รายงานการวิจัย

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการอัดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์ของเครื่องอัดแบบลูกกลิ้งอัด

A STUDY ON FACTORS THAT EFFECT PELLET QUALITY

โดย

นายพงษ์ศักดิ์ กฤตยพรพงศ์

นายจรัสชัย เย็นพยับ

RCH
S
693.5
W16A5

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 67468
วัน,เดือน,ปี 19 S.A. 2549

b. 11642614
i.....

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ประจำปีงบประมาณ 2548

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มุ่งเน้นที่จะศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการอัดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์ด้วยเครื่องอัดเม็ดแบบลูกกลิ้ง ซึ่งมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญคือ ถังบรรจุ เกลียวลำเลียงและชุดอัดเม็ด โดยกลไกการอัดใช้ลูกกลิ้งหมุนเพื่ออัดปุ๋ยผ่านรูบนแป้นอัด ได้ทำการศึกษาปัจจัยต่างๆดังนี้ ความหนาแป้นอัด 3 ระดับคือ 10,15,20 มิลลิเมตร ขนาดของลูกกลิ้ง 3 ระดับคือ 50,100,150 มิลลิเมตร จำนวนลูกกลิ้งที่ใช้ในการอัด 3 แบบคือ 2,3,4 ลูกกลิ้ง ทำการทดสอบที่ความเร็วรอบของเพลาอัด 3 ระดับคือ 65,70,75 รอบต่อนาที โดยป้อนวัสดุด้วยความเร็วรอบของเกลียวลำเลียง 3 ระดับคือ 25,30,35 รอบต่อนาที แล้วทดสอบคุณภาพการอัดเม็ดโดยการวัดความคงตัวของเม็ดปุ๋ย

ผลการทดสอบพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพการอัดเม็ด ความหนาของแป้นอัด และขนาดของลูกกลิ้ง เงื่อนไขที่ดีที่สุดอยู่ที่ความหนาของแป้นอัด 20 ม.ม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกกลิ้ง 150 ม.ม และจำนวน2,3,4 ลูกกลิ้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

The research aims at the study of pelleted mechanism for manure pellet mill. The component composed of Manure hoper , Screw feeder and Pellet mill. The rotating roller pressed the manure through stationary die to form pellet . The variable factors were 1.)The thickness of die 10,15 and 20 mm. 2.)Diameter of roll 50,100 and 150 mm. 3.)Number of rollers 2,3 and 4 rollers,4.) The speed of rolling shaft of 65,70 and 75 rpm, and 5.)the speed of feeder screw of 25,30 and 35 rpm. The parameter that defined the influence factor of pellet quality was the durability of pellet.

The results shown that the thickness and diameter of roller were the influence factor of pellet quality .The best condition appeared at the thickness of die of 20 mm, and the roller diameter of 150 mm. The roller number of 2,3and 4 were non significance.

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี เพราะได้รับการช่วยเหลือ และให้ความร่วมมือจากหลายฝ่าย ประกอบด้วยนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรได้แก่นาย ธานี จิตรัตน์ และ นาย พูนใจ สาลีโทที่ให้ความช่วยเหลือในการสร้างเครื่องจักรต้นแบบและเก็บผลการทดลอง ตลอดทั้งคณาจารย์จากสาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารที่ให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ขอแสดงความขอบคุณต่ออาจารย์ เทียมพบ ก้านเหลือง จากสาขาวิชาสัตวศาสตร์ที่ให้ความสนับสนุนในการวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองด้วยสถิติมา ณ.โอกาสนี้

คณะวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หัวข้อ	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูปภาพ	V
สารบัญตาราง	VI
บทนำ	1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
ขอบเขตของงานวิจัย	2
วิธีการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการอัดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์	4
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการอัดเม็ด	6
แรงที่ใช้ในการอัด	7
ปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้อง	7
ส่วนประกอบของเครื่องอัดเม็ดแบบลูกกลิ้งอัด	8
อุปกรณ์และวิธีการ	
ต้นกำลัง	10
โครงสร้าง	10
ชุดถ่ายทอดกำลัง	11
วิธีการวิจัย	
การเตรียมวัตถุดิบ	15
การวัดความชื้น วัตถุดิบ	15
การทดสอบเบื้องต้น	15
การทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อการอัดเม็ด	16
ผลการทดลอง	17
การประมาณแรงบิดที่ใช้ในการอัดเม็ด	23
สรุปและวิจารณ์	25
ปัญหาและแนวทางแก้ไข	25
เอกสารอ้างอิง	26
ภาคผนวก	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
1	เครื่องอัดเม็ดแบบแข็ง	4
2	เครื่องอัดเม็ดอาหารสัตว์ มก.	5
3	เครื่องอัดแท่งปุ๋ยคอก	5
4	เครื่องอัดแบบสกรู	6
5	ลักษณะแรงที่กระทำต่อชุดอัด	7
6	ลักษณะห้องอัดเม็ด	8
7	คุณลักษณะแป้นอัด	8
8	มอเตอร์	9
9	โครงสร้าง	10
10	ฮอปเปอร์	12
11	สัญลักษณ์เกลียว	13
12	เกลียวที่ใช้ในการทดสอบ	13
13	แป้นอัด	13
14	ชุดลูกกลิ้ง	14
15	มีดตัดเม็ด	14
16	เครื่องทดสอบความคงตัว	17
17	แผนภูมิแท่งแสดงผลการทดสอบเบื้องต้น	18
18	ลักษณะผงและเม็ดปุ๋ยที่ผ่านการคัดแยก	19
19	แผนภูมิแท่งแสดงผลการเปรียบเทียบอิทธิพลของความหนาแป้นอัดต่อ ความคงตัว	22
20	แผนภูมิแท่งแสดงผลการเปรียบเทียบอิทธิพลของขนาดแป้นอัดต่อ ความคงตัว	22
21	แผนภูมิแท่งแสดงผลการเปรียบเทียบอิทธิพลของจำนวนลูกกลิ้งต่อ ความคงตัว	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปัจจัยที่ศึกษาการอัดเม็ดเบื้องต้น	16
2	ปัจจัยที่ศึกษาการอัดเม็ด	17
3	ผลการวัดความชื้นวัตถุดิบ	18
4	ผลการทดสอบเบื้องต้น	19
5	เปรียบเทียบอิทธิพลของขนาดลูกกลิ้งต่อ ความคงตัว	20
6	การเปรียบเทียบอิทธิพลของความหนาแป้นอัดต่อความคงตัว	21
7	การเปรียบเทียบอิทธิพลของจำนวนลูกกลิ้งต่อ ความคงตัว	21
ผ. 1-ผ.27	เปอร์เซ็นต์การเป็นเม็ดและความคงตัวของปุ๋ยที่ผ่านการอัดที่ความหนาแป้นอัด,ขนาดและจำนวนลูกกลิ้งต่างๆ	28
ผ.2 8	ค่า a,c,e สำหรับสายพานขนาดต่างๆ	41
ผ.29	Small diameter factor, K_d	41
ผ.30	Angle of wrap factor, K_θ	42
ผ.31	Pitch length และ Length factor K_L	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

การพัฒนาเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรของประเทศไทยในอดีตนั้นขึ้นอยู่กับพื้นฐานของการขยายพื้นที่เพาะปลูก มีการใช้ปุ๋ยเคมีจำนวนมาก ทำให้ได้ผลผลิตมากขึ้นสามารถส่งออกผลผลิตจากการเกษตรมากประเทศหนึ่งของโลก แต่ส่งผลให้ทรัพยากรดินเสื่อมลงอย่างเห็นได้ชัด การใช้ปุ๋ยเคมีติดต่อกันเป็นระยะเวลานานจะมีผลทำให้สภาพดินแน่นทึบโครงสร้างของดินไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

สิ่งที่บ่งชี้ความสำเร็จของการผลิตพืชคือความอุดมสมบูรณ์ของดิน ถ้าจะให้การเกษตรมีความยั่งยืนหรือถาวรภาพในการให้ผลผลิต จะต้องพิจารณาคุณภาพของดินหรือคุณสมบัติของดินทั้งทางด้านธาตุอาหารและปัจจัยอื่นๆร่วมด้วย ในสภาพการเกษตรปัจจุบันการแก้ไขและฟื้นฟูสภาพดินที่ด้อยความอุดมสมบูรณ์นั้นการใช้ปุ๋ยเคมียังมีความจำเป็น อย่างไรก็ตามในกรณีที่ดินมีอินทรียวัตถุต่ำการใช้ปุ๋ยเคมีก็ด้อยประสิทธิภาพลงเพราะธาตุอาหารจะสูญเสียไปกับน้ำโดยซึมลึกลงเกินกว่าระดับที่รากพืชจะดูดใช้และดินมีความสามารถดูดซับธาตุอาหารพืชต่ำ(มงคลและพัชรี,2543;konboon,et al.,2000) ด้วยเหตุนี้การใช้ปุ๋ยอินทรีย์จึงยังมีความจำเป็น เพราะคุณสมบัติเด่นของปุ๋ยอินทรีย์คือความสามารถในการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดิน สารอินทรีย์ต่างๆที่เกิดจากปุ๋ยอินทรีย์จะแทรกตัวระหว่างเม็ดดินทำให้ดินทรายหรือดินเหนียวกลายเป็นดินร่วนได้ และช่วยในการอุ้มน้ำไว้ได้มากขึ้นแล้วค่อยๆปลดปล่อยธาตุอาหารแก่พืช(Hess,1984.;Brady and well.2002) นอกจากนี้ปุ๋ยอินทรีย์ยังช่วยต้านทานการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วในดิน เช่น อุณหภูมิดิน ความเป็นกรด-ด่างของดิน ในด้านการเป็นแหล่งธาตุอาหารแก่พืชอาจกล่าวได้ว่าปุ๋ยอินทรีย์สามารถให้ครบทุกธาตุอาหาร ทั้งนี้การเจริญเติบโตของพืชทุกชนิดจำเป็นต้องได้รับธาตุอาหารไม่น้อยกว่า 13 ธาตุจึงจำเป็นทำให้พืชมีสรีระวิทยาที่สมบูรณ์(Asher,etc. 2002) ในขณะเดียวกันปุ๋ยอินทรีย์ยังเป็นแหล่งอาหารและพลังงานของสิ่งมีชีวิตในดินทั้งมีขนาดใหญ่ เช่น ไส้เดือน แมลง สัตว์ต่างๆ และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าหรือจุลินทรีย์ดิน สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ล้วนมีกิจกรรมมากมายที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช (มงคลและสันติภาพ , 2545)เช่นเปลี่ยนรูปและปลดปล่อยธาตุอาหารให้พืชดูดไปใช้ ปลดปล่อยฮอร์โมนบางชนิดที่เป็นประโยชน์ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช เป็นต้น

เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์ มีปริมาณธาตุอาหารพืช ต่ำ จึงต้องใช้ปุ๋ยอินทรีย์เป็นจำนวนมากในการบำรุงดินจึงจะเพียงพอต่อความต้องการของพืช จึงทำให้เกิดปัญหาในการขนส่งและการเก็บรักษา ดังนั้น จึงได้มีการศึกษาและทดลองเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด เพื่อให้เกษตรกรนำปุ๋ยอินทรีย์ไปใช้ได้สะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของระดับความชื้นของปุ๋ยอินทรีย์ที่เหมาะสมต่อการอัดเม็ดปุ๋ย
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ขนาดและความหนารูอัดต่อการอัดเม็ดปุ๋ย
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของขนาดและจำนวนลูกกลิ้งต่อการอัดเม็ดปุ๋ย
4. เพื่อศึกษาแรงบิดที่ใช้เพื่อการอัดเม็ดปุ๋ย

ขอบเขตของการศึกษา

ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพการอัดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์ดังนี้

1. ความเร็วรอบของชุดอัด
2. ความเร็วรอบของชุดป้อนวัสดุ
3. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลูกกลิ้งอัด50,100และ150มิลลิเมตร
4. ชุดลูกกลิ้งอัด จำนวน2,3และ4ลูกกลิ้ง
5. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูอัด3,6และ9มิลลิเมตร
6. ความลึกของรูอัด10,15และ20มิลลิเมตร
7. ความชื้นที่เหมาะสมของวัสดุดิบ
8. แรงบิดที่ใช้ในการอัดเม็ด

วิธีการวิจัย

1.ออกแบบและสร้างเครื่องอัดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์ต้นแบบที่สามารถปรับเปลี่ยนองค์ประกอบที่ต้องการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพการอัดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์

2.วัดความชื้นที่เหมาะสมของวัตถุดิบ(ปุ๋ยอินทรีย์) ที่ใช้ในการทดลอง

3.ทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพการอัดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์

4.วางแผนการทดลองแบบ3x3x3x3x3factorial on CRD

5.การวิเคราะห์ผลการทดลอง วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติ(Analysis of Variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' Multiple range Test

