ตาราง ก.-5 มวลของส่วนต่างๆ ขณะอบที่เวลาใดๆ

ตัว	ส่วนของตัว	มวลเริ่มต้น (g)	มวลหลังอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา			
			24 hr.	30 hr.	48 hr.	56 hr.
1	ลำต้น	3.7400	3.4578	3.4431	3.4350	3.4328
	กิ่ง	1.5412	1.4554	1.4509	1.4449	1.4441
	เปลือก	4.2060	3.8893	3.8790	3.8674	3.8666
	เมล็ด	10.0262	9.1115	9.1012	9.0909	9.0904
2	ลำต้น	3.4012	3.2049	3.1956	3.1752	3.1736
	กิ่ง	3.5719	3.4828	3.4775	3.4650	3.4627
	เปลือก	7.1984	6.7034	6.6932	6.6780	6.6742
	เมล็ด	11.8402	10.7467	10.7357	10.7186	10.7166
3	ลำต้น	5.4385	5.0594	5.0512	5.0153	5.0126
	กิ่ง	5.4195	5.1491	5.1236	5.1082	5.1071
	เปลือก	6.6050	5.9655	5.9561	5.9275	5.9262
	เมล็ด	14.9998	13.6183	13.6065	13.5797	13.5789
4	ลำต้น	5.1893	4.8004	4.7913	4.7548	4.7504
	กิ่ง	2.5395	2.2647	2.2561	2.2265	2.2248
	เปลือก	5.8480	5.2067	5.1960	5.1676	5.1670
	เมล็ด	14.4384	13.0632	13.0489	13.0271	13.0239
5	ลำต้น	5.7975	5.4338	5.4262	5.3896	5.3877
	กิ่ง	6.4182	6.1202	6.1159	6.0863	6.0853
	เปลือก	6.2105	5.6334	5.5940	5.5839	5.5637
	เมล็ด	9.4662	8.6843	8.6801	8.6624	8.6565

ตาราง ก.-5 มวลของส่วนต่างๆ ขณะอบที่เวลาใดๆ (ต่อ)

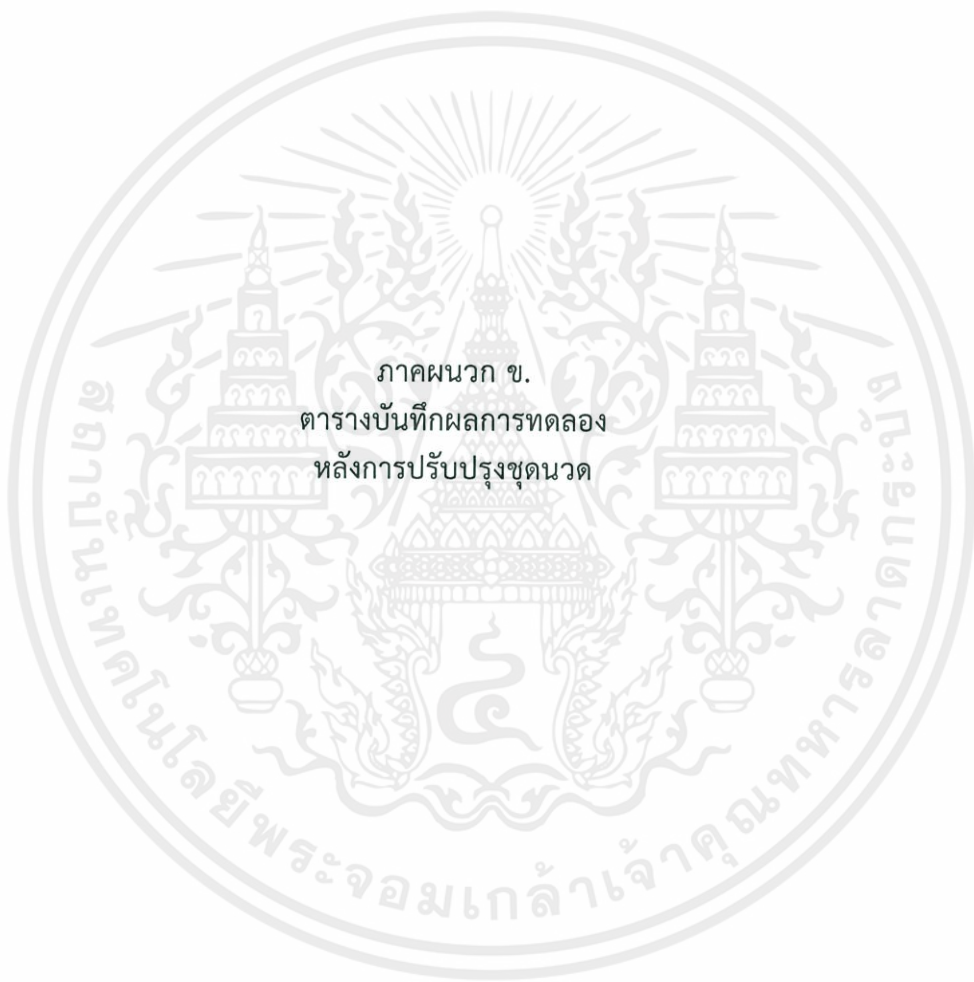
ชั้น	ส่วนของชั้น	มวลหลังอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา				
		80 hr.	86 hr.	98 hr.	104 hr.	128 hr.
1	ลำต้น	3.4258	3.4253	3.4244	3.4128	3.4100
	กิ่ง	1.4415	1.4408	1.4394	1.4364	1.4357
	เปลือก	3.8647	3.8627	3.8624	3.8568	3.8539
	เมล็ด	9.0898	9.0848	9.0847	9.0797	9.0766
2	ลำต้น	3.1710	3.1700	3.1647	3.1492	3.1480
	กิ่ง	3.4622	3.4607	3.4564	3.4471	3.4465
	เปลือก	6.6740	6.6697	6.6678	6.6474	6.6417
	เมล็ด	10.7125	10.7120	10.7118	10.7059	10.7034
3	ลำต้น	5.0102	5.0073	5.0062	5.0042	5.0000
	กิ่ง	5.0955	5.0920	5.0880	5.0855	5.0838
	เปลือก	5.9215	5.9198	5.9177	5.9149	5.9133
	เมล็ด	13.5775	13.5755	13.5713	13.5701	13.5685
4	ลำต้น	4.7429	4.7422	4.7406	4.7352	4.7320
	กิ่ง	2.2210	2.2206	2.2191	2.2076	2.2069
	เปลือก	5.1623	5.1621	5.1619	5.1579	5.1564
	เมล็ด	13.0197	13.0170	13.0155	13.0109	13.0053
5	ลำต้น	5.3762	5.3757	5.3722	5.3714	5.3705
	กิ่ง	6.0789	6.0788	6.0726	6.0594	6.0577
	เปลือก	5.5311	5.5272	5.5246	5.5223	5.5219
	เมล็ด	8.6536	8.6535	8.6512	8.6501	8.6447

ตาราง ก.-6 มวลของต้นถั่วเหลืองที่ออกจากชุดขนาดในช่องต่างๆ

มวลของช่องที่นำเมล็ดไปใช้ (g)			เวลาที่ใช้ (sec.)
กิ่งและต้น	เปลือก	เมล็ด	
12.35	21.61	58.45	28
25.78	26.86	55.57	22
13.91	24.53	58.79	20

ตาราง ก.-6 มวลของต้นถั่วเหลืองที่ออกจากชุดขนาดในช่องต่างๆ (ต่อ)

ตัวอย่าง	มวลเริ่มต้น (g)	มวลของช่องที่ทิ้งเศษ (g)			มวลที่ติดในเครื่อง (g)
		กิ่งและต้น	เปลือก	เมล็ด	
1	169.33	17.90	21.34	10.74	22.90
2	167.74	7.65	20.71	10.28	18.51
3	169.17	10.08	24.16	10.83	24.24



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.-1 มวลส่วนต่างๆ ของต้นถั่วเหลือง ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ที่เวลาใดๆ