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ข้อมูลต่างๆของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพการอัดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์เพื่อใช้ในการพัฒนาเครื่องต้นแบบต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการทำการเกษตรเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีนั้นมีปัจจัยสำคัญหลายประการ ได้แก่ พืชพันธ์ที่ดี ปริมาณน้ำ สภาพภูมิอากาศอำนวย ตลอดจนสภาพพื้นดินที่ใช้เพาะปลูกการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับพื้นดิน เมื่อเพาะปลูกเป็นเวลานานจำเป็นต้องอาศัยปุ๋ย ซึ่งปัจจุบันมีทั้งการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี การใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน รวมถึงบำรุงพืชในขณะเพาะปลูกเพียงอย่างเดียวจะมีผลทำให้โครงสร้างของดินทางกายภาพเลวลง และยังส่งผลให้ผลผลิตในฤดูกาลต่อๆมาลดลงได้ การแก้ไขปัญหาดังกล่าวอาจทำได้โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ เพราะว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงในดินจะช่วยเพิ่มหรือยกระดับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินให้มากขึ้น (บรรจงศรี จีรวิพูลวรรณ และคณะ , 2541)

การแปรรูปปุ๋ยอินทรีย์เป็นแนวทางหนึ่งสำหรับพัฒนาการใช้งานปุ๋ยอินทรีย์เนื่องจากจะช่วยลดเป็นปัญหาการจัดเก็บและการรักษาคุณภาพของปุ๋ย สามารถเพิ่มส่วนผสม เช่นปุ๋ยวิทยาศาสตร์ หรือวัสดุอย่างอื่น เพื่อเพิ่มคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์ต่อการเพาะปลูกได้โดยปัจจุบันมีการแปรรูปปุ๋ยอินทรีย์บ้างแล้ว คือ การนำมาอัดเม็ดหรืออัดแท่ง ซึ่งพบว่าช่วยลดปริมาตร เพิ่มความหนาแน่น ลดพื้นที่ในการจัดเก็บ สะดวกในการใช้งาน (ประดุจเทพ, 2536) การแปรรูปปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการใช้งานมีข้อควรพิจารณา เช่น

1. การแปรรูปเพื่อการใช้งาน จะทำให้สามารถใช้งานมูลสัตว์ หรือปุ๋ยอินทรีย์อื่นๆให้เกิดประโยชน์สูงสุด

2.. ปุ๋ยอินทรีย์บางประเภทมีลักษณะเหลวจึงจำเป็นต้องผสมวัสดุเพิ่มเพื่อลดความชื้นวัสดุ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มคุณภาพให้ปุ๋ยด้วย จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น เศษใบไม้เป็นต้น

3. การอัดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์เป็นแนวทางที่เหมาะสมกว่าการอัดแท่งเพราะมีลักษณะการใช้ประโยชน์ที่หลากหลายกว่าปุ๋ยแท่ง ซึ่งใช้ได้เฉพาะพืชยืนต้น

4. การพัฒนาเครื่องมือควรจะมีลักษณะการทำงานทุกขั้นตอนในเครื่องเดียวกัน เพื่อความสะดวกในการทำงาน โดยยึดหลักเกณฑ์ที่ว่าต้องเป็นอุปกรณ์ที่หาได้ง่ายตามท้องตลาดมีหลักการทำงานไม่ซับซ้อน เพื่อให้เกษตรกรใช้งาน และบำรุงรักษาเองได้ รวมถึงต้นทุนการผลิตไม่สูงเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

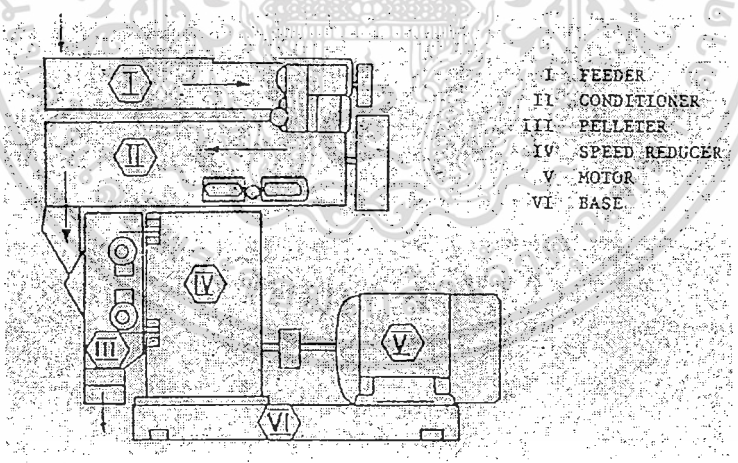
เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการอัดเม็ด

เครื่องอัดแท่ง

เครื่องอัดแบบไม่ใช้ความร้อน หรือการอัดแบบเปียก โดยทั่วไปใช้ตัวประสานต่าง ๆ เข้าช่วย เพื่อให้เกิดแรงยึดเกาะ บางกรณีแรงยึดเกาะอาจเกิดสารอินทรีย์ (กัญจนา และเพียรพรรค, 2521)วัสดุที่ถูกอัด ตัวประสานที่นิยมได้แก่ แป้งเปียก กากน้ำตาล ปูนขาวเป็นต้น แต่ก็มีวัสดุเกษตรที่สามารถอัดแท่งได้โดยไม่ใช้ตัวประสานได้แก่ ชานอ้อย และขี้เลื่อย การอัดแท่งมักจะผ่านกระบวนการอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งหมดคือ การย่อยขนาด หมัก ผสม และเพิ่มหรือลดความชื้นวัสดุเพื่อให้ได้เหมาะสมกับการอัดแท่ง โดยทั่วไปใช้แรงในการอัดค่อนข้างต่ำ เครื่องอัดแท่งโดยที่มีอยู่ในปัจจุบันพอสังเขปคือ

- เครื่องอัดเม็ดแบบเข็ง (Pelleting Machine)

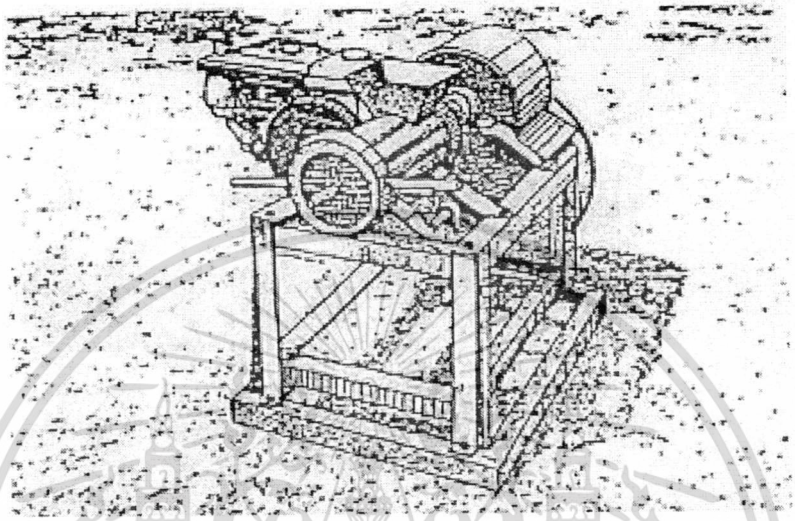
เครื่องอัดเม็ดแบบเข็ง โดยมากจะแพร่หลายในการผลิตอาหารสัตว์ หรืออัดมันเม็ดเนื่องจากวัสดุที่ได้ออกมาจะมีความแข็งอัดแน่น และจมน้ำ การทำงานของเครื่องอัดเม็ดชนิดนี้จะมีการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นและความดันระหว่างการผลิตตลอดเวลา วัสดุที่ผสมเรียบร้อยแล้วจะถูกลำเลียงมายังช่องวัสดุ(Feeder) จากนั้นจะเคลื่อนผ่านเข้าไปในห้องผสมไอน้ำ (Steam Condition Chamber) เพื่อฉีดไอน้ำให้กับวัสดุ ดังนั้นจึงได้วัสดุที่เปียกและนิ่มออกมาแล้วส่งต่อไปยังห้องอัดเม็ด ซึ่งมีลักษณะเป็นลูกกลิ้ง 2 ลูก และหน้าแว่น ซึ่งหมุนไปในทิศทางเดียวกัน วัสดุจะถูกอัดผ่านรูหน้าแว่นออกมาเป็นแท่งยาวตามขนาดของรู และถูกใบมีดตัดโดยใบมีดที่ติดตั้งไว้ข้างนอก



รูปที่ 1. เครื่องอัดเม็ดแบบแข็ง

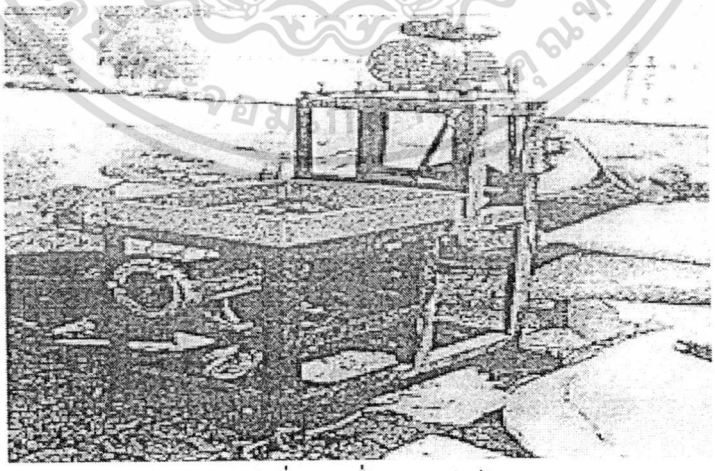
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-เครื่องอัดเม็ดอาหารสัตว์ มก เป็นเครื่องอัดเม็ดที่พัฒนาโดยคณะวิศวกรรมศาสตร์และศูนย์ครื่องจักรกลเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ กระบอกอัด เกลียวอัด และแผ่นแม่แบบกลม (ภรต และคณะ) ใช้เครื่องดีเซล 6 กิโลวัตต์ (8 แรงม้า) เป็นต้นกำลัง วัสดุที่ทำการอัดต้องมีความชื้นไม่ต่ำกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 350 กิโลกรัม/ชั่วโมง



รูปที่ 2. เครื่องอัดเม็ดอาหารสัตว์ มก

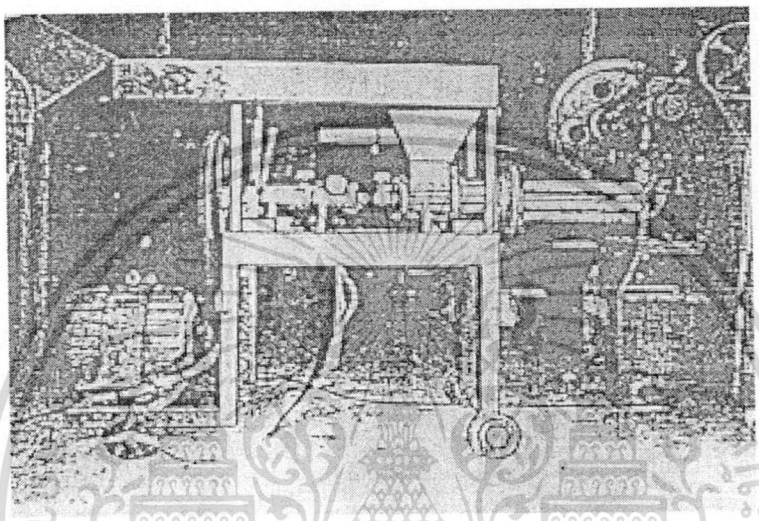
-เครื่องอัดแท่งปุ๋ยคอก เป็นเครื่องอัดแท่งโดยใช้หลักการรีดอัด เกลียวจะลำเลียงปุ๋ยอัดกระบอกที่มีขนาดเล็กลง ทำให้ปุ๋ยถูกอัดให้มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นดังในแสดงในประกอบด้วยถังกลวงปุ๋ย ป้อนสู่ชุดเกลียวรีดแล้วผ่านกลไกลำเลียงสู่ใบมีดตัดแท่งปุ๋ย



รูปที่ 3. เครื่องอัดแท่งปุ๋ยคอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่องอัดแบบสกรู มก/พช # 5 เป็นเครื่องที่พัฒนาโดยมหาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน มีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ กระบอกอัด เกลียวอัด และกระบอกแม่อัด แต่สำหรับกระบอกแม่แบบของเครื่องอัดแท่งแบบสกรู มก/พช # 5 สามารถเปลี่ยนขนาดได้ คือ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 และ 7 เซนติเมตร ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 5.6 กิโลวัตต์ (7.5 แรงม้า) เป็นต้นกำลัง วัสดุนำมาอัดควรมีความมีความชื้นประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานแห้ง) เครื่องอัดแท่งนี้มีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 60 กิโลกรัม/ชั่วโมง (วัฒนา และคณะ, 2529)



รูปที่4. เครื่องอัดเม็ดแบบสกรู

ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการอัดเม็ดของเครื่องอัดเม็ดแบบลูกกลิ้งอัด

การอัดเม็ดคือการที่วัสดุถูกลูกกลิ้งหมุนอัดวัสดุผ่านรูที่แป้นอัด เพื่อให้ได้คุณภาพที่ต้องการ กล่าวคือ เม็ดวัสดุมีความแน่นและไม่แตกป่นได้ง่าย

คุณภาพของการอัดเม็ดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการเช่น

-สูตรหรือส่วนผสมของวัสดุ

-ขนาดของวัสดุในส่วนผสม

-การปรับสภาพของวัสดุก่อนอัดเม็ด

-อัตราป้อนวัสดุ

-ความเร็วรอบของชุดอัด

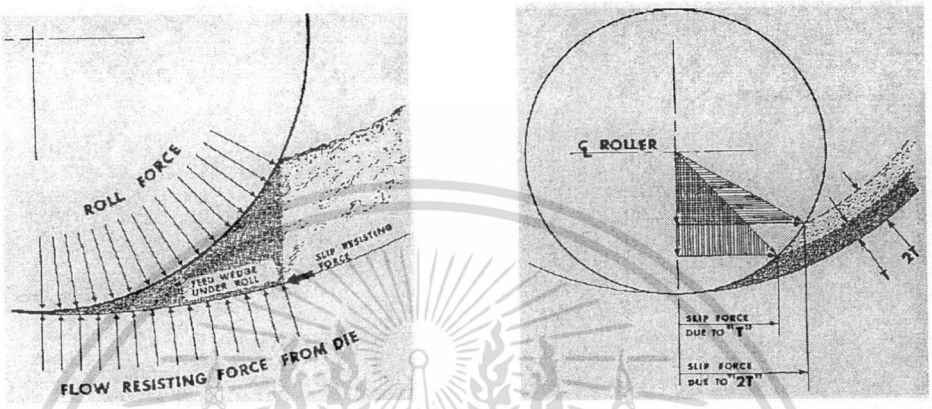
-คุณลักษณะของแป้นอัด(Die) ที่ถูกออกแบบ

-ปัจจัยอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงที่ใช้ในการอัดเม็ด แรงหลักๆที่ใช้เกิดขึ้นก็มี 3 แรงคือ

1. แรงจากลูกกลิ้ง เป็นแรงที่ลูกกลิ้งกระทำต่อวัสดุ เป็นแรงที่ทำให้เกิดการอัดและการขึ้นรูปของวัสดุ
2. แรงต้านของแป้นอัด เกิดจากการต้านการไหลของวัสดุที่จะเข้าไปในรูของแป้นอัด
3. แรงต้านการลื่นไถล เป็นแรงต้านการลื่นไถลของวัสดุไปตามหน้าแป้นอัด ขึ้นอยู่กับแรงกดของลูกกลิ้งและลักษณะความเสียดทาน ของวัสดุ



รูปที่ 5 ลักษณะแรงที่กระทำต่อชุดอัด

ปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้อง

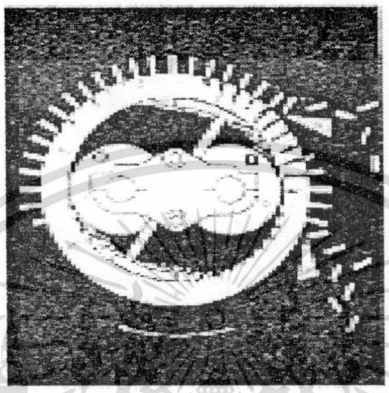
1. การลำเลียงที่ไม่เหมาะสม เมื่อมีการลำเลียงที่มากเกินไปจะทำให้ลูกกลิ้งไม่สามารถจะอัดวัสดุลงรูแป้นอัดได้ทัน ทำให้ต้นกำลังรับภาระมากเกินไป หรือสายพานส่งกำลังเกิดการลื่นไถล ส่วนการป้อนที่น้อยเกินไปจะทำให้เปอร์เซ็นต์การอัดเม็ดต่ำ
2. การกระจายตัวของวัสดุในห้องอัดเม็ด การลำเลียงที่ไม่กระจายทั่วทั้งแป้นอัดนอกจากทำให้ความสามารถในการผลิตของเครื่องจักรต่ำ ยังส่งผลต่อความสม่ำเสมอของความหนาแน่นของเม็ดวัตถุที่ถูกอัด
3. การปรับลูกกลิ้งอัด ลูกกลิ้งต้องสัมผัสติดกับแป้นอัด ไม่สามารถหมุนได้เมื่ออยู่นิ่ง ถ้ามีช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งกับแป้นอัด ทำให้ประสิทธิภาพของการอัดเม็ดต่ำ
4. ความเสียดทานของวัสดุกับลูกกลิ้ง ถ้าความชื้นของวัสดุสูงเกินไปความเสียดทานของวัสดุกับลูกกลิ้งต่ำ ลูกกลิ้งจะไม่หมุน วัสดุถูกดันไปด้านหน้ามากกว่าการถูกอัดผ่านรู ถ้าความชื้นของวัสดุต่ำเกินไปจะทำให้ความเสียดทานระหว่างวัสดุกับผิวของรูสูงกว่าแรงอัดจากลูกกลิ้งจนเกิดการอุดตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการอัดเม็ด

กระบวนการอัดเม็ดที่ใช้กันโดยทั่วไปคือการอัดเม็ดอาหารสัตว์ นิยมใช้ลูกกลิ้งชนิดอยู่กับที่และแป้นอัดหมุน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

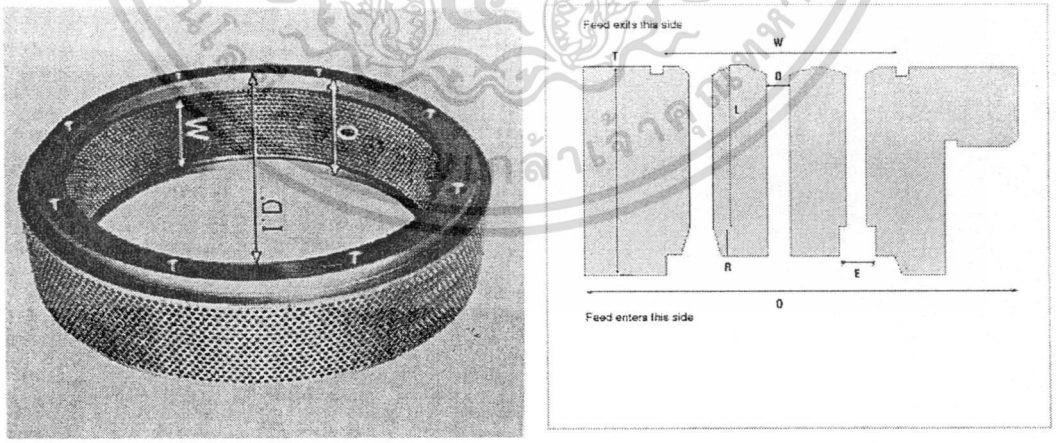
1. มีการลำเลียงวัสดุเข้ามายังห้อง
2. ในห้องมีการควบคุมความชื้น จากนั้นก็จะถูกส่งต่อไปยังห้องอัดเม็ด
3. การป้อนต้องกระจายทั่วหน้าของแป้นอัด
4. เมื่อมีแรงเสียดทานลูกกลิ้งจะหมุนและอัดวัสดุผ่านรูแป้นอัด



รูปที่ 6 ลักษณะห้องอัด

ส่วนประกอบของเครื่องอัดเม็ดแบบลูกกลิ้งอัด

1.แป้นอัด(Die) เป็นโลหะรูปทรงกระบอก เจาะรูพรุนโดยรอบ เพื่อให้วัสดุถูกอัดผ่านและเกิดการอัดเม็ด ผลิตจากเหล็กกล้าผสม เพื่อให้ต้านทานต่อการสึกหรอและกัดกร่อน



รูปที่ 7 แสดงคุณลักษณะของแป้นอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดคุณลักษณะของแป้นอัด

I.D = เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน O = ความกว้างทั้งหมดของ Die

W = ความกว้างของการทำงาน T = ความหนาทั้งหมดของ Die

L = ความลึกประสิทธิผล D = เส้นผ่าศูนย์กลางรู

R = Relief depth คือระยะความลึกของการผายหรือขยายรูด้านทางออกของรูอัด ช่วยในการปรับระยะL เพื่อให้ได้ L/D ratio ที่ต้องการ เนื่องจากวัสดุแต่ละชนิดต้องการ L/D ratioในการอัดเม็ดต่างกัน

การเจาะรูอัด มี 3 ลักษณะ คือ

-Close-hole pattern spacing มีพื้นที่รูประมาณ 43% ใช้เวลาในการอัดวัสดุผ่านรูนานขึ้น ช่วยลดพลังงานในการอัดเม็ด

-Wide-hole pattern spacing มีพื้นที่รูประมาณ 32% มีความแข็งแรงมากกว่าแบบแรก

-Standard pattern spacing มีพื้นที่เจาะรู และความแข็งแรงอยู่ระหว่าง2แบบดังกล่าว

2. ลูกกลิ้งอัด เป็นโลหะรูปทรงกระบอก มีหน้าที่ช่วยให้วัสดุเคลื่อนตัวเข้าไปในรูอัด รูปร่างและโครงสร้างของลูกกลิ้งจึงถูก ออกแบบเพื่อลดการสึนไถลของวัสดุ ผิวหน้าของลูกกลิ้งจึงมีความหยาบ ปกติทำมาจากทังสเตนคาร์ไบด์ โดยทั่วไปใช้ลูกกลิ้งประมาณ 2 – 3 ลูกในชุดอัด

3.Feed plow ลักษณะเป็นใบกวาดติดตั้งอยู่ภายในแป้นอัด ทำหน้าที่กวาดวัสดุให้กระจายอย่างสม่ำเสมอทั่วพื้นที่อัด

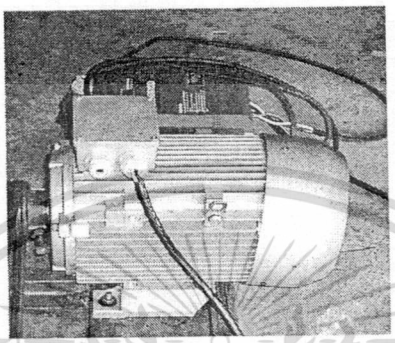
4.มีด ทำหน้าที่หมุนตัดวัสดุที่ถูกอัดผ่านแป้นอัด ให้มีขนาดความยาวตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

1.อุปกรณ์

1.1 ต้นกำลัง ใช้กำลังจากเครื่องยนต์ของรถแทรกเตอร์ ผ่านทางเพลา พีทีโอชนิด 540 รอบต่อนาทีสำหรับขับชุดป้อนวัสดุ และใช้มอเตอร์ขนาด1/3แรงม้าและใช้อินเวอร์เตอร์ปรับความเร็วรอบเพื่อขับชุดเกลียวลำเลียง ป้อนปุ๋ยอินทรีย์ไปสู่ห้องอัดเม็ด



รูปที่8 มอเตอร์ลำเลียง

1.2 เครื่องอัดเม็ด มีส่วนประกอบดังนี้

- โครงสร้างทำหน้าที่ยึดชุดอัด,ชุดป้อนวัสดุและชุดถ่ายทอดกำลัง ทำจากเหล็กหน้าตัดรูปตัวC ขนาด100x50x5 มิลลิเมตร

รูปที่ 9 โครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชุดถ่ายทอดกำลัง ทำหน้าที่ส่งผ่านกำลังจากเพลาพีทีโอของแทรกเตอร์ผ่าน มู่เล่และสายพานไปยัง เพลาอัด

มู่เล่ จากเพลาพีทีโอใช้ มู่เล่ ขนาด 4 นิ้วขับมู่เล่ ขนาด 12 นิ้ว ที่ เพลากลาง และมู่เล่ 8 นิ้วที่ เพลากลางขับมู่เล่ขนาด 12 นิ้วที่ เพลาอัด โดยมีอัตราทดรวม 4.5ต่อ1

สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาขนาดของ มู่เล่

$$\frac{D_1}{D_2}=\frac{N_1}{N_2}$$

D_1 = เส้นผ่านศูนย์กลางเพลาขับ (นิ้ว)

D_2 = เส้นผ่านศูนย์กลางเพลาตาม (นิ้ว)

N_1 = ความเร็วรอบเพลาขับ (รอบต่อนาที)

N_2 = ความเร็วรอบเพลาตาม (รอบต่อนาที)

สายพาน สายพานที่ใช้ขับเพลาอัดเป็นแบบสายพานวี ขนาดB 66

สูตรที่ใช้ในการคำนวณหากำลังม้าประเมินของสายพาน

$$\text{กำลังม้าประเมิน} = [a(\frac{10^3}{V_m})^{0.09} - \frac{c}{K_d D_1} - e\frac{V_m^2}{10^6}]\frac{V_m}{10^3} \times K_\theta \, K_L$$