ต้นที่	ส่วนของต้น	มวลเริ่มต้น (กรัม)	มวลหลังอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จากการอบ เป็นเวลา		
			24 ชม.	30 ชม.	48 ชม.
1	ลำต้น	58.1862	57.2804	57.2545	57.2070
	กิ่ง	48.1553	47.9366	47.9525	47.9495
	เปลือก	52.9920	52.2692	52.2291	52.1863
	เมล็ด	60.4043	58.8913	58.9315	58.7839
2	ลำต้น	50.7490	50.2563	50.2717	50.2285
	กิ่ง	49.1477	48.8535	48.8945	48.8365
	เปลือก	63.0410	62.1179	62.2247	62.1679
	เมล็ด	59.3794	58.1699	58.1820	58.0928
3	ลำต้น	50.4006	49.9928	50.0074	49.9553
	กิ่ง	48.4171	48.0433	48.0814	48.0180
	เปลือก	52.1878	51.2215	51.2580	51.1876
	เมล็ด	64.7757	63.2415	63.3632	63.1852
4	ลำต้น	51.8485	51.5117	51.5572	51.4315
	กิ่ง	50.0302	49.3365	49.4548	49.3116
	เปลือก	54.3843	53.4825	53.4952	53.3945
	เมล็ด	65.9654	64.3160	64.3930	64.2520
5	ลำต้น	49.2025	45.0672	45.0890	45.0190
	กิ่ง	48.7344	48.7286	48.7287	48.6433
	เปลือก	53.8118	52.9022	52.9487	52.8762
	เมล็ด	67.1445	65.0004	65.0196	64.9040
6	ลำต้น	47.7759	47.4279	47.4434	47.3378
	กิ่ง	49.2803	48.7310	48.8134	48.7146
	เปลือก	53.0098	52.0643	52.0724	52.0291
	เมล็ด	65.4982	63.4430	63.4490	63.0829
7	ลำต้น	48.2612	47.8553	47.9460	47.8512
	กิ่ง	58.1354	57.6682	57.7864	57.6621
	เปลือก	54.4119	53.1847	53.2485	53.1627
	เมล็ด	65.4582	63.6192	63.6724	63.5620

ตาราง ข.-1 มวลส่วนต่างๆ ของต้นถั่วเหลือง ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ที่เวลาใดๆ (ต่อ)

ต้นที่	ส่วนของต้น	มวลเริ่มต้น (กรัม)	มวลหลังอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จากการอบ เป็นเวลา		
			54 ชม.	72 ชม.	78 ชม.
1	ลำต้น	58.1862	57.2433	57.2599	57.2823
	กิ่ง	48.1553	47.9062	47.9203	47.9246
	เปลือก	52.9920	52.1823	52.2072	52.2031
	เมล็ด	60.4043	58.7723	58.7645	58.7669
2	ลำต้น	50.7490	50.2136	50.2246	50.279
	กิ่ง	49.1477	48.8486	48.8579	48.8794
	เปลือก	63.0410	62.2006	62.2095	62.1932
	เมล็ด	59.3794	58.0971	58.0715	58.0623
3	ลำต้น	50.4006	50.2136	49.9859	50.0019
	กิ่ง	48.4171	48.8486	48.0420	48.0546
	เปลือก	52.1878	51.2740	51.2837	51.2469
	เมล็ด	64.7757	63.1968	63.2611	63.252
4	ลำต้น	51.8485	51.5082	51.5404	51.5299
	กิ่ง	50.0302	49.4674	49.4188	49.4386
	เปลือก	54.3843	53.3581	53.3365	53.3253
	เมล็ด	65.9654	64.2937	64.3247	64.3387
5	ลำต้น	49.2025	45.0838	45.0916	45.1112
	กิ่ง	48.7344	48.7073	48.7363	48.6862
	เปลือก	53.8118	52.9353	52.9219	52.9272
	เมล็ด	67.1445	64.9759	65.0321	64.9795
6	ลำต้น	47.7759	47.3997	47.4145	47.4598
	กิ่ง	49.2803	48.7240	48.7920	48.8494
	เปลือก	53.0098	52.0181	52.0744	52.0794
	เมล็ด	65.4982	63.3729	63.3014	63.3014
7	ลำต้น	48.2612	47.8734	47.9632	47.9799
	กิ่ง	58.1354	57.6745	57.6620	57.7837
	เปลือก	54.4119	53.1684	53.2226	53.2508
	เมล็ด	65.4582	63.5652	63.5832	63.6106

ตาราง ข.-1 มวลส่วนต่างๆ ของต้นถั่วเหลือง ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ที่เวลาใดๆ (ต่อ)

ต้นที่	ส่วนของต้น	มวลเริ่มต้น (g)	มวลหลังอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จากการอบเป็นเวลา		
			96 ชม.	102 ชม.	120 ชม.
1	ลำต้น	58.1862	57.1038	57.0955	57.0945
	กิ่ง	48.1553	47.8421	47.8394	47.8340
	เปลือก	52.9920	52.1147	52.1092	52.1086
	เมล็ด	60.4043	58.6628	58.6577	58.6321
2	ลำต้น	50.7490	50.0169	50.0155	50.0087
	กิ่ง	49.1477	48.7831	48.7688	48.7400
	เปลือก	63.0410	62.1215	62.1097	62.1030
	เมล็ด	59.3794	57.9475	57.9250	57.9020
3	ลำต้น	50.4006	49.8213	49.8213	49.8204
	กิ่ง	48.4171	47.9143	47.9018	47.9012
	เปลือก	52.1878	51.8417	51.1509	51.1350
	เมล็ด	64.7757	63.0318	63.0008	62.9795
4	ลำต้น	51.8485	51.3875	51.3609	51.3600
	กิ่ง	50.0302	49.2725	49.2725	49.2722
	เปลือก	54.3843	53.1979	53.1879	53.1766
	เมล็ด	65.9654	64.1527	64.1257	64.1123
5	ลำต้น	49.2025	44.9771	44.9771	44.9747
	กิ่ง	48.7344	48.4938	48.4830	48.4830
	เปลือก	53.8118	52.8160	52.8072	52.8072
	เมล็ด	67.1445	64.2929	64.2842	64.2177
6	ลำต้น	47.7759	47.2896	47.2810	47.2810
	กิ่ง	49.2803	48.8617	48.6937	48.6833
	เปลือก	53.0098	51.9746	51.9732	51.9724
	เมล็ด	65.4982	63.1317	63.1161	63.0944
7	ลำต้น	48.2612	47.8163	47.8131	47.8123
	กิ่ง	58.1354	57.6303	57.6166	57.6158
	เปลือก	54.4119	53.1485	53.1329	53.1329
	เมล็ด	65.4582	63.4361	63.4070	63.3991

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.-1 มวลส่วนต่างๆ ของต้นถั่วเหลือง ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ที่เวลาใดๆ (ต่อ)

ต้นที่	ส่วนของต้น	มวลเริ่มต้น (g)	มวลหลังอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จากการอบเป็นเวลา	
			126 ชม.	144 ชม.
1	ลำต้น	58.1862	57.0943	57.0948
	กิ่ง	48.1553	47.8297	47.8258
	เปลือก	52.9920	52.0968	52.0999
	เมล็ด	60.4043	58.6193	58.6101
2	ลำต้น	50.7490	50.0089	50.0109
	กิ่ง	49.1477	48.7458	48.7473
	เปลือก	63.0410	62.1031	62.1117
	เมล็ด	59.3794	57.9006	57.8994
3	ลำต้น	50.4006	49.8225	49.8212
	กิ่ง	48.4171	47.9021	47.9100
	เปลือก	52.1878	51.1354	51.1258
	เมล็ด	64.7757	62.9799	62.9730
4	ลำต้น	51.8485	51.3497	51.3501
	กิ่ง	50.0302	49.2693	49.2673
	เปลือก	54.3843	53.1659	53.1663
	เมล็ด	65.9654	64.1110	64.0731
5	ลำต้น	49.2025	44.9749	44.9813
	กิ่ง	48.7344	48.4824	48.4901
	เปลือก	53.8118	52.8037	52.8082
	เมล็ด	67.1445	64.2132	64.2136
6	ลำต้น	47.7759	47.2812	47.2829
	กิ่ง	49.2803	48.6747	48.6809
	เปลือก	53.0098	51.9735	51.9972
	เมล็ด	65.4982	63.0860	63.0691
7	ลำต้น	48.2612	47.8110	47.8163
	กิ่ง	58.1354	57.6191	57.6495
	เปลือก	54.4119	53.1321	53.1323
	เมล็ด	65.4582	63.3907	63.3943

ตาราง ข.-2 มวลของต้นถั่วเหลืองก่อนการนวด (กรัม)

ระยะระหว่าง ตะแกรงกับลูกนวด	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4 mm	218.88	224.20	219.56	209.15	224.33	180.90
	177.43	244.59	248.28	223.51	206.20	218.55
	254.71	156.91	177.26	211.45	154.90	246.15
	241.89	253.40	294.89	197.08	143.33	185.31
	232.51	210.03	203.42	236.80	167.51	167.75
เฉลี่ย	225.08	217.83	228.68	215.60	179.25	199.73
S.D.	29.68	38.06	45.09	15.11	34.57	31.99
38.1 mm	219.4	228.59	206.20	233.90	145.59	234.45
	184.66	273.47	181.70	235.75	205.32	290.06
	229.24	247.71	169.04	230.18	174.40	251.34
	157.02	192.05	237.64	266.20	202.37	216.24
	222.91	242.03	192.95	170.89	272.05	162.11
เฉลี่ย	202.65	236.77	197.51	227.38	199.95	230.84
S.D.	30.84	29.84	26.30	34.71	47.01	47.11