V_m = ความเร็วของสายพาน (fpm) $=\pi D_p$ (rpm)/12

a,c,e = ค่าคงที่ ขึ้นอยู่กับขนาดสายพาน

D_1 = pitch diameter ของมู่เล่ตัวเล็ก(นิ้ว)

K_d =small diameter factor

K_θ = ค่าแก้ไขสำหรับมุมคล้องของมู่เล่ตัวเล็ก ที่ไม่เท่ากับ 180^0

K_L =ค่าแก้ไขสำหรับความยาวจริงของสายพาน

เพลา ใช้ในการหมุนส่งกำลังไปอัดวัสดุ เพลาจะรับแรงบิด และ แรงดัดรวมกัน

สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาขนาดเพลา

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

d = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพลาอัด (mm)

T = แรงบิด(N-m)

M = โมเมนต์ดัด(N-m)

τ = ค่าความเฉือนใช้งาน = 41 N/mm^2 สำหรับเพลาที่มีร่องลิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับเพลาหมุนมีแรงกระชากเล็กน้อย

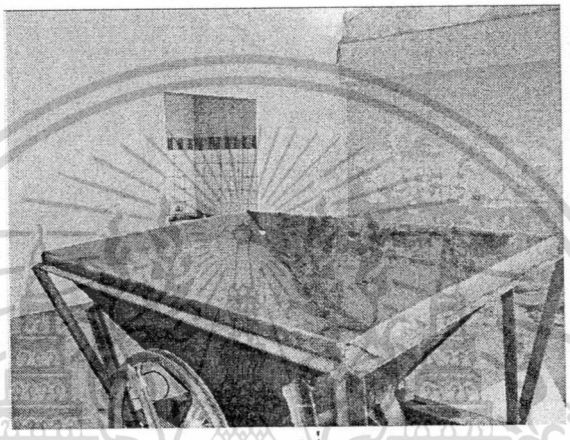
C_M = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการดัด= 1.5-2.0

C_T = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด= 1.0-1.5

ถ้าใช้กำลังในการอัด 5 kwatt จะเกิดแรงบิด 734 N-mและโมเมนต์ดัดในเพลา1,062N-mต้องเลือกเพลาขนาดไม่ต่ำกว่า65มม จึงจะรับภาระได้

Hopper

เป็นภาชนะรองรับวัสดุที่ผ่านกระบวนการผสมเพื่อจะลำเลียงไปห้องอัด



รูปที่ 10 Hopper

เกลียวลำเลียง

ทำหน้าที่ลำเลียงวัสดุจาก Hopper เข้าสู่ชุดอัดในอัตราที่เหมาะสมไม่มากหรือน้อยเกินไป กระบวนการอัดเม็ดจึงจะดำเนินไปได้ดี

ความเร็วของเพลาขับเกลียวลำเลียงหาได้จาก

$$N = \frac{4Q}{\pi(D^2 - d^2)p}$$

N = ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)

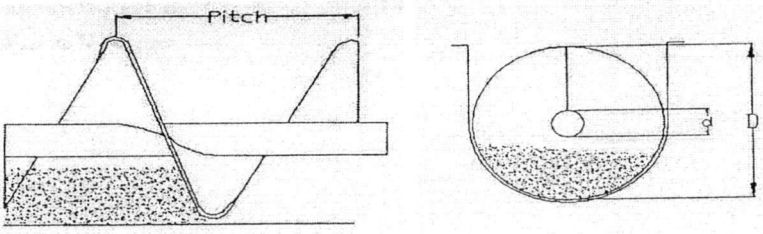
D = เส้นผ่าศูนย์กลางเกลียว (เมตร)

d = เส้นผ่าศูนย์กลางเพลา (เมตร)

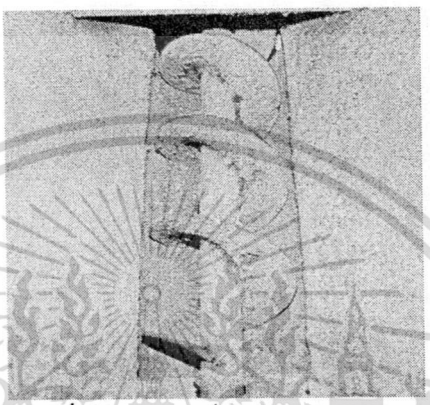
p = ระยะห่างระหว่างสันเกลียว (เมตร)

Q = อัตราการทำงาน (เมตร^3 ต่อ วินาที)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



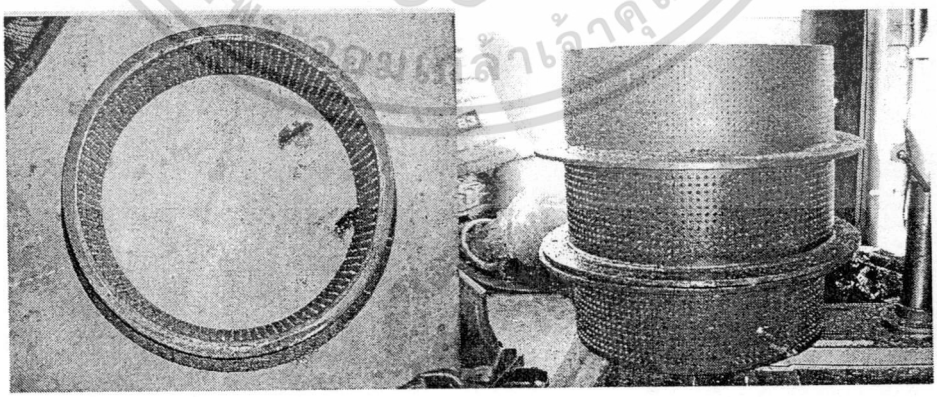
รูปที่11 สัญลักษณ์เกลียว



รูปที่ 12 เกลียวที่ใช้ในการทดสอบ

ชุดอัด ประกอบด้วยแป้นอัดชนิดอยู่กับที่และ ชุดลูกกลิ้งชนิดเคลื่อนที่

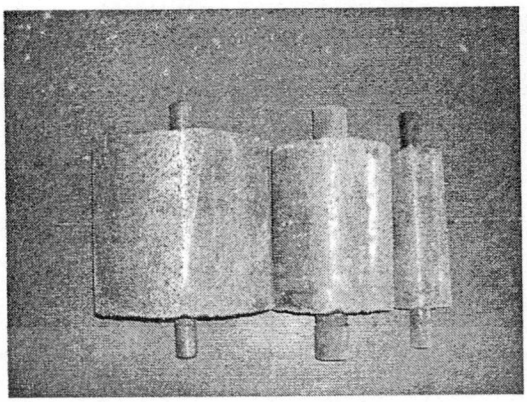
1. แป้นอัด ทำจากเหล็กเหนียวม้วนขึ้นรูป ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของแป้นอัด 450 มิลลิเมตร ความกว้างของพื้นที่อัด 180 มิลลิเมตร ความหนาของแป้นอัด(หรือความลึกของรูอัด)มี3ขนาด คือ 10,15และ20 มิลลิเมตร และมี ขนาดส้นผ่าศูนย์กลางรูอัด3ขนาด คือ 3,6และ 9 มิลลิเมตร ลักษณะรูอัดไม่มีการผายปาก ดังนั้นความลึกประสิทธิผลเท่ากับความหนาของแป้นอัด(L=T)

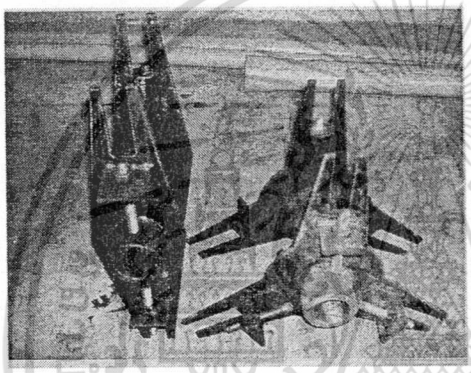


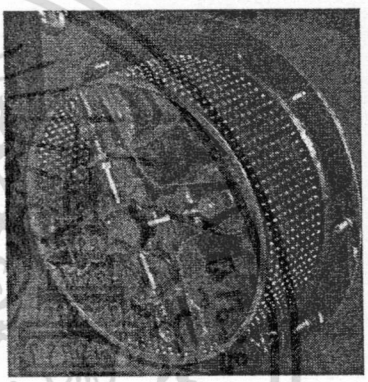
รูปที่ 13 แป้นอัดเม็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ชุดลูกกลิ้งชนิดเคลื่อนที่ หมุนอัดวัสดุด้วยเพลา ที่รับกำลังมาจาก ต้นกำลัง ในการทดสอบ ใช้ชุดลูกกลิ้ง 2 ,3,4 ลูก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลูกกลิ้ง 50,100 และ150 มิลลิเมตร

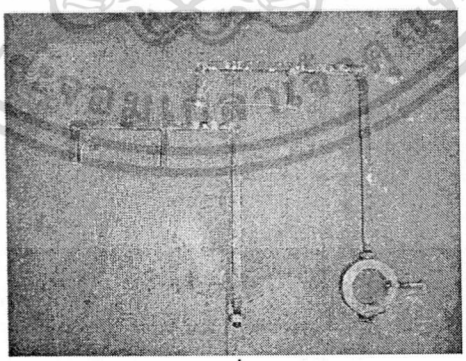






รูปที่ 14 ชุดลูกกลิ้งอัด

3.มีด หมุนอยู่ภายนอกแป้นอัด เพื่อตัดวัสดุที่ถูกอัดผ่านรู



รูปที่ 15 ใบมีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการวิจัย

1.การเตรียมวัตถุดิบ

- นำมูลโคมาผสมกับปูนขาว น้ำ และปุ๋ยยูเรีย หมักทิ้งไว้ในร่มประมาณ 2 เดือน โดยกลับกองปุ๋ยทุก 7 วัน เพื่อให้เกิดการย่อยสลายโดยสมบูรณ์ ปุ๋ยที่ผ่านการหมักจะไม่มีกลิ่นและไม่เกิดความร้อน จากนั้นนำไปตากให้แห้งสนิท

- นำปุ๋ยที่ได้ผ่านการหมักแล้วมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบด แบบแฮมเมอร์มิลล์ เพื่อให้ขนาดของวัสดุสม่ำเสมอ สะดวกในการนำไปผสมและปรับความชื้น

- นำมูลโคหมักที่ผ่านการบดละเอียดแล้วมาผสมกับ ร๊อคฟอสเฟต(0-3-0) อัตราส่วน 10:1เพื่อ ทำให้ปุ๋ยที่ผ่านการอัดเม็ดมีการยึดเกาะดีขึ้น ขณะที่กำลังผสมค่อยๆเติมน้ำเพื่อเพิ่มความชื้นให้มูลโคหมักจนถึงระดับที่ต้องการ

- การตรวจสอบระดับความชื้น เป็นขั้นตอนที่สำคัญในการอัดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์ เพราะถ้าแห้งหรือเปียกเกินไปก็จะมีผลต่อการอัด การที่จะรู้ว่าความชื้นเหมาะสมหรือไม่ทำได้โดยการใช้มือกำปุ๋ยให้แน่นแล้วคลายมือออกถ้าปุ๋ยยังจับตัวอยู่ได้ แต่เกิดรอยแยกตัวเล็กน้อย แสดงว่าได้ความชื้นที่เหมาะสม ไม่เปียกหรือแห้งเกินไป

2.การวัดความชื้นของวัตถุดิบ

- นำปุ๋ยอินทรีย์ที่เตรียมขึ้นตามหัวข้อ4.1 ไปทดลองอัดเม็ด

- ตรวจคุณภาพของเม็ดปุ๋ยโดยสังเกตุจาก เม็ดปุ๋ยมีผิวเรียบไม่เป็นขุย จับตัวแน่น และไม่นิ่มเกินไป

- เมื่อได้คุณภาพเม็ดปุ๋ยตามที่ต้องการ นำปุ๋ยอินทรีย์จากข้อ1. จำนวน 10 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 100 กรัม นำไปอบด้วยอุณหภูมิ 105 ^{0} C นาน 8 ชั่วโมง

- นำปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านการอบไปชั่งน้ำหนัก

- คำนวณค่าความชื้นได้จาก

%ความชื้น(มาตรฐานเปียก) = 100x (น้ำหนักวัสดุก่อนอบ-น้ำหนักวัสดุหลังอบ)/น้ำหนักวัสดุก่อนอบ

3. การทดสอบเบื้องต้น

วัตถุประสงค์ของการทดสอบ เพื่อกำหนดเงื่อนไขความเร็วรอบการทำงานที่เหมาะสมของการอัดเม็ด โดยตั้งสมมติฐานเบื้องต้นที่คาดว่าจะให้ประสิทธิภาพการทำงานสูงสุด

- ความเร็วรอบชุดอัด (กำหนดโดยอ้างอิง)

- ความเร็วรอบเพลาลำเลียง (ปรับเองโดยพิจารณาจากผลการทดลอง)

- ตั้งสมมุติฐานของส่วนประกอบชุดอัด (ลูกกลิ้งขนาดกลางจำนวน 4 ลูก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 1 แสดงปัจจัยที่ศึกษาการอัดเม็ดเบื้องต้น

ปัจจัยที่ศึกษา	ค่าของปัจจัยที่ศึกษา
ขนาดความหนาแป้นอัด(ม.ม)	10
ขนาดรูอัด (ม.ม)	6
ขนาดลูกกลิ้ง (ม.ม)	100
จำนวนลูกกลิ้ง(ลูก)	4
ความเร็วรอบเพลาอัด (รอบ ต่อนาที)	65,70,75
ความเร็วรอบเกลียวลำเลียง (รอบต่อนาที)	25,30,35

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

1. ตาชั่ง
2. นาฬิกาจับเวลา
3. เครื่องวัดความเร็วรอบ
4. เครื่องปรับความเร็วรอบของมอเตอร์

วิธีการทดสอบ

1. ปรับความเร็วรอบชุดอัด 65 รอบ ต่อนาที และความเร็วรอบ ชุดป้อน 25 รอบ ต่อนาที
2. ทำการอัดเม็ดปุ๋ยแล้วสุ่มเก็บตัวอย่าง
3. รักษาความเร็วรอบชุดอัดที่65 รอบ ต่อนาที ปรับความเร็วรอบชุดป้อนเป็น 30และ35 รอบต่อนาที สุ่มเก็บตัวอย่างที่แต่ละความเร็วรอบชุดป้อนทำตามขั้นตอนที่ 4 และ 5 จนครบความเร็วรอบที่กำหนด
4. ปรับความเร็วรอบชุดอัดเป็น 70 รอบ ต่อนาที และปรับความเร็วรอบชุดป้อนเป็น 25,30และ35 รอบต่อนาที สุ่มเก็บตัวอย่างแต่ละการทดลอง
5. ปรับความเร็วรอบชุดอัดเป็น 75 รอบ ต่อนาทีและปรับความเร็วรอบชุดป้อนเป็น 25,30และ35 รอบต่อนาที สุ่มเก็บตัวอย่างแต่ละการทดลอง
6. นำตัวอย่างทั้งหมดที่สุ่มเก็บไปตากให้แห้ง
7. แยกปุ๋ยที่เป็นเม็ดและผงออกจากกันแล้วนำไปชั่งเพื่อตรวจวัดเปอร์เซ็นต์เม็ดปุ๋ยโดยน้ำหนัก
8. นำค่าความเร็วรอบชุดอัดและชุดป้อนไปใช้ในการทดสอบปัจจัยอื่นๆต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

4. การทดสอบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของการอัดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์

วิธีการทดสอบ

- อัดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์โดยใช้ค่าของปัจจัยจากตาราง 4.4

ตาราง 2 ปัจจัยที่ศึกษาการอัดเม็ด

ปัจจัยที่ศึกษา	ค่าของปัจจัย
เส้นผ่าศูนย์กลางรูแป้นอัด(มิลลิเมตร)	6
ความหนาแป้นอัด (มิลลิเมตร)	10,15,20
เส้นผ่าศูนย์กลางลูกกลิ้ง (มิลลิเมตร)	50,100,150
จำนวนลูกกลิ้ง	2,3,4
ความเร็วรอบเพลาอัด (รอบต่อนาที)	65,70,75
ความเร็วรอบเพลาลำเลียง (รอบต่อนาที)	25,30,35
ความชื้นของวัสดุก่อนอัด %(มาตรฐานเปียก)	29.72-34.34

-นำตัวอย่างที่ได้ไปตากแดดให้แห้ง แล้วสุ่มตัวอย่างจากแต่ละการทดลอง ตัวอย่างละ 1 กิโลกรัมไปปั่นทดสอบความคงตัวด้วยเครื่องมือดังรูปที่ ความเร็วของการหมุน50รอบต่อนาทีโดยใช้เวลาการทดสอบนาน 10 นาที แยกเม็ดที่ยังคงสภาพดี ไม่แตกป่นไปชั่งเพื่อหาค่าความคงตัวจาก

ความคงตัว(%) = (มวลของเม็ดหลังจากการปั่น/มวลของเม็ดก่อนการปั่น)x100

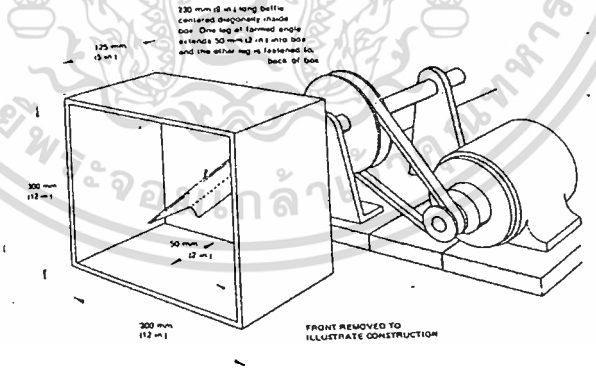


Figure 2 – Durability tester for pellets and crumbles

รูปที่16 เครื่องมือทดสอบความคงตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
67468

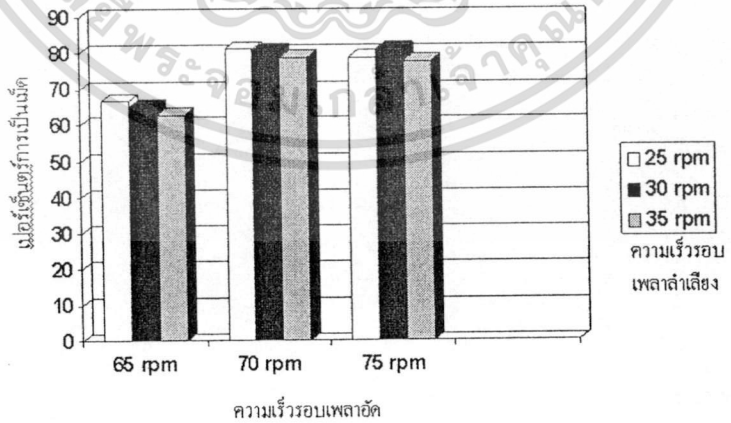
ผลการทดลอง

1. ผลการวัดความชื้นของวัตถุดิบ

ตาราง 3 ความชื้นของวัตถุดิบ

ตัวอย่าง	น้ำหนักก่อนอบ กรัม	น้ำหนักหลังอบ กรัม	ผลต่างน้ำหนัก กรัม	ความชื้นมาตรฐานเปียก %
1	43.55	29.72	13.84	31.78
2	50.49	33.84	16.65	32.98
3	50.50	33.85	16.65	32.97
4	50.84	34.04	16.80	33.04
5	50.43	34.08	16.35	32.42
6	50.68	34.14	16.54	32.64
7	50.68	34.34	16.34	32.24
8	50.56	34.06	16.50	32.63
9	50.62	33.94	16.68	32.95
10	50.74	34.14	16.60	32.72

2.ผลการทดสอบเบื้องต้น จากตาราง 4.2 และรูปที่ 4.5 ที่ความหนาแป้นอัด 10มิลลิเมตร ชุดลูกกลิ้งอัด จำนวน 4 ลูก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลูกกลิ้ง 100 มิลลิเมตร พบว่าที่ความเร็วรอบเพลาอัด 70 รอบต่อนาที และความเร็วรอบเพลาลำเลียง 25 รอบต่อนาที ให้อัตราการเป็นเม็ดได้สูงสุดคือ 81.1 เปอร์เซ็นต์

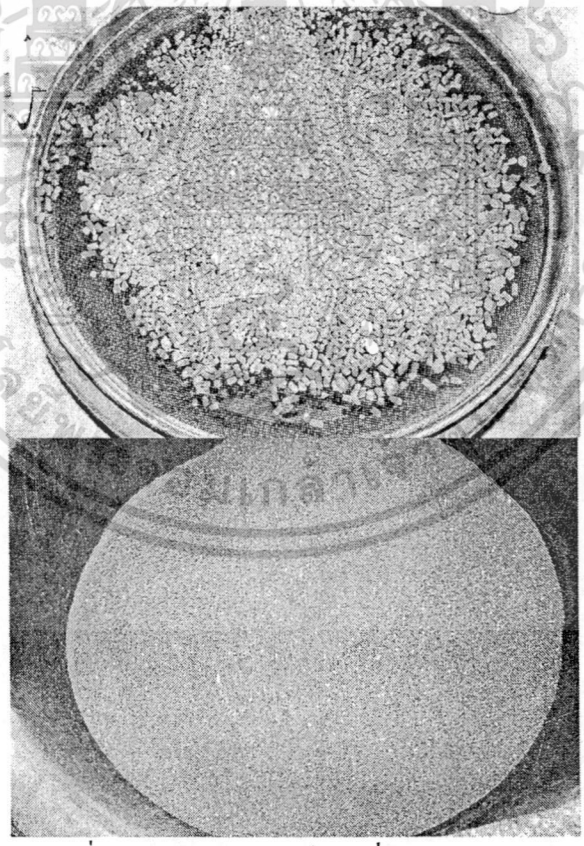


รูปที่ 17 แสดง ผลการทดสอบเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4 ผลการทดสอบเบื้องต้น

ลูกกลิ้ง		ขนาดความหนาแป้นอัด	ความเร็วรอบเพลาอัด	ความเร็วรอบเพลาลำเลียง	อัตราการเป็นเม็ด %
จำนวน	ขนาด				
4	100	10	65	25	66.67
				30	65.1
				35	62.8
4	100	10	70	25	81.1
				30	80.6
				35	78.7
4	100	10	75	25	78.6
				30	80.9
				35	77.7



รูปที่ 18 ลักษณะผงและเม็ดปุ๋ยที่ผ่านการคัดแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.ผลการทดสอบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่า ความคงตัว

1. จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อค่า ความคงตัวคือ ความหนาแป้นอัด (Die)จำนวนลูกกลิ้ง(NO)ขนาดลูกกลิ้ง(SIZE)(Pr>F =0.0001)ส่วนปัจจัยที่ไม่มีผลต่อค่า ความคงตัวคือความเร็วเพลาป้อน(FRPM)และความเร็วรอบเพลาอัด(PRPM) ค่าPr>F =0.7564และ 0.9631ตามลำดับ
2. ที่จำนวนลูกกลิ้งเดียวกันและค่าความหนาของแป้นอัดเท่ากันค่าเฉลี่ยของความคงตัวเปลี่ยนแปลงตามขนาดลูกกลิ้ง(ตารางที่ 4.5 ,รูปที่ 4.4)
3. ที่จำนวนลูกกลิ้งเดียวกันและขนาดลูกกลิ้งเท่ากัน ค่าเฉลี่ยของความคงตัวเปลี่ยนแปลงตามค่าความหนาของแป้นอัด(ตารางที่4.6 ,รูปที่ 4.5)
4. ค่าความหนาของแป้นอัดเท่ากันและขนาดลูกกลิ้งเท่ากันค่าเฉลี่ยของความคงตัวไม่เปลี่ยนแปลงตามจำนวนลูกกลิ้ง(ตารางที่4.7,รูปที่ 4.6)

ตาราง 5 การเปรียบเทียบอิทธิพลของขนาดลูกกลิ้งต่อความคงตัว

DIE	NO	SIZE	DUR LSMEAN
10	2	50	89.46^{g}
10	2	100	90.20^{f}
10	2	150	91.11^{e}
10	3	50	89.44^{g}
10	3	100	90.28^{f}
10	3	150	91.32^{e}
10	4	50	89.57^{g}
10	4	100	90.58^{f}
10	4	150	91.44^{e}
15	2	50	90.14^{f}
15	2	100	91.50^{e}
15	2	150	93.68^{bc}
15	3	50	90.54^{f}
15	3	100	92.69^{d}
15	3	150	94.1^{b}
15	4	50	91.07^{e}
15	4	100	93.37^{c}
15	4	150	94.33^{b}
20	2	50	91.90^{e}
20	2	100	93.37^{c}
20	2	150	94.37^{ab}
20	3	50	92.38^{d}
20	3	100	93.51^{c}
20	3	150	94.84^{a}
20	4	50	92.50^{d}
20	4	100	93.47^{c}
20	4	150	94.83^{a}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