ตาราง ข.-3 มวลของต้นถั่วเหลืองหลังการนวด (กรัม)

ระยะระหว่าง ตะแกรงกับลูกนวด	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4 mm	210.33	220.09	219.94	207.74	216.36	178.16
	173.22	240.94	244.39	220.23	193.77	214.61
	253.49	150.10	177.56	202.37	156.97	244.55
	242.55	247.33	289.05	192.56	141.53	182.20
	227.63	206.21	202.88	233.65	157.91	178.98
เฉลี่ย	221.44	212.93	226.76	211.31	173.31	199.70
S.D.	31.46	38.77	42.51	15.99	30.77	29.30
38.1 mm	222.76	227.25	203.23	227.63	142.59	225.03
	182.55	239.52	178.98	231.87	213.68	273.03
	227.90	244.02	164.36	224.72	176.22	240.66
	166.98	190.66	236.45	257.06	200.10	212.10
	219.51	238.13	190.56	173.83	259.84	160.51
เฉลี่ย	203.94	227.92	194.72	223.02	198.49	222.27
S.D.	27.36	21.72	27.39	30.33	43.64	41.35

ตาราง ข.-4 มวลของเมล็ดถั่วเหลืองทั้งหมด (กรัม)

ระยะระหว่าง ตะแกรงกับลูกขนาด	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4 mm	76.75	86.00	90.59	80.24	86.19	68.76
	68.87	104.60	96.98	92.04	82.04	70.38
	100.61	55.19	73.26	79.97	66.40	92.28
	99.63	105.45	121.77	77.75	57.31	72.40
	86.89	87.64	100.17	93.62	62.01	67.21
เฉลี่ย	86.55	87.78	96.55	84.72	70.79	74.21
S.D.	13.94	20.37	17.52	7.48	12.67	10.29
38.1 mm	91.89	87.66	86.51	90.42	54.66	88.24
	74.70	99.68	72.07	87.83	84.96	106.86
	90.64	94.54	67.53	87.72	71.40	102.07
	61.13	78.45	94.96	102.38	90.18	88.36
	90.91	105.89	78.05	66.88	110.98	64.31
เฉลี่ย	81.85	93.24	79.82	87.05	82.44	89.97
S.D.	13.61	10.64	11.05	12.79	21.06	16.55

ตาราง ข.-5 มวลของเปลือกถั่วเหลืองทั้งหมด (กรัม)

ระยะระหว่าง ตะแกรงกับลูกขนาด	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4 mm	60.00	78.59	72.15	71.24	59.59	48.68
	45.22	76.00	73.30	61.17	50.37	73.23
	68.53	49.04	47.31	57.19	46.84	72.68
	66.29	64.04	77.11	49.56	38.01	45.65
	66.32	57.49	54.81	57.50	38.27	48.78
เฉลี่ย	61.27	65.03	64.94	59.33	46.62	57.80
S.D.	9.52	12.43	13.07	7.88	9.03	13.89
38.1 mm	53.31	65.69	53.83	72.84	44.91	73.42
	55.04	74.19	51.30	75.01	60.57	98.21
	67.58	74.67	51.09	66.85	48.51	76.50
	44.54	51.55	67.34	59.67	52.33	61.17
	60.35	65.75	56.83	44.21	77.08	45.82
เฉลี่ย	56.16	66.37	56.08	63.72	56.68	71.02
S.D.	8.55	9.36	6.71	12.42	12.80	19.41

ตาราง ข.-6 มวลของกิ้งและลำต้นถั่วเหลืองทั้งหมด (กรัม)

ระยะระหว่าง ตะแกรงกับลูกขนาด	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4 mm	73.58	55.50	57.20	56.26	70.58	60.72
	59.13	60.34	74.11	67.02	61.36	71.00
	84.35	45.87	56.99	65.21	43.73	79.59
	76.63	77.84	90.17	65.25	46.21	64.15
	74.42	61.08	47.90	82.53	57.63	62.99
เฉลี่ย	73.62	60.13	65.27	67.25	55.90	67.69
S.D.	9.15	11.61	16.83	9.25	11.07	7.68
38.1 mm	77.56	73.90	62.89	64.37	43.02	63.37
	52.81	65.65	55.61	69.03	68.15	67.96
	69.68	74.81	45.74	70.15	56.31	62.09
	61.31	60.66	74.15	95.01	57.59	62.57
	68.25	66.49	55.68	62.74	71.78	50.38
เฉลี่ย	65.92	68.30	58.81	72.26	59.37	61.27
S.D.	9.33	5.97	10.52	13.09	11.30	6.52

ตาราง ข.-7 มวลของเมล็ดถั่วเหลืองที่ช่องเก็บเมล็ด (กรัม)

ระยะระหว่าง ตะแกรงกับลูกขนาด	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4 mm	39.03	37.75	43.91	36.19	36.14	28.17
	31.33	44.50	30.71	36.71	29.69	26.30
	49.05	25.98	33.86	36.55	27.52	31.81
	53.71	52.86	53.42	31.90	22.94	28.55
	49.48	36.10	47.22	38.47	23.35	26.08
เฉลี่ย	44.52	39.44	41.82	35.96	27.93	28.18
S.D.	9.13	10.01	9.42	2.44	5.40	2.31
38.1 mm	72.17	69.29	60.24	68.38	34.71	46.69
	62.01	84.81	53.09	61.11	58.95	65.78
	76.24	69.70	51.95	64.30	49.16	62.01
	47.80	61.58	70.60	77.81	65.51	60.74
	71.33	90.14	57.65	51.19	80.61	43.15
เฉลี่ย	65.91	75.10	58.71	64.56	57.79	55.67
S.D.	11.38	11.90	7.45	9.76	17.24	10.07

ตาราง ข.-8 มวลของเมล็ดถั่วเหลืองที่ช่องเก็บเปลือก (กรัม)

ระยะระหว่าง ตะแกรงกับลูกนวด	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4 mm	26.82	44.70	43.88	39.25	45.42	37.41
	33.52	59.40	59.79	52.40	50.54	41.77
	48.91	23.45	38.06	41.86	37.55	59.80
	40.63	51.64	67.47	41.00	33.19	41.40
	35.64	49.91	51.81	53.16	37.61	28.61
เฉลี่ย	37.10	45.82	52.20	45.53	40.86	41.80
S.D.	8.25	13.57	11.83	6.69	6.68	11.37
38.1 mm	17.02	7.17	19.40	12.18	16.30	38.68
	10.33	12.54	12.96	15.03	22.77	30.93
	13.58	18.34	12.19	13.14	20.46	36.89
	10.80	12.94	18.95	22.38	20.36	24.82
	13.87	14.32	18.63	14.67	27.54	17.27
เฉลี่ย	13.12	13.06	16.43	15.48	21.49	29.72
S.D.	2.70	4.01	3.54	4.03	4.11	8.83

ตาราง ข.-9 มวลของเมล็ดถั่วเหลืองที่ติดในเครื่อง (กรัม)

ระยะระหว่าง ตะแกรงกับลูกนวด	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4 mm	10.90	3.55	2.80	4.80	4.63	3.18
	4.02	0.70	6.48	2.93	1.81	2.31
	2.65	5.76	1.34	1.56	1.33	0.67
	5.29	0.95	0.88	4.85	1.18	2.45
	1.77	1.63	1.14	1.99	1.05	12.52
เฉลี่ย	4.93	2.52	2.53	3.23	2.00	4.23
S.D.	3.60	2.13	2.33	1.54	1.50	4.73
38.1 mm	2.70	11.20	6.87	9.86	3.65	2.87
	2.36	2.33	6.02	11.69	3.24	10.15
	0.82	6.50	3.39	10.28	1.78	3.17
	2.53	3.93	5.41	2.19	4.31	2.80
	5.71	1.43	1.77	1.02	2.83	3.89
เฉลี่ย	2.82	5.08	4.69	7.01	3.16	4.58
S.D.	1.78	3.93	2.08	5.00	0.95	3.15

ตาราง ข.-10 มวลของเปลือกถั่วเหลืองที่ช่องเก็บเมล็ด (กรัม)

ระยะระหว่าง ตะแกรงกับลูกขนาด	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4 mm	2.95	12.29	10.72	5.11	5.49	10.92
	2.80	10.92	11.02	4.91	2.50	13.43
	3.75	2.25	2.64	2.95	6.56	13.42
	4.20	4.87	5.70	2.51	1.45	4.98
	4.81	2.83	3.83	1.74	1.94	4.33
เฉลี่ย	3.70	6.63	6.78	3.44	3.59	9.42
S.D.	0.85	4.67	3.89	1.50	2.29	4.47
38.1 mm	4.84	5.33	4.20	5.88	1.84	14.09
	5.22	8.86	2.52	5.61	2.98	22.25
	7.12	6.85	2.17	7.39	7.38	20.92
	2.77	4.54	5.90	9.25	5.73	4.86
	2.46	7.54	4.43	5.95	14.08	3.54
เฉลี่ย	4.48	6.62	3.84	6.82	6.40	13.13
S.D.	1.91	1.73	1.52	1.53	4.82	8.73

ตาราง ข.-11 มวลของเปลือกถั่วเหลืองที่ช่องเก็บเปลือก (กรัม)

ระยะระหว่าง ตะแกรงกับลูกขนาด	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4 mm	52.45	62.05	56.23	53.87	50.09	34.34
	39.97	62.28	60.37	53.37	45.50	58.17
	59.87	39.29	40.89	52.13	37.92	58.42
	56.64	57.18	68.77	41.52	32.81	38.90
	59.01	53.85	47.73	52.31	35.25	39.50
เฉลี่ย	53.59	54.93	54.80	50.64	40.31	45.87
S.D.	8.14	9.43	10.86	5.15	7.25	11.52
38.1 mm	15.99	17.01	17.17	36.66	23.94	52.63
	15.64	26.23	11.72	44.98	32.33	58.07
	25.79	19.12	13.08	26.01	21.11	45.69
	14.19	13.70	23.24	29.77	20.49	6.82
	16.93	19.68	23.93	24.29	42.74	26.85
เฉลี่ย	17.71	19.15	17.83	32.34	28.12	38.01
S.D.	4.62	4.60	5.63	8.51	9.44	21.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.-12 มวลของเปลือกแก้วเหลืองที่ติดในเครื่อง (กรัม)

ระยะระหว่าง ตะแกรงกับลูกขนาด	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4 mm	4.60	4.25	5.20	12.26	4.01	3.42
	2.45	2.80	1.91	2.89	2.37	1.63
	4.91	7.50	3.78	2.11	2.36	0.84
	5.45	1.99	2.64	5.53	3.75	1.77
	2.50	0.81	3.25	3.45	1.08	4.95
เฉลี่ย	3.98	3.47	3.36	5.25	2.71	2.52
S.D.	1.41	2.58	1.24	4.12	1.19	1.65
38.1 mm	32.48	43.35	32.46	30.30	19.13	6.70
	34.18	39.10	37.06	24.42	25.26	17.89
	34.67	48.70	35.84	33.45	20.02	9.89
	27.58	33.31	38.20	20.65	26.11	49.49
	40.96	38.53	28.47	13.97	20.26	15.43
เฉลี่ย	33.97	40.60	34.41	24.56	22.16	19.88
S.D.	4.81	5.76	3.95	7.74	3.26	17.13

ตาราง ข.-13 มวลของกึ่งและลำต้นแก้วเหลืองที่ช่องเก็บเมล็ด (กรัม)

ระยะระหว่าง ตะแกรงกับลูกขนาด	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4 mm	6.55	1.32	1.50	7.61	11.16	2.69
	4.07	3.28	0.46	5.79	11.04	3.78
	6.25	4.64	4.83	8.58	2.27	3.76
	5.17	6.94	7.61	4.18	4.58	12.15
	4.97	3.54	3.37	4.61	9.69	13.19
เฉลี่ย	5.40	3.94	3.55	6.15	7.75	7.11
S.D.	1.01	2.06	2.82	1.90	4.07	5.10
38.1 mm	4.35	1.02	4.08	0.87	4.72	3.66
	7.54	0.98	4.01	0.92	6.61	4.23
	9.02	0.53	5.24	0.48	6.21	3.03
	4.83	4.90	6.15	13.25	6.99	14.22
	3.38	7.36	6.25	6.58	8.56	7.63
เฉลี่ย	5.82	2.96	5.15	4.42	6.62	6.55
S.D.	2.36	3.03	1.08	5.55	1.39	4.64

ตาราง ข.-14 มวลของกึ่งและลำต้นถั่วเหลืองที่ช่องเก็บเปลือก (กรัม)

ระยะระหว่าง ตะแกรงกับลูกขนาด	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4 mm	54.13	48.95	45.82	34.18	51.82	49.52
	46.46	50.70	66.96	57.88	46.96	59.00
	61.35	36.80	49.38	52.22	30.09	66.01
	58.33	67.20	76.48	48.07	40.38	42.52
	63.17	54.23	35.95	73.32	36.47	36.56
เฉลี่ย	56.69	51.58	54.92	53.13	41.14	50.72
S.D.	6.66	10.92	16.46	14.28	8.55	11.95
38.1 mm	31.91	18.77	21.73	44.48	10.43	42.57
	19.96	22.16	14.77	46.29	31.43	39.64
	35.51	25.81	13.46	24.15	20.66	38.14
	20.02	18.44	35.45	43.63	28.04	15.86
	27.71	25.30	18.76	35.45	34.08	18.24
เฉลี่ย	27.02	22.10	20.83	38.80	24.93	30.89
S.D.	6.99	3.48	8.80	9.19	9.54	12.76

ตาราง ข.-15 มวลของกึ่งและลำต้นถั่วเหลืองที่ติดในเครื่อง (กรัม)

ระยะระหว่าง ตะแกรงกับลูกขนาด	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4 mm	12.90	5.23	9.88	14.47	7.60	8.51
	8.60	6.36	6.69	3.35	3.36	8.22
	16.75	4.43	2.78	4.41	11.37	9.82
	13.13	3.70	6.08	13.00	1.25	9.48
	6.28	3.31	8.58	4.60	11.47	13.24
เฉลี่ย	11.53	4.61	6.80	7.97	7.01	9.85
S.D.	4.12	1.22	2.71	5.31	4.63	2.01
38.1 mm	41.30	54.11	37.08	19.02	27.87	17.14
	25.31	42.51	36.83	21.82	30.11	24.09
	25.15	48.47	27.04	45.52	29.44	20.92
	36.46	37.32	32.55	38.13	22.56	32.49
	37.16	33.83	30.67	20.71	29.14	24.51
เฉลี่ย	33.08	43.25	32.83	29.04	27.82	23.83
S.D.	7.40	8.21	4.25	12.00	3.05	5.67

ตาราง ข.-16 มวลเมล็ดแตก (กรัม)

ระยะระหว่าง ตะแกรงกับลูกขนาด	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4 mm	0.85	0.93	1.99	0.92	2.76	7.65
	0.32	1.76	1.50	1.79	3.03	3.22
	0.52	0.31	0.92	1.71	2.59	8.89
	0.78	2.77	1.23	1.49	1.84	6.07
	1.45	0.86	0.70	1.88	2.44	9.67
เฉลี่ย	0.78	1.33	1.27	1.56	2.53	7.10
S.D.	0.43	0.96	0.51	0.38	0.44	2.56
38.1 mm	1.25	1.25	1.82	0.88	1.61	8.04
	0.38	1.00	0.75	0.39	4.18	11.47
	1.27	1.23	0.37	3.70	2.54	11.65
	0.48	1.06	0.66	1.40	5.16	7.67
	0.75	2.02	0.34	1.71	2.86	8.33
เฉลี่ย	0.83	1.31	0.79	1.62	3.27	9.43
S.D.	0.42	0.41	0.60	1.27	1.40	1.96

ตาราง ข.-17 เปอร์เซ็นเมล็ดที่ช่องเก็บเมล็ด

ระยะระหว่าง ตะแกรงกับลูกขนาด	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4 mm	50.85	43.90	48.47	45.10	41.93	40.97
	45.49	42.54	31.67	39.88	36.19	37.37
	48.75	47.07	46.22	45.70	41.45	34.47
	53.91	50.13	43.87	41.03	40.03	39.43
	56.95	41.19	47.14	41.09	37.66	38.80
เฉลี่ย	51.19	44.97	43.47	42.56	39.45	38.21
S.D.	4.45	3.62	6.81	2.65	2.47	2.46
38.1 mm	78.54	79.04	69.63	75.62	63.50	52.91
	83.01	85.08	73.66	69.58	69.39	61.56
	84.11	73.73	76.93	73.30	68.85	60.75
	78.19	78.50	74.35	76.00	72.64	68.74
	78.46	85.13	73.86	76.54	72.63	67.10
เฉลี่ย	80.46	80.29	73.69	74.21	69.40	62.21
S.D.	2.86	4.85	2.62	2.87	3.74	6.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.-18 เปอร์เซ็นเมล็ดที่ช่องเก็บเปลือก