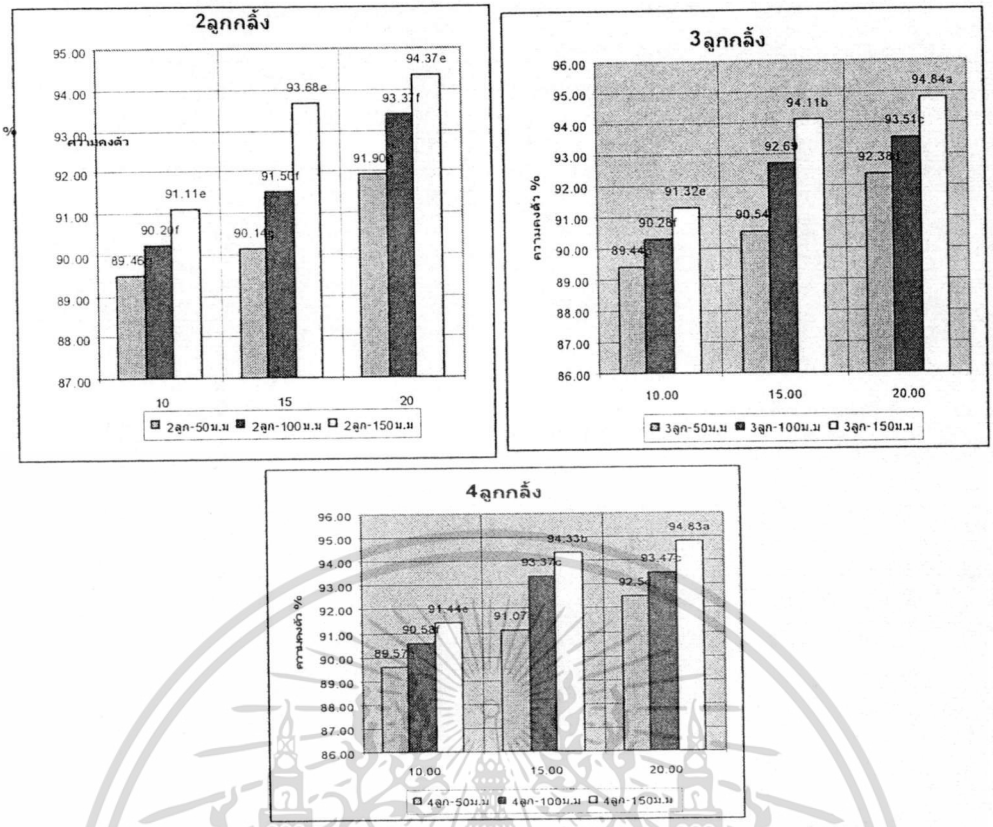
ตาราง 6 การเปรียบเทียบอิทธิพลของความหนาแป้นอัดต่อความคงตัว

DIE	NO	SIZE	DUR LSMEAN
10	2	50	89.46[g]
15	2	50	90.14[f]
20	2	50	91.90[e]
10	2	100	90.20[f]
15	2	100	91.50[e]
20	2	100	93.37[c]
10	2	150	91.11[e]
15	2	150	93.68[bc]
20	2	150	94.37[ab]
10	3	50	89.44[g]
15	3	50	90.54[f]
20	3	50	92.38[d]
10	3	100	90.28[f]
15	3	100	92.69[d]
20	3	100	93.51[c]
10	3	150	91.32[e]
15	3	150	94.11[b]
20	3	150	94.84[a]
10	4	50	89.57[g]
15	4	50	91.07[e]
20	4	50	92.50[d]
10	4	100	90.58[f]
15	4	100	93.37[c]
20	4	100	93.47[c]
10	4	150	91.44[e]
15	4	150	94.33[b]
20	4	150	94.83[a]

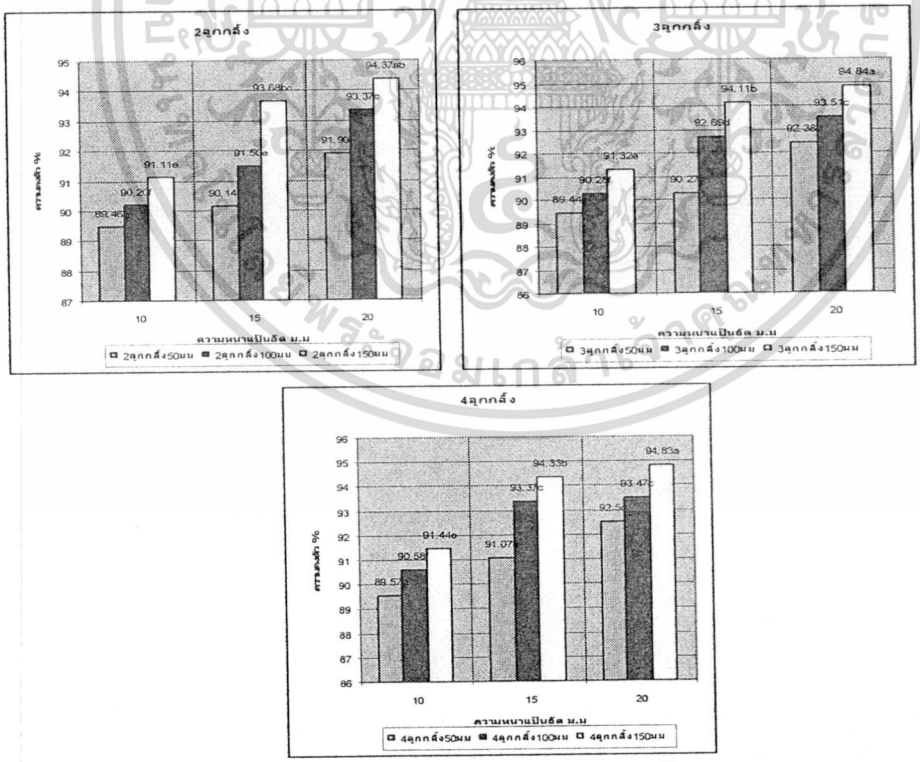
ตาราง7 การเปรียบเทียบอิทธิพลของจำนวนลูกกลิ้งต่อความคงตัว

DIE	NO	SIZE	DUR LSMEAN
10	2	50	89.46[g]
10	3	50	89.44[g]
10	4	50	89.57[g]
10	2	100	90.20[f]
10	3	100	90.28[f]
10	4	100	90.58[f]
10	2	150	91.11[e]
10	3	150	91.32[e]
10	4	150	91.44[e]
15	2	50	90.14[f]
15	3	50	90.54[f]
15	4	50	91.07[e]
15	2	100	91.50[e]
15	3	100	92.69[d]
15	4	100	93.37[c]
15	2	150	93.68[bc]
15	3	150	94.11[b]
15	4	150	94.33[b]
20	2	50	91.90[e]
20	3	50	92.38[d]
20	4	50	92.50[d]
20	2	100	93.37[c]
20	3	100	93.51[c]
20	4	100	93.47[c]
20	2	150	94.37[ab]
20	3	150	94.84[a]
20	4	150	94.83[a]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

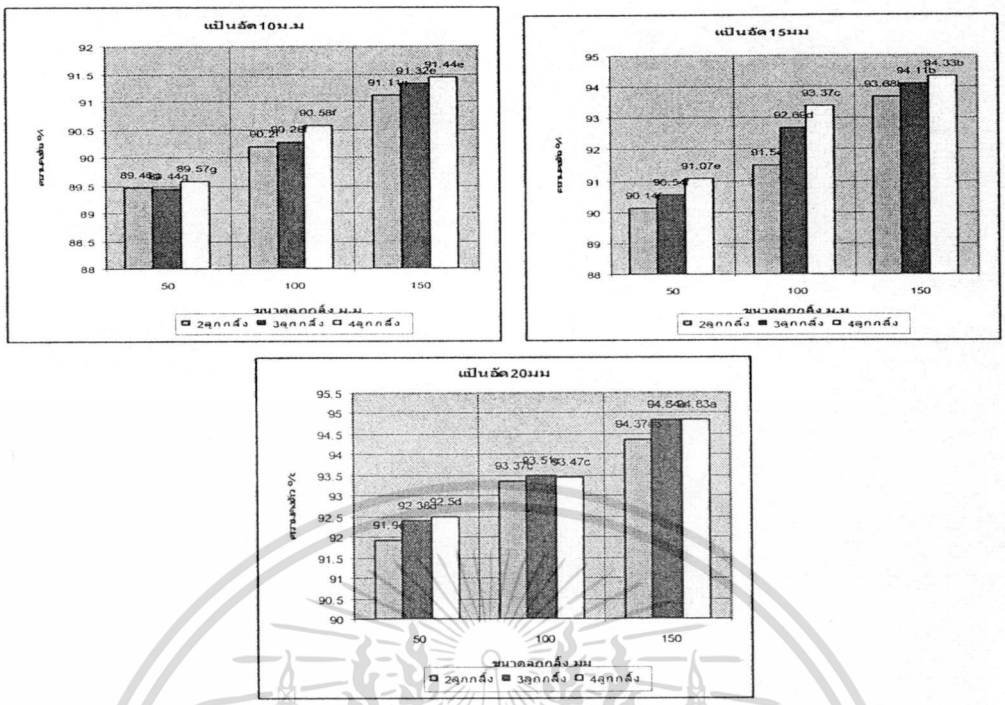


ภาพ19 เปรียบเทียบอิทธิพลของความหนาแป้นอัดต่อความคงตัว



ภาพที่ 20 อิทธิพลของขนาดลูกกลิ้งต่อความคงตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่21 อิทธิพลของจำนวนลูกกลิ้งต่อความคงตัว

การประมาณแรงบิดที่ใช้ในการอัดเม็ด

เนื่องจากขาดเครื่องมือวัดแรงบิด จึงประมาณแรงบิดจาก กำลังม้าประเมินของสายพาน

$$\text{กำลังม้าประเมิน} = [a(\frac{10^3}{V_m})^{0.09} - \frac{c}{K_d D_1} - e\frac{V_m^2}{10^6}]\frac{V_m}{10^3} \times K_\theta \; K_L$$

V_m = ความเร็วของสายพาน (fpm) $= \pi D_p$ (rpm)/12

$= \pi$ x12(75)/12

= 236 ฟุต/นาที

จากตาราง ผ.29ในภาคผนวก

a=4.737 c=13.962 e = 0.0234

D_1 = pitch diameter ของมู่เล่ตัวเล็ก = 8 นิ้ว

D_2 = pitch diameter ของมู่เล่ตัวใหญ่ = 12 นิ้ว

C=ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางมู่เล่ =18 นิ้ว

K_d=1.11 จากตาราง ผ.30 ($\frac{D_2}{D_1}$=1.5)

K_θ = 0.97 จากตาราง ผ.31 ($\frac{D_2 - D_1}{C}$=0.22)

K_L=0.93 สำหรับสายพานวีขนาดB66 จากตาราง ผ.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อแทนค่าต่างๆ จะได้กำลังม้าประเมิน = 0.81 แรงม้าสำหรับสายพานวีขนาด B66

ใช้สายพานวีจำนวน 7 เส้นในการถ่ายทอดกำลัง

ดังนั้น กำลังที่ถ่ายทอด=7x0.81=5.67 แรงม้า หรือ4.22กิโลวัตต์

เนื่องจาก $P = \frac{2\pi nT}{60x1000}$

P= กำลังที่สายพานถ่ายทอด = 4.22 กิโลวัตต์

n = ความเร็วรอบที่ใช้อัด =75 รอบต่อนาที

T= แรงบิด (นิวตัน-เมตร)

เมื่อแทนค่าต่างๆ จะได้ แรงบิด T = 537 นิวตัน-เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

1.เงื่อนไขที่ดีที่สุดอยู่ที่ความหนาแป้นอัด20ม.ม ลูกกลิ้งขนาด150มมจำนวน2,3และ4ลูก มีค่าความคงตัว94.37 [a] %,94.84 [a] %และ94.83 [ab] %(ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ)รองลงไปคือที่ความหนาแป้นอัด15ม.มลูกกลิ้งขนาด150มมจำนวน4ลูกมีค่าความคงตัว94.33 [b] %

2. ความหนาของแป้นอัดเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพการอัดเม็ดที่ทุกขนาดและจำนวนของลูกกลิ้ง เนื่องจากความเสียดทานเพิ่มขึ้นตามความลึกของรูอัด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของBehnke(1990)ที่รายงานว่าความหนาของแป้นอัดส่งผลต่อความคงตัว(Durability)อย่างมีนัยสำคัญ

3. ขนาดของลูกกลิ้งมีอิทธิพลต่อความคงตัวอย่างเห็นได้ชัดที่ทุกความหนาแป้นอัดและจำนวนลูกกลิ้ง โดยลูกกลิ้งขนาดใหญ่ให้คุณภาพการอัดเม็ดที่ดีกว่าลูกกลิ้งขนาดกลาง และลูกกลิ้งขนาดกลางให้คุณภาพการอัดเม็ดที่ดีกว่าลูกกลิ้งขนาดเล็ก สาเหตุมาจากค่ามุมระหว่างลูกกลิ้งกับแป้นอัดยิ่งน้อยวัสดุจะถูกอัดได้ดี

4. จำนวนลูกกลิ้งมีไม่มีอิทธิพลต่อความคงตัว

5.เนื่องจากขาดเครื่องมือวัดแรงบิด จึงไม่ได้เก็บข้อมูลของกำลังการผลิตและกำลังงานที่ใช้ในการอัดเม็ดที่เงื่อนไขแตกต่างกัน

6. ค่าแรงบิดจากการคำนวณ เป็นค่าที่ประมาณจาก กำลังม้าประเมินของสายพาน ไม่ใช่ค่าแรงบิดที่เกิดขึ้นจริงขณะที่อัดเม็ด