ระยะระหว่าง ตะแกรงกับลูกขนาด	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4 mm	34.94	51.98	48.44	48.92	52.70	54.41
	48.67	56.79	61.65	56.93	61.60	59.35
	48.61	42.49	51.95	52.34	56.55	64.80
	40.78	48.97	55.41	52.73	57.91	57.18
	41.02	56.95	51.72	56.78	60.65	42.57
เฉลี่ย	42.81	51.43	53.83	53.54	57.88	55.66
S.D.	5.86	6.03	5.02	3.37	3.54	8.25
38.1 mm	18.52	8.18	22.43	13.47	29.82	43.83
	13.83	12.58	17.98	17.11	26.80	28.94
	14.98	19.40	18.05	14.98	28.66	36.14
	17.67	16.49	19.96	21.86	22.58	28.09
	15.26	13.52	23.87	21.93	24.82	26.85
เฉลี่ย	16.05	14.04	20.46	17.87	26.53	32.77
S.D.	1.96	4.23	2.63	3.90	2.91	7.16

ตาราง ข.-19 เปอร์เซ็นเมล็ดที่ติดในเครื่อง

ระยะระหว่าง ตะแกรงกับลูกขนาด	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4 mm	14.20	4.13	3.09	5.98	5.37	4.62
	5.84	0.67	6.68	3.18	2.21	3.28
	2.63	10.44	1.83	1.95	2.00	0.73
	5.31	0.90	0.72	6.24	2.06	3.38
	2.04	1.86	1.14	2.13	1.69	18.63
เฉลี่ย	6.00	3.60	2.69	3.90	2.67	6.13
S.D.	4.87	4.06	2.40	2.08	1.52	7.13
38.1 mm	2.94	12.78	7.94	10.90	6.68	3.25
	3.16	2.34	8.35	13.31	3.81	9.50
	0.90	6.88	5.02	11.72	2.49	3.11
	4.14	5.01	5.70	2.14	4.78	3.17
	6.28	1.35	2.27	1.53	2.55	6.05
เฉลี่ย	3.48	5.67	5.86	7.92	4.06	5.01
S.D.	1.96	4.53	2.46	5.63	1.74	2.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.-20 เปอร์เซ็นเปลือกที่ช่องเก็บเมล็ด

ระยะระหว่าง ตะแกรงกับลูกนวด	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4 mm	4.92	15.64	14.86	7.17	9.21	22.43
	6.19	14.37	15.03	8.03	4.96	18.34
	5.47	4.59	5.58	5.16	14.01	18.46
	6.34	7.60	7.39	5.06	3.81	10.91
	7.25	4.92	6.99	3.03	5.07	8.88
เฉลี่ย	6.03	9.42	9.97	5.69	7.41	15.80
S.D.	0.89	5.24	4.59	1.96	4.22	5.69
38.1 mm	9.08	8.11	7.80	8.07	4.10	19.19
	9.48	11.94	4.91	7.48	4.92	22.66
	10.54	9.17	4.25	11.05	15.21	27.35
	6.22	8.81	8.76	15.50	10.95	7.95
	4.08	11.47	7.80	13.46	18.27	7.73
เฉลี่ย	7.88	9.90	6.70	11.11	10.69	16.97
S.D.	2.66	1.70	1.99	3.44	6.22	8.83

ตาราง ข.-21 เปอร์เซ็นเปลือกที่ช่องเก็บเปลือก

ระยะระหว่าง ตะแกรงกับลูกนวด	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4 mm	87.42	78.95	77.93	75.62	84.06	70.54
	88.39	81.95	82.36	87.25	90.33	79.43
	87.36	80.12	86.43	91.15	80.96	80.38
	85.44	89.29	89.18	83.78	86.32	85.21
	88.98	93.67	87.08	90.97	92.11	80.98
เฉลี่ย	87.52	84.80	84.60	85.75	86.75	79.31
S.D.	1.34	6.38	4.47	6.43	4.54	5.38
38.1 mm	29.99	25.89	31.90	50.33	53.31	71.68
	28.42	35.36	22.85	59.97	53.38	59.13
	38.16	25.61	25.60	38.91	43.52	59.73
	31.86	26.58	34.51	49.89	39.16	11.15
	28.05	29.93	42.11	54.94	55.45	58.60
เฉลี่ย	31.30	28.67	31.39	50.81	48.96	52.06
S.D.	4.12	4.12	7.61	7.80	7.18	23.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.-22 เพอร์เซ็นเปลือกที่ติดในเครื่อง

ระยะระหว่าง ตะแกรงกับลูกขนาด	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4 mm	7.67	5.41	7.21	17.21	6.73	7.03
	5.42	3.68	2.61	4.72	4.71	2.23
	7.16	15.29	7.99	3.69	5.04	1.16
	8.22	3.11	3.42	11.16	9.87	3.88
	3.77	1.41	5.93	6.00	2.82	10.15
เฉลี่ย	6.45	5.78	5.43	8.56	5.83	4.89
S.D.	1.83	5.51	2.34	5.62	2.65	3.68
38.1 mm	60.93	65.99	60.30	41.60	42.60	9.13
	62.10	52.70	72.24	32.56	41.70	18.22
	51.30	65.22	70.15	50.04	41.27	12.93
	61.92	64.62	56.73	34.61	49.89	80.91
	67.87	58.60	50.10	31.60	26.28	33.68
เฉลี่ย	60.82	61.43	61.90	38.08	40.35	30.97
S.D.	5.98	5.69	9.27	7.74	8.61	29.44

ตาราง ข.-23 เพอร์เซ็นกึ่งและลำต้นที่ช่องเก็บเมล็ด

ระยะระหว่าง ตะแกรงกับลูกขนาด	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4 mm	8.90	2.38	2.62	13.53	15.81	4.43
	6.88	5.44	0.62	8.64	17.99	5.32
	7.41	10.12	8.48	13.16	5.19	4.72
	6.75	8.92	8.44	6.41	9.91	18.94
	6.68	5.80	7.04	5.59	16.81	20.94
เฉลี่ย	7.32	6.53	5.44	9.46	13.14	10.87
S.D.	0.93	3.06	3.60	3.72	5.43	8.31
38.1 mm	5.61	1.38	6.49	1.35	10.97	5.78
	14.28	1.49	7.21	1.33	9.70	6.22
	12.94	0.71	11.46	0.68	11.03	4.88
	7.88	8.08	8.29	13.95	12.14	22.73
	4.95	11.07	11.22	10.49	11.93	15.14
เฉลี่ย	9.13	4.55	8.93	5.56	11.15	10.95
S.D.	4.26	4.72	2.29	6.20	0.97	7.78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.-24 เพอร์เซ็นต์จิ่งและลำตันที่ช่องเก็บเปลือก

ระยะระหว่าง ตะแกรงกับลูกนวด	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4 mm	73.57	88.20	80.10	60.75	73.42	81.55
	78.57	84.02	90.35	86.36	76.53	83.10
	72.73	80.23	86.65	80.08	68.81	82.94
	76.12	86.33	84.82	73.67	87.38	66.28
	84.88	88.79	75.05	88.84	63.28	58.04
เฉลี่ย	77.17	85.51	83.39	77.94	73.89	74.38
S.D.	4.88	3.49	5.95	11.27	9.05	11.55
38.1 mm	41.14	73.22	34.55	69.10	24.24	67.18
	37.80	64.75	26.56	67.06	46.12	58.33
	50.96	64.79	29.43	34.43	36.69	61.43
	32.65	61.52	47.81	45.92	48.69	25.35
	40.60	50.88	33.69	56.50	47.48	36.20
เฉลี่ย	40.63	63.03	34.41	54.60	40.64	49.70
S.D.	6.68	8.06	8.16	14.59	10.32	17.98

ตาราง ข.-25 เพอร์เซ็นต์จิ่งและลำตันที่ติดในเครื่อง

ระยะระหว่าง ตะแกรงกับลูกนวด	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4 mm	17.53	9.42	17.27	25.72	10.77	14.02
	14.54	10.54	9.03	5.00	5.48	11.58
	19.86	9.66	4.88	6.76	26.00	12.34
	17.13	4.75	6.74	19.92	2.71	14.78
	8.44	5.42	17.91	5.57	19.90	21.02
เฉลี่ย	15.50	7.96	11.17	12.60	12.97	14.75
S.D.	4.38	2.67	6.05	9.58	9.80	3.73
38.1 mm	53.25	73.22	58.96	29.55	64.78	27.05
	47.93	64.75	66.23	31.61	44.18	35.45
	36.09	64.79	59.12	64.89	52.28	33.69
	59.47	61.52	43.90	40.13	39.17	51.93
	54.45	50.88	55.08	33.01	40.60	48.65
เฉลี่ย	50.24	63.03	56.66	39.84	48.20	39.35
S.D.	8.91	8.06	8.19	14.56	10.57	10.53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.-26 เพอร์เซ็นต์เมล็ดแตกในช่องเก็บเมล็ด