7.ค่าความชื้นที่เหมาะสมในการอัดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์ในการทดลองครั้งนี้อยู่ระหว่าง31.78-33.04 %โดยมีค่าเฉลี่ย 32.64 %(มาตรฐานเปียก)

ปัญหาและแนวทางแก้ไข

- โครงสร้างเกิดอาการสั่นเมื่อทำงานเนื่องจากการสร้างแป้นอัดไม่ได้มาตรฐาน ควรปรับปรุงการสร้างชุดลูกกลิ้งและแป้นอัดของเครื่องต้นแบบให้ถูกต้องแม่นยำ เพื่อแก้ปัญหาการไม่ได้ศูนย์ขณะหมุนอัด
- การส่งกำลังด้วยมู่เล่และสายพานวีในชุดอัดเม็ดไม่เหมาะสม เนื่องจากความเร็วของสายพานวีควรอยู่ระหว่าง 1000-5000 ฟุตต่อนาที เพราะในการทำงาน ความเร็วของสายพานวีอยู่ที่ 190 ฟุตต่อนาที จึงทำให้ส่งกำลังได้ต่ำ สายพานเกิดการลื่นเมื่อมีภาระสูง
- การลำเลียงปุ๋ยจากHopperไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากการเกิดโพรงเหนือสกรูลำเลียง ควรติดตั้งอุปกรณ์กวนปุ๋ย(Agitator) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว
- ปุ๋ยถูกอัดไม่ทั่วพื้นที่ของแป้นอัด จึงควรสร้างอุปกรณ์ช่วยกระจายปุ๋ยในห้องอัดเม็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1]วรพจน์ รัมพณีนิล 2529 ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ย กรุงเทพฯ : ยูไนเต็ดบุคส์

[2]ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา 2527 ปุ๋ยคอก วารสารดินและปุ๋ย 6(73) : 308

[3]สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์ . 2527 . หลักวิชาพืชสวน. กทม . กรุงสยามการพิมพ์

[4] บรรจงศรี จีระวิพูลวรรณ, ทนงศักดิ์ แสงวัฒนะชัย, ลำไย โกวิทยากร,ลำดวล สุภา , จักรมาเลาหวนิช สิทธิพงศ์ ศรีสว่างวงศ์ , 2541 การจัดการมูลสัตว์เพื่อสิ่งแวดล้อมชนบท.รายการวิจัย ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ และภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสต มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[5] เสมอขวัญ ตันติกุล . 2536.การออกแบบและ ประเมินเครื่องอัดแท่งปุ๋ยคอก. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเครื่องจักรกลเกษตร คณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น

[6]ประดุจเทพ แก่นมณี . 2536. เกษตรกรประเทศออสเตรเลีย สะดวกใจใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด. เทคโนฯ เกษตรแผนใหม่. 1 (1) : 35

[7]ภรต กุญชร ณ อยุธยา , อดุล วรรณจนา , ชัยรัตน์ รางแดง และมนตรี ศรีสุระ. 2534. โครงการพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตร สำหรับการผลิตโคนม. วิศวกรรมสาร มก. 4(11) : 82 – 96

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ผ. 1 แป้นอัดหนา 10 มิลลิเมตร จำนวนลูกกลิ้ง 2 ลูกและขนาดลูกกลิ้ง 50 มิลลิเมตร

จำนวน ลูกกลิ้ง	ขนาด ลูกกลิ้ง (mm)	ความเร็วรอบ เพลาอัด (rpm)	ความเร็วรอบ เพลาลำเลียง (rpm)	เปอร์เซ็นต์ เม็ด (%)	เปอร์เซ็นต์เม็ด หลังทดสอบ ความคงตัว (%)
2	50	65	25	48.7	89.4
			30	47.9	89.4
			35	45.3	89.5
		70	25	50.4	89.6
			30	49.3	89.5
			35	48.6	89.6
		75	25	49.2	89.4
			30	51.7	89.4
			35	50.3	89.3

ตาราง ผ. 2แป้นอัดหนา 10 มิลลิเมตร จำนวนลูกกลิ้ง 3 ลูกและขนาดลูกกลิ้ง 50 มิลลิเมตร

จำนวน ลูกกลิ้ง	ขนาด ลูกกลิ้ง (mm)	ความเร็วรอบ เพลาอัด (rpm)	ความเร็วรอบ เพลา ลำเลียง (rpm)	เปอร์เซ็นต์ เม็ด (%)	เปอร์เซ็นเม็ด หลังทดสอบ ความคงตัว(%)
3	50	65	25	52.4	89.3
			30	51.8	89.5
			35	50.2	89.6
		70	25	53.5	89.5
			30	51.7	89.4
			35	50.9	89.3
		75	25	52.3	89.4
			30	53.9	89.5
			35	51.6	89.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ผ. 3แป้นอัดหนา 10 มิลลิเมตร จำนวนลูกกลิ้ง 4 ลูกและขนาดลูกกลิ้ง 50 มิลลิเมตร

จำนวน ลูกกลิ้ง	ขนาด ลูกกลิ้ง (mm)	ความเร็วรอบ เพลาอัด (rpm)	ความเร็วรอบ เพลา ลำเลียง (rpm)	เปอร์เซ็นต์เม็ด (%)	เปอร์เซ็นต์เม็ด หลังทดสอบ ความคงตัว (%)
4	50	65	25	55.8	89.3
			30	54.6	89.5
			35	52.8	89.6
		70	25	54.7	89.8
			30	56.5	89.7
			35	54.9	89.3
		75	25	55.3	89.6
			30	56.7	89.7
			35	54.8	89.6

ตาราง ผ. 4แป้นอัดหนา 10 มิลลิเมตร จำนวนลูกกลิ้ง 2 ลูกและขนาดลูกกลิ้ง 100 มิลลิเมตร

จำนวน ลูกกลิ้ง	ขนาด ลูกกลิ้ง (mm)	ความเร็วรอบ เพลาอัด (rpm)	ความเร็วรอบ เพลา ลำเลียง (rpm)	เปอร์เซ็นต์ เม็ด (%)	เปอร์เซ็นต์เม็ด หลังทดสอบ ความคงตัว (%)
2	100	65	25	63.9	90.1
			30	62.3	90.2
			35	60.2	90.3
		70	25	64.7	90.2
			30	62.7	90.1
			35	61.9	90.3
		75	25	63.8	90.3
			30	65.3	90.2
			35	63.9	90.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ผ. 5แป้นอัดหนา 10 มิลลิเมตร จำนวนลูกกลิ้ง 3 ลูกและขนาดลูกกลิ้ง 100 มิลลิเมตร

จำนวน ลูกกลิ้ง	ขนาด ลูกกลิ้ง (mm)	ความเร็วรอบ เพลาอัด (rpm)	ความเร็วรอบ เพลา ลำเลียง (rpm)	เปอร์เซ็นต์ เม็ด (%)	เปอร์เซ็นต์เม็ด หลังทดสอบ ความคงตัว (%)
3	100	65	25	65.6	90.4
			30	64.4	90.3
			35	64.2	90.1
		70	25	66.7	90.2
			30	65.8	90.3
			35	64.9	90.2
		75	25	64.8	90.4
			30	66.6	90.3
			35	65.3	90.3

ตาราง ผ. 6แป้นหนา 10 มิลลิเมตร จำนวนลูกกลิ้ง 4 ลูกและขนาดลูกกลิ้ง 100 มิลลิเมตร

จำนวน ลูกกลิ้ง	ขนาด ลูกกลิ้ง (mm)	ความเร็วรอบ เพลาอัด (rpm)	ความเร็วรอบ เพลา ลำเลียง (rpm)	เปอร์เซ็นต์เม็ด (%)	เปอร์เซ็นต์เม็ด หลังทดสอบ ความคงตัว
4	100	65	25	66.7	90.3
			30	65.1	90.6
			35	62.8	90.7
		70	25	81.1	90.9
			30	80.6	90.7
			35	78.7	90.7
		75	25	78.6	90.6
			30	80.9	90.4
			35	77.7	90.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ผ. 7แป้นหนา 10 มิลลิเมตร จำนวนลูกกลิ้ง 2 ลูกและขนาดลูกกลิ้ง 150 มิลลิเมตร

จำนวนลูกกลิ้ง	ขนาดลูกกลิ้ง (mm)	ความเร็วรอบเพลาอัด (rpm)	ความเร็วรอบเพลา ลำเลียง (rpm)	เปอร์เซ็นต์เม็ด(%)	เปอร์เซ็นต์เม็ดหลังทดสอบความคงตัว
2	150	65	25	78.6	90.2
			30	77.3	91.1
			35	75.7	91.1
		70	25	81.5	91.2
			30	79.6	91.3
			35	78.4	91.3
		75	25	76.8	91.1
			30	81.7	91.4
			35	79.8	91.3

ตาราง ผ. 8แป้นหนา 10 มิลลิเมตร จำนวนลูกกลิ้ง 3 ลูกและขนาดลูกกลิ้ง 150 มิลลิเมตร

จำนวนลูกกลิ้ง	ขนาดลูกกลิ้ง (mm)	ความเร็วรอบเพลาอัด (rpm)	ความเร็วรอบเพลา ลำเลียง (rpm)	เปอร์เซ็นต์เม็ด (%)	เปอร์เซ็นต์เม็ดหลังทดสอบความคงตัว
3	150	65	25	79.4	91.2
			30	78.4	91.6
			35	77.7	91.2
		70	25	82.8	91.3
			30	81.6	91.8
			35	80.3	91.3
		75	25	80.2	91.2
			30	83.2	91.2
			35	82.5	91.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ผ. 9แป้นอัดหนา 10 มิลลิเมตร จำนวนลูกกลิ้ง 4 ลูกและขนาดลูกกลิ้ง 150 มิลลิเมตร

จำนวนลูกกลิ้ง	ขนาดลูกกลิ้ง (mm)	ความเร็วรอบเพลาอัด (rpm)	ความเร็วรอบเพลา ลำเลียง (rpm)	เปอร์เซ็นต์เม็ด (%)	เปอร์เซ็นต์เม็ดหลังทดสอบความคงตัว
4	150	65	25	82.7	91.9
			30	81.8	91.6
			35	80.7	91.8
		70	25	83.7	91.11
			30	83.4	91.6
			35	82.4	91.4
		75	25	81.6	91.2
			30	84.3	91.1
			35	82.6	91.3

ตาราง ผ. 10แป้นอัดหนา 15 มิลลิเมตร จำนวนลูกกลิ้ง 2 ลูกและขนาดลูกกลิ้ง 50 มิลลิเมตร

จำนวนลูกกลิ้ง	ขนาดลูกกลิ้ง (mm)	ความเร็วรอบเพลาอัด (rpm)	ความเร็วรอบเพลา ลำเลียง (rpm)	เปอร์เซ็นต์เม็ด (%)	เปอร์เซ็นต์เม็ดหลังทดสอบความคงตัว (%)
2	50	65	25	46.6	90.8
			30	46.2	91.1
			35	45.3	90.2
		70	25	49.6	90.8
			30	47.2	89.9
			35	48.3	89.7
		75	25	47.9	89.5
			30	48.8	90.2
			35	45.2	89.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ผ. 11แป้นอัดหนา 15 มิลลิเมตร จำนวนลูกกลิ้ง 3 ลูกและขนาดลูกกลิ้ง 50 มิลลิเมตร

จำนวนลูกกลิ้ง	ขนาดลูกกลิ้ง (mm)	ความเร็วรอบเพลาอัด (rpm)	ความเร็วรอบเพลา ลำเลียง (rpm)	เปอร์เซ็นต์เม็ด (%)	เปอร์เซ็นต์เม็ดหลังทดสอบความคงตัว (%)
3	50	65	25	49.7	90.5
			30	48.9	90.3
			35	46.3	90.2
		70	25	52.8	90.7
			30	50.2	90.8
			35	49.9	91.1
		75	25	51.5	90.8
			30	52.4	90.2
			35	50.3	90.3

ตาราง ผ. 12แป้นอัดหนา 15 มิลลิเมตร จำนวนลูกกลิ้ง 4 ลูกและขนาดลูกกลิ้ง 50 มิลลิเมตร

จำนวนลูกกลิ้ง	ขนาดลูกกลิ้ง (mm)	ความเร็วรอบเพลาอัด (rpm)	ความเร็วรอบเพลา ลำเลียง (rpm)	เปอร์เซ็นต์เม็ด (%)	เปอร์เซ็นต์เม็ดหลังทดสอบความคงตัว (%)
4	50	65	25	53.6	91.3
			30	53.1	91.4
			35	52.8	91.5
		70	25	55.2	90.9
			30	54.3	91.3
			35	53.2	91.2
		75	25	53.2	90.3
			30	55.1	90.9
			35	52.9	90.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ผ. 13แป้นอัดหนา 15 มิลลิเมตร จำนวนลูกกลิ้ง 2ลูกและขนาดลูกกลิ้ง 100 มิลลิเมตร