ระยะระหว่าง ตะแกรงกับลูกนวด	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4 mm	2.18	2.46	4.53	2.54	7.64	27.16
	1.02	3.96	4.88	4.88	10.21	12.24
	1.06	1.19	2.72	4.68	9.41	27.95
	1.45	5.24	2.30	4.67	8.02	21.26
	2.93	2.38	1.48	4.89	10.45	37.08
เฉลี่ย	1.73	3.05	3.18	4.33	9.14	25.14
S.D.	0.82	1.57	1.47	1.01	1.27	9.16
38.1 mm	1.73	1.80	3.02	1.29	4.64	17.22
	0.61	1.18	1.41	0.64	7.09	17.44
	1.67	1.76	0.71	5.75	5.17	18.79
	1.00	1.72	0.93	1.80	7.88	12.63
	1.05	2.24	0.59	3.34	3.55	19.30
เฉลี่ย	1.21	1.74	1.33	2.56	5.66	17.08
S.D.	0.48	0.38	0.99	2.04	1.78	2.64

ตาราง ข.-27 ความสามารถในการนวด (g/s)

ระยะระหว่างตะแกรง กับลูกนวด	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4 mm	9.71	10.65	10.85	10.53	11.67	10.12
	7.66	12.20	12.21	10.85	10.67	10.68
	10.28	6.90	8.49	10.09	7.42	12.05
	9.99	11.65	15.01	10.08	7.45	9.83
	9.10	9.33	10.51	12.04	8.52	8.62
เฉลี่ย	9.35	10.15	11.41	10.72	9.14	10.26
S.D.	1.04	2.12	2.41	0.81	1.93	1.25
38.1 mm	9.04	9.19	9.36	12.36	7.07	11.43
	7.88	11.92	7.86	9.92	9.72	14.11
	10.37	12.32	7.49	10.69	8.21	11.40
	6.72	8.22	10.18	11.80	9.05	10.03
	8.99	10.14	8.75	7.47	13.44	7.36
เฉลี่ย	8.60	10.36	8.73	10.45	9.50	10.86
S.D.	1.37	1.75	1.10	1.92	2.41	2.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.-28 ความสามารถในการนวด (kg/hr)

ระยะระหว่างตะแกรง กับลูกนวด	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4 mm	34.94	38.34	39.07	37.91	42.00	36.42
	27.59	43.92	43.96	39.06	38.40	38.45
	37.02	24.83	30.55	36.32	26.69	43.40
	35.95	41.92	54.03	36.27	26.80	35.37
	32.77	33.60	37.85	43.36	30.69	31.05
เฉลี่ย	33.66	36.52	41.09	38.58	32.92	36.94
S.D.	3.73	7.62	8.68	2.91	6.96	4.51
38.1 mm	32.54	33.09	33.71	44.51	25.47	41.13
	28.36	42.92	28.29	35.72	34.98	50.79
	37.34	44.34	26.97	38.49	29.57	41.05
	24.21	29.58	36.65	42.50	32.60	36.11
	32.36	36.50	31.50	26.89	48.39	26.48
เฉลี่ย	30.96	37.29	31.43	37.62	34.20	39.11
S.D.	4.94	6.31	3.94	6.91	8.69	8.84

ตาราง ข.-29 ประสิทธิภาพในการนวด (%) ในเชิงปริมาณเมล็ดดี

ระยะระหว่างตะแกรง กับลูกนวด	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4 mm	50.85	43.90	48.47	45.10	41.93	40.97
	45.49	42.54	31.67	39.88	36.19	37.37
	48.75	47.07	46.22	45.70	41.45	34.47
	53.91	50.13	43.87	41.03	40.03	39.43
	56.95	41.19	47.14	41.09	37.66	38.80
เฉลี่ย	51.19	44.97	43.47	42.56	39.45	38.21
S.D.	4.45	3.62	6.81	2.65	2.47	2.46
38.1 mm	78.54	79.04	69.63	75.62	63.50	52.91
	83.01	85.08	73.66	69.58	69.39	61.56
	84.11	73.73	76.93	73.30	68.85	60.75
	78.19	78.50	74.35	76.00	72.64	68.74
	78.46	85.13	73.86	76.54	72.63	67.10
เฉลี่ย	80.46	80.29	73.69	74.21	69.40	62.21
S.D.	2.86	4.85	2.62	2.87	3.74	6.24

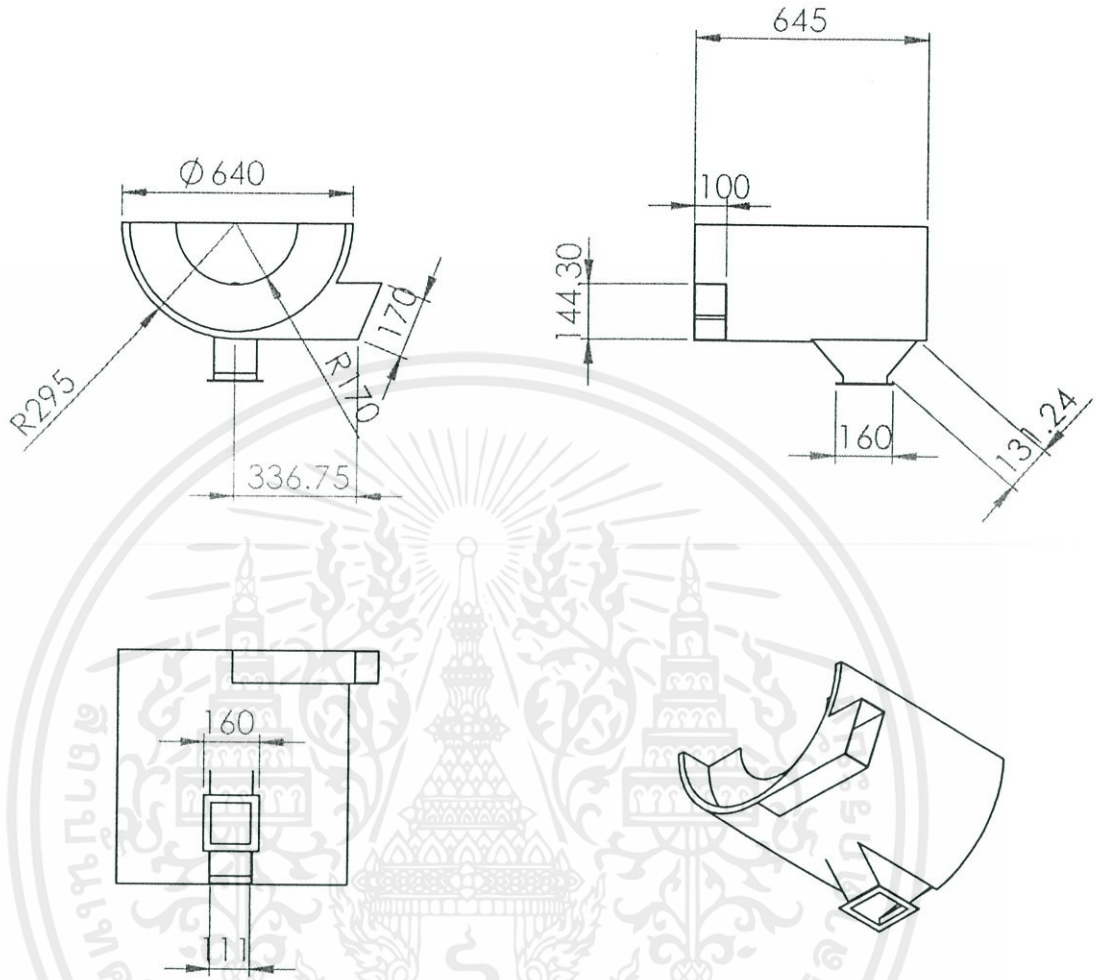
ตาราง ข.-30 ประสิทธิภาพความสะอาด (%)

ระยะระหว่าง ตะแกรงกับลูกกวาด	ความเร็วเชิงเส้นที่ปลายฟัน RPM (m/s)					
	550 (8.75)	650 (10.34)	750 (11.93)	870 (13.84)	1000 (15.91)	1500 (23.86)
25.4 mm	54.42	40.78	44.67	41.92	38.09	36.96
	44.75	38.05	31.13	37.58	32.28	33.69
	46.26	48.20	43.48	41.98	37.43	30.51
	52.64	46.20	40.48	40.72	37.76	33.72
	53.82	39.64	43.90	39.96	32.96	38.76
เฉลี่ย	50.38	42.57	40.73	40.43	35.70	34.73
S.D.	4.35	4.39	5.60	1.80	2.84	3.21
38.1 mm	67.89	76.96	62.37	78.36	57.14	46.10
	63.10	72.40	64.48	74.90	62.71	53.51
	67.19	68.00	63.32	71.77	53.28	48.77
	66.74	63.87	65.41	59.44	60.45	38.56
	74.04	64.82	60.45	64.25	57.57	57.24
เฉลี่ย	67.79	69.21	63.21	69.75	58.23	48.83
S.D.	3.95	5.47	1.92	7.77	3.57	7.17



ภาคผนวก ค.
แบบพิมพ์เขียวของชุดนวดสำหรับเครื่องเกี่ยวนวดถั่วเหลืองขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN		
CHK'D		
APPV'D		
MFG		