จำนวน ลูกกลิ้ง	ขนาด ลูกกลิ้ง (mm)	ความเร็วรอบ เพลาอัด (rpm)	ความเร็วรอบ เพลา ลำเลียง (rpm)	เปอร์เซ็นต์ เม็ด (%)	เปอร์เซ็นต์เม็ด หลังทดสอบ ความคงตัว (%)
2	100	65	25	55.8	91.3
			30	54.2	91.5
			35	53.8	92.3
		70	25	56.3	91.2
			30	57.7	91.7
			35	55.8	91.3
		75	25	56.3	90.9
			30	57.1	92.1
			35	55.2	91.2

ตาราง ผ. 14แป้นอัดหนา 15 มิลลิเมตร จำนวนลูกกลิ้ง 3ลูกและขนาดลูกกลิ้ง 100 มิลลิเมตร

จำนวน ลูกกลิ้ง	ขนาด ลูกกลิ้ง (mm)	ความเร็วรอบ เพลาอัด (rpm)	ความเร็วรอบ เพลา ลำเลียง (rpm)	เปอร์เซ็นต์ เม็ด (%)	เปอร์เซ็นต์เม็ด หลังทดสอบ ความคงตัว (%)
3	100	65	25	57.2	92.7
			30	56.5	92.5
			35	55.9	92.9
		70	25	58.2	92.8
			30	59.7	91.9
			35	57.5	91.8
		75	25	57.5	92.3
			30	59.1	93.1
			35	58.4	91.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ผ. 15แป้นอัดหนา 15 มิลลิเมตร จำนวนลูกกลิ้ง 4 ลูกและขนาดลูกกลิ้ง 100 มิลลิเมตร

จำนวน ลูกกลิ้ง	ขนาด ลูกกลิ้ง (mm)	ความเร็วรอบ เพลาอัด (rpm)	ความเร็วรอบ เพลา ลำเลียง (rpm)	เปอร์เซ็นต์ เม็ด (%)	เปอร์เซ็นต์เม็ด หลังทดสอบ ความคงตัว (%)
4	100	65	25	58.3	93.2
			30	57.2	93.5
			35	56.3	93.8
		70	25	60.4	93.9
			30	59.4	93.2
			35	58.5	93.8
		75	25	59.9	93.2
			30	60.1	92.9
			35	58.2	92.8

ตาราง ผ. 16แป้นอัดหนา 15 มิลลิเมตร จำนวนลูกกลิ้ง 2 ลูกและขนาดลูกกลิ้ง 150 มิลลิเมตร

จำนวน ลูกกลิ้ง	ขนาด ลูกกลิ้ง (mm)	ความเร็วรอบ เพลาอัด (rpm)	ความเร็วรอบ เพลา ลำเลียง (rpm)	เปอร์เซ็นต์ เม็ด (%)	เปอร์เซ็นต์เม็ด หลังทดสอบ ความคงตัว (%)
2	150	65	25	60.1	94.1
			30	61.3	93.2
			35	62.4	93.5
		70	25	63.3	93.9
			30	64.2	93.8
			35	64.1	93.5
		75	25	63.2	93.8
			30	63.9	93.7
			35	64.1	93.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ผ. 17แป้นอัดหนา 15 มิลลิเมตร จำนวนลูกกลิ้ง 3 ลูกและขนาดลูกกลิ้ง 150 มิลลิเมตร

จำนวนลูกกลิ้ง	ขนาดลูกกลิ้ง (mm)	ความเร็วรอบเพลาอัด (rpm)	ความเร็วรอบเพลา ลำเลียง (rpm)	เปอร์เซ็นต์เม็ด (%)	เปอร์เซ็นต์เม็ดหลังทดสอบความคงตัว (%)
3	150	65	25	63.7	94.2
			30	62.5	94.1
			35	63.9	94
		70	25	65.2	94
			30	66.4	94.3
			35	66.1	93.9
		75	25	65.4	93.8
			30	66.2	94.2
			35	67.3	94.5

ตาราง ผ. 18แป้นอัดหนา 15 มิลลิเมตร จำนวนลูกกลิ้ง 4 ลูกและขนาดลูกกลิ้ง 150 มิลลิเมตร

จำนวนลูกกลิ้ง	ขนาดลูกกลิ้ง (mm)	ความเร็วรอบเพลาอัด (rpm)	ความเร็วรอบเพลา ลำเลียง (rpm)	เปอร์เซ็นต์เม็ด (%)	เปอร์เซ็นต์เม็ดหลังทดสอบความคงตัว (%)
4	150	65	25	65	94
			30	64.3	94.2
			35	64.5	94.5
		70	25	68	94.3
			30	67	94.2
			35	67.4	94.3
		75	25	67.5	94.5
			30	67.8	94.8
			35	67.2	94.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ผ. 19แป้นอัดหนา 20 มิลลิเมตร จำนวนลูกกลิ้ง 2 ลูกและขนาดลูกกลิ้ง 50 มิลลิเมตร

จำนวน ลูกกลิ้ง	ขนาด ลูกกลิ้ง (mm)	ความเร็วรอบ เพลาอัด (rpm)	ความเร็วรอบ เพลา ลำเลียง (rpm)	เปอร์เซ็นต์ เม็ด (%)	เปอร์เซ็นต์เม็ด หลังทดสอบ ความคงตัว (%)
2	50	65	25	25.3	91.3
			30	24.2	91.2
			35	23.2	90.3
		70	25	27.2	90.2
			30	25.3	90.9
			35	24.2	92.3
		75	25	26.5	91.4
			30	27.1	95.3
			35	25.1	94.2

ตาราง ผ. 20แป้นอัดหนา 20 มิลลิเมตร จำนวนลูกกลิ้ง 3 ลูกและขนาดลูกกลิ้ง 50 มิลลิเมตร

จำนวน ลูกกลิ้ง	ขนาด ลูกกลิ้ง (mm)	ความเร็วรอบ เพลาอัด (rpm)	ความเร็วรอบ เพลา ลำเลียง (rpm)	เปอร์เซ็นต์ เม็ด (%)	เปอร์เซ็นต์เม็ด หลังทดสอบ ความคงตัว (%)
3	50	65	25	27.5	92.3
			30	25.3	92.5
			35	24.3	92.7
		70	25	29.8	91.3
			30	27.2	92.5
			35	26.9	91.8
		75	25	28.2	92.3
			30	29.7	92.9
			35	28	93.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ผ. 21แป้นอัดหนา 20 มิลลิเมตร จำนวนลูกกลิ้ง 4 ลูกและขนาดลูกกลิ้ง 50 มิลลิเมตร

จำนวน ลูกกลิ้ง	ขนาด ลูกกลิ้ง (mm)	ความเร็วรอบ เพลาอัด (rpm)	ความเร็วรอบ เพลา ลำเลียง (rpm)	เปอร์เซ็นต์ เม็ด (%)	เปอร์เซ็นต์เม็ดหลัง ทดสอบความคงตัว (%)
4	50	65	25	29.8	92.8
			30	28.2	92.9
			35	27.3	93.1
		70	25	32.6	93.2
			30	31.5	92.3
			35	30.2	91.2
		75	25	30.3	93.2
			30	32.5	92.3
			35	31.5	91.5

ตาราง ผ. 22แป้นอัดหนา 20 มิลลิเมตร จำนวนลูกกลิ้ง 2ลูกและขนาดลูกกลิ้ง 100 มิลลิเมตร

จำนวน ลูกกลิ้ง	ขนาด ลูกกลิ้ง (mm)	ความเร็วรอบ เพลาอัด (rpm)	ความเร็วรอบ เพลา ลำเลียง (rpm)	เปอร์เซ็นต์ เม็ด (%)	เปอร์เซ็นต์เม็ดหลัง ทดสอบความคงตัว (%)
2	100	65	25	33.2	93.1
			30	33.5	93.2
			35	32.8	93.1
		70	25	35.4	93.7
			30	33.9	93.5
			35	32.8	93.6
		75	25	32.3	93.5
			30	35.3	93.4
			35	33.9	93.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ผ. 23แป้นอัดหนา 20 มิลลิเมตร จำนวนลูกกลิ้ง 3 ลูกและขนาดลูกกลิ้ง 100 มิลลิเมตร

จำนวนลูกกลิ้ง	ขนาดลูกกลิ้ง (mm)	ความเร็วรอบเพลาอัด (rpm)	ความเร็วรอบเพลา ลำเลียง (rpm)	เปอร์เซ็นต์เม็ด (%)	เปอร์เซ็นต์เม็ดหลังทดสอบความคงตัว (%)
3	100	65	25	35.5	93.3
			30	33.3	93.3
			35	32.1	93.5
		70	25	37.7	93.9
			30	36.5	93.8
			35	35.9	93.5
		75	25	35.2	93.4
			30	37.6	93.5
			35	34.9	93.4

ตาราง ผ. 24แป้นอัดหนา 20 มิลลิเมตร จำนวนลูกกลิ้ง 4 ลูกและขนาดลูกกลิ้ง 100 มิลลิเมตร

จำนวนลูกกลิ้ง	ขนาดลูกกลิ้ง (mm)	ความเร็วรอบเพลาอัด (rpm)	ความเร็วรอบเพลา ลำเลียง (rpm)	เปอร์เซ็นต์เม็ด (%)	เปอร์เซ็นต์เม็ดหลังทดสอบความคงตัว (%)
4	100	65	25	37.3	93.2
			30	35.2	93.9
			35	35	93.8
		70	25	39.7	93.1
			30	38.2	93
			35	37.8	93.2
		75	25	37.2	93.5
			30	39.4	93.7
			35	36.9	93.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ผ. 25แป้นอัดหนา 20 มิลลิเมตร จำนวน ลูกกลิ้ง 2 ลูกและขนาดลูกกลิ้ง 150 มิลลิเมตร

จำนวน ลูกกลิ้ง	ขนาด ลูกกลิ้ง (mm)	ความเร็วรอบ เพลาอัด (rpm)	ความเร็วรอบ เพลา ลำเลียง (rpm)	เปอร์เซ็นต์ เม็ด (%)	เปอร์เซ็นต์เม็ด หลังทดสอบ ความคงตัว (%)
2	150	65	25	39.9	94.2
			30	37.2	94.3
			35	36.5	94.5
		70	25	42.6	94.8
			30	41.5	94.7
			35	40.8	94.3
		75	25	41.3	93.2
			30	42.1	94.8
			35	40.1	94.5

ตาราง ผ. 26แป้นอัดหนา 20 มิลลิเมตร จำนวนลูกกลิ้ง 3 ลูกและขนาดลูกกลิ้ง 150 มิลลิเมตร

จำนวน ลูกกลิ้ง	ขนาด ลูกกลิ้ง (mm)	ความเร็วรอบ เพลาอัด (rpm)	ความเร็วรอบ เพลา ลำเลียง (rpm)	เปอร์เซ็นต์เม็ด (%)	เปอร์เซ็นต์เม็ด หลังทดสอบ ความคงตัว (%)
3	150	65	25	42.8	94.1
			30	40.3	94.2
			35	39.2	94.8
		70	25	43.2	95.2
			30	44.7	95.3
			35	42.5	95.1
		75	25	43.3	95.2
			30	44.4	94.9
			35	42.9	94.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ผ. 27เป็นอัตหนา 20 มิลลิเมตร จำนวนลูกกลิ้ง 4 ลูกและขนาดลูกกลิ้ง 150 มิลลิเมตร

จำนวน ลูกกลิ้ง	ขนาด ลูกกลิ้ง (mm)	ความเร็วรอบ เพลาอัด (rpm)	ความเร็วรอบ เพลา ลำเลียง (rpm)	เปอร์เซ็นต์ เม็ด (%)	เปอร์เซ็นต์เม็ด หลังทดสอบ ความคงตัว (%)
4	150	65	25	44.3	95.3
			30	42.3	94.2
			35	42.5	95.2
		70	25	46.7	96.6
			30	45.3	93.2
			35	44.2	94.2
		75	25	45.3	94.3
			30	46.3	95.3
			35	42.1	95.2

ตาราง ผ. 28 ค่า a,c,e สำหรับสายพานขนาดต่างๆ

ขนาดสายพานแบบ	a	b	c
A	2.684	5.326	0.0136
B	4.737	13.962	0.0234
C	8.792	38.819	0.0416
D	18.788	137.7	0.0848

ตาราง ผ.29 Small diameter factor,K_d

D_2 / D_1	K_d
1.275-1.340	1.09
1.341-1.429	1.10
1.430-1.562	1.11
1.563-1.814	1.12
1.815-2.948	1.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ผ. 30 Angle of wrap factor, K_θ

$(D_2 - D_1)/C$	K_θ
0.00	1.00
0.10	0.99
0.20	0.97
0.30	0.96

ตาราง ผ. 31 Pitch length และ Length factor K_L

B Belt	Pitch length	Length factor
B 63	64.8	0.92
B 64	65.8	0.93
B 65	66.8	0.93
B 66	67.8	0.93
B 67	68.8	0.94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้