TITLE:

Q.A. เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้มีการนำเอกสารนี้ไปใช้
 ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และแจ้งข้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

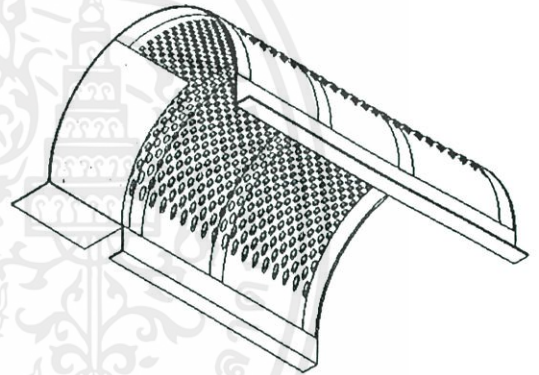
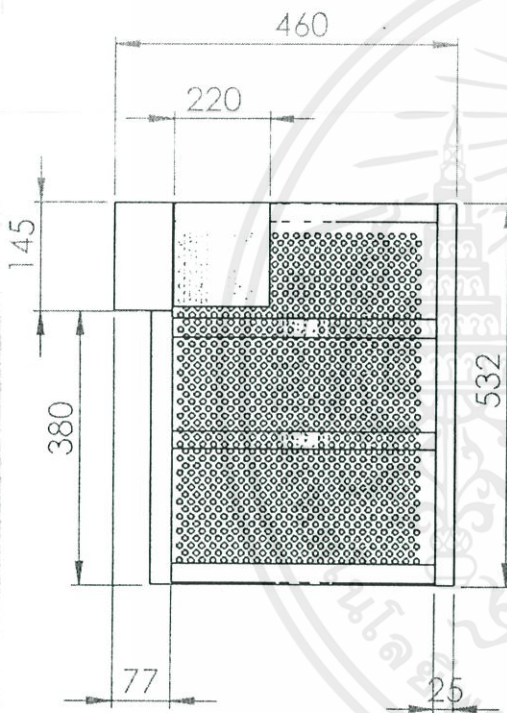
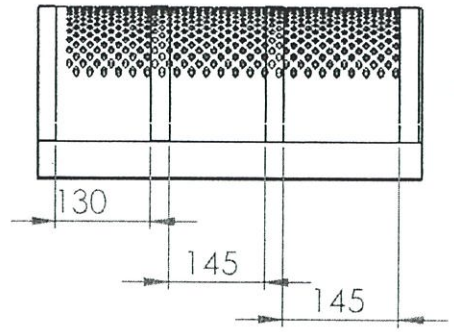
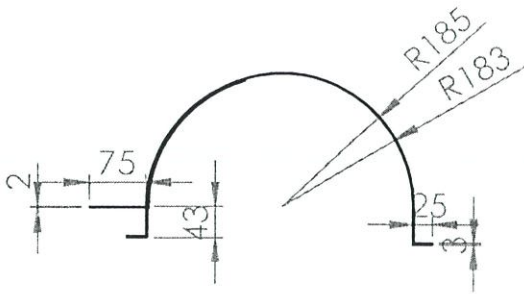
WEIGHT:

DWG NO.

SCALE:1:20

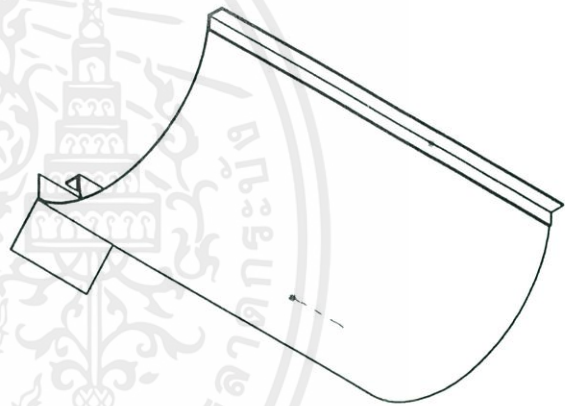
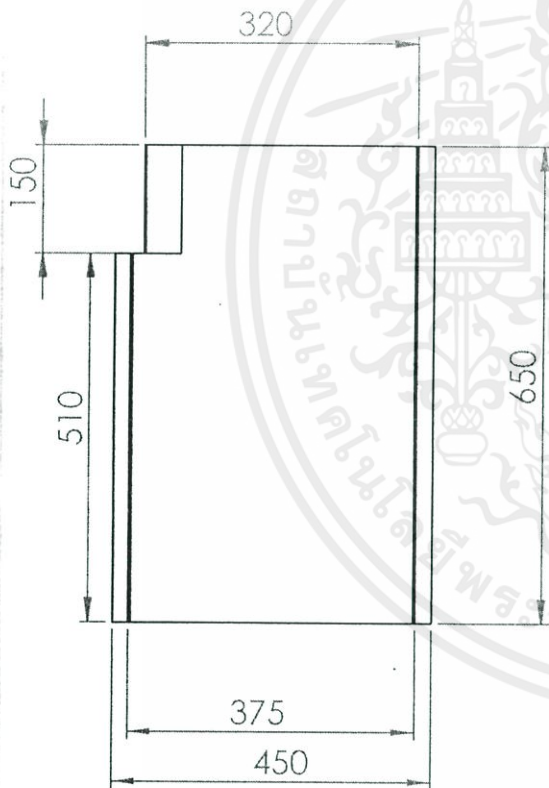
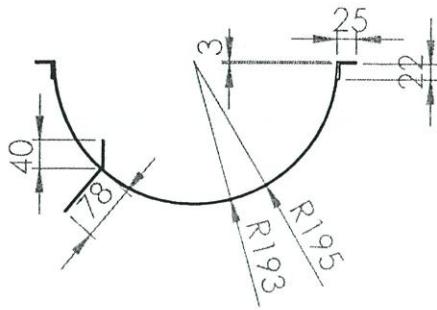
BODY A4

SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE:		
DRAWN					
CHK'D					
APPVD					
MFG					
Q.A			MATERIAL:	DWG NO.	Sieve_2
			WEIGHT:	SCALE:1:10	SHEET 1 OF 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารหรือการนำออกไปใช้
 ไม่วางกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามใช้ตัดแปลงเนื้อหา และข้อมูลอื่นใดถึงเจ้าของเอกสารหรือการนำออกไปใช้



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:

MATERIAL:

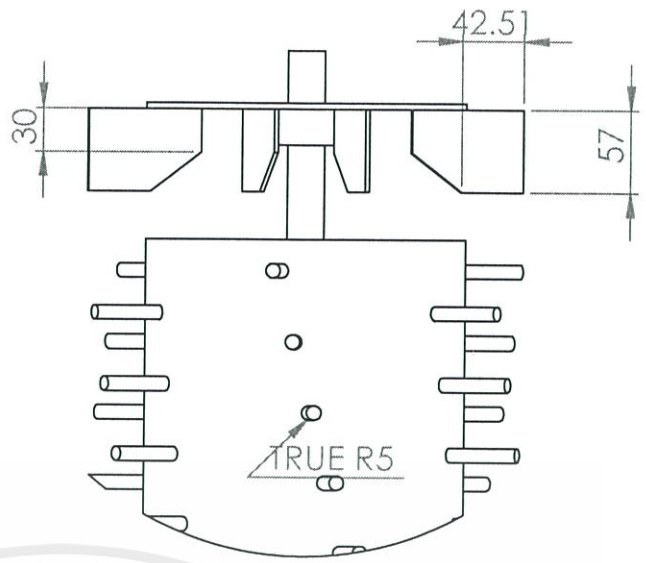
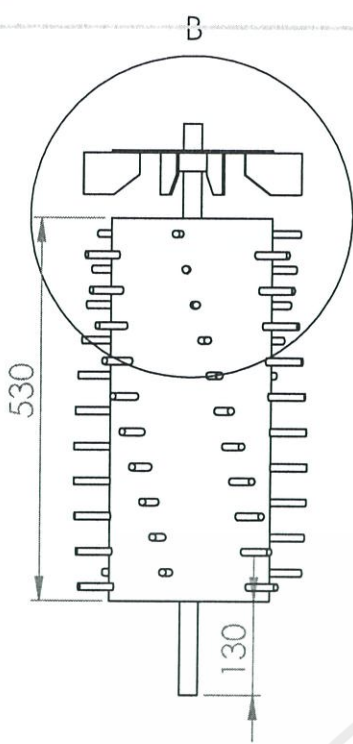
DWG NO.

THRESHING COVER A4

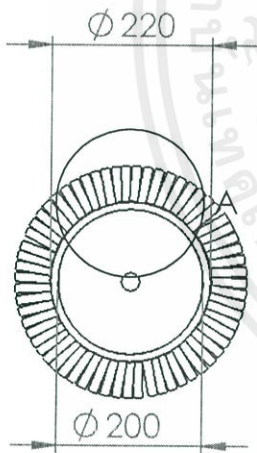
WEIGHT:

SCALE: 1:10

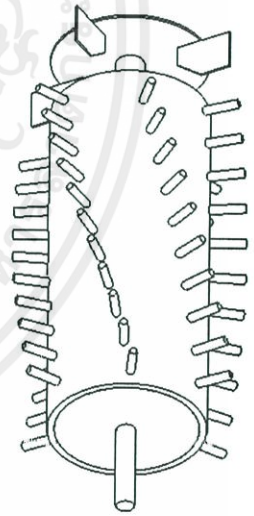
SHEET 1 OF 1



DETAIL B
SCALE 1 : 5



DETAIL A
SCALE 1 : 5



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

NAME	SIGNATURE	DATE			
DRAWN					
CHK'D					
APPV'D					
MFG					

TITLE:

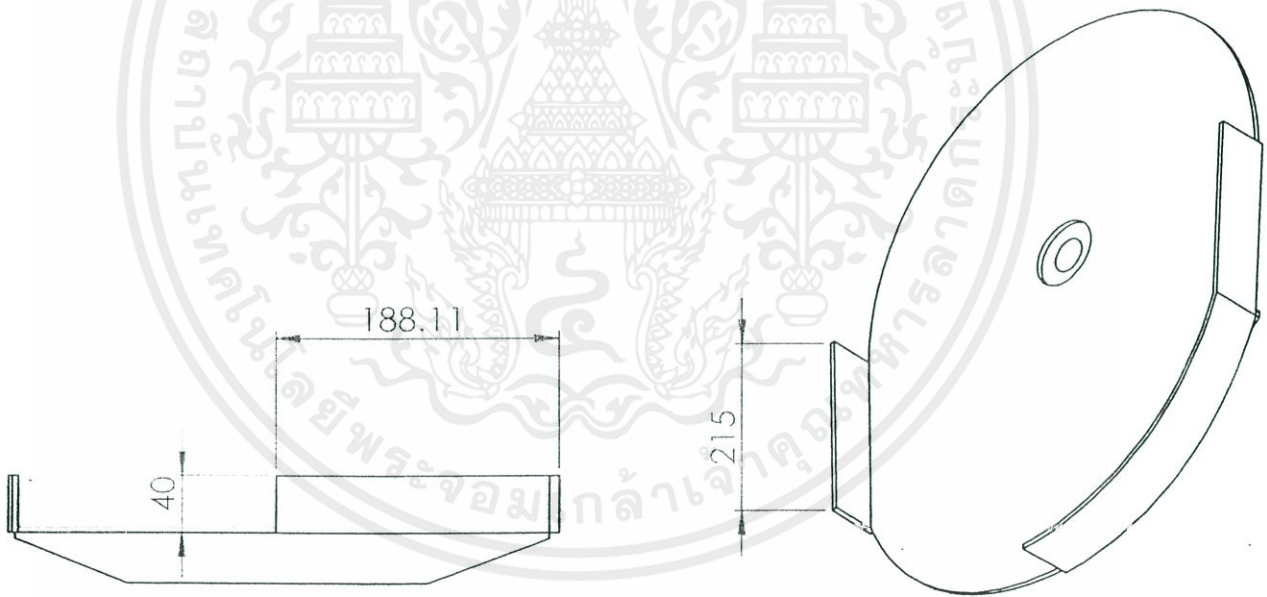
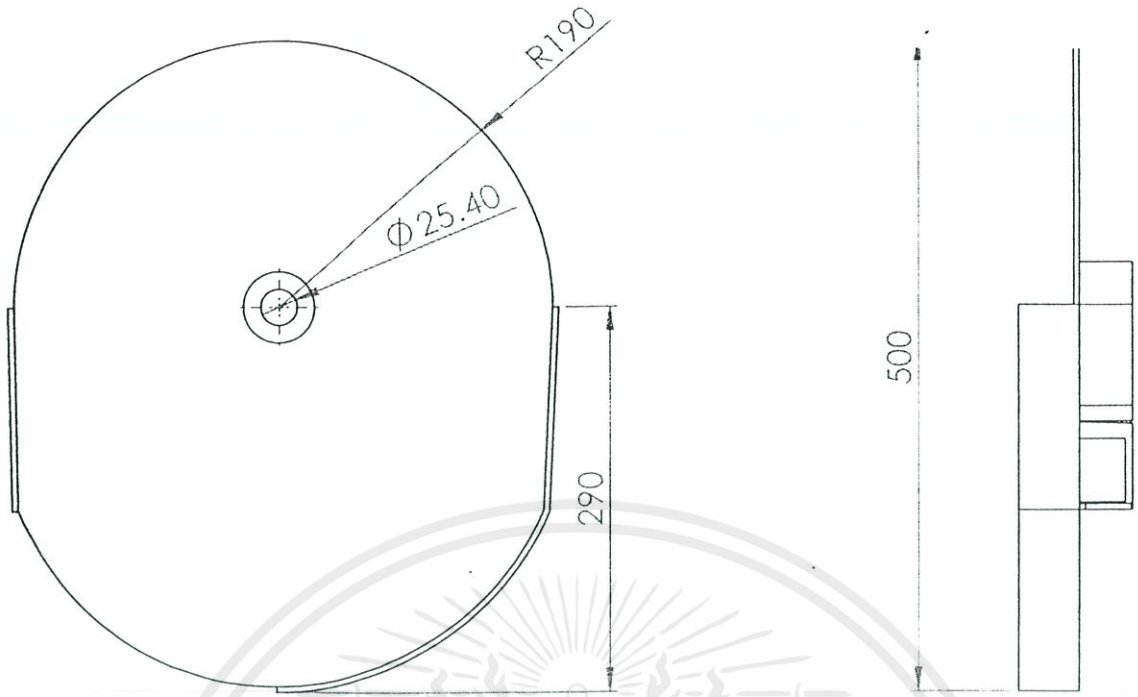
Q.A.
 MATERIAL:
 WEIGHT:

DWG NO.:

THRESHING DRUM A4

SCALE:1:10

SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE
------	-----------	------	-------

DRAWN

CHK'D

APP'VD

MFG

QA

MATERIAL

DWG NO.

THRESHING SIDE PLATE

WEIGHT:

SCALE: 1:5

SHEET 1 OF 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษา ห้ามทำซ้ำโดยไม่ขออนุญาตให้ทำซ้ำโดยใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] สายรัก ไชยลังกา. (2557). พีชน้ำมัน: ถั่วเหลือง. วารสารเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 60(693), 28-29.
- [2] องค์การตลาดเพื่อเกษตรกร. ถั่วเหลือง. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : <http://www.mof.or.th/web/agriculture.php?id=51&cat=23>, เข้าดูเมื่อวันที่ 9/092557.
- [3] ปานมนัส ศิริสมบูรณ์, วรณา ตั้งเจริญชัย และ รังสรรค์ โนชัย (2542). เครื่องเกี่ยวขนาดถั่วเหลือง, โครงการวิจัยและพัฒนาโครงการประติษฐกรรมเพื่อพัฒนาชนบท. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, หน้า 3,67.
- [4] กรมวิชาการเกษตร (2530). ถั่วเหลือง เชียงใหม่ 60, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://it.doa.go.th/cv/view2.php?id=83>, เข้าดูเมื่อวันที่ 5/01/2558
- [5] รัตนา ตั้งวงศ์กิจ, บพิตร ตั้งวงศ์กิจ. (2540). การพัฒนาเครื่องเกี่ยวถั่วเหลืองขนาดเล็ก. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35: สาขาประมง วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ การจัดทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คหกรรมศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ และเศรษฐศาสตร์. 35, 524-531.
- [6] องค์การตลาดเพื่อเกษตรกร (2550). เครื่องเกี่ยวขนาดถั่วเหลืองพ่วงต้อรถแทรกเตอร์, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา www.mof.or.th/fruit/fieldcrops/machine-reap-tracker.doc, เข้าดูเมื่อวันที่ 6/04/2558
- [7] Russell H. Hahn. (1998). ASAE STANDARDS 1998 (35th Edition). USA: The Society of Food Engineering and Agriculture.
- [8] N.I. Klenin, I.F.Popov and V.A.Sakun. 1986. Agricultural Machine. Rotterdam : A.A. Balkema.
- [9] ASAE standards 1998: S410.1 DEC97, Moisture Measurement - peanuts
- [10] เฉลิมรัฐ พลดงนอก, โชติ หงษ์มา และ วิโรจน์ มหัทธัญญาวาณิชย์ (2548). การศึกษาสมบัติทางกายภาพของผล, เมล็ดและเมล็ดในสบู่ดำที่การอบต่างๆ และการนึ่งและคุณสมบัติทางเคมีของน้ำสบู่ดำที่ได้. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, หน้า 7-8.