สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การออกแบบ และพัฒนากระบวนการชั่งน้ำหนักในการผลิตข้าวโพดอาหารสัตว์

The Development and design of high efficiency weighing machine in maize processing

T055710

โดย

นาย ทรงศักดิ์ สมีเพชร

นาย มงคล ละปะทา

นาย อัคฆรัตน์ ถวิลคำ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขหมู่ 55710

เลขทะเบียน

วัน,เดือน,ปี 24 พ.ค. 2548

b

i

ปีการศึกษา 2546

การออกแบบ และพัฒนากระบวนการชั่งน้ำหนักในการผลิตข้าวโพดอาหารสัตว์

โดย

นาย ทรงศักดิ์ สมีเพชร

นาย มงคล ละปะทา

นาย อัคฆรัตน์ ถวิลคำ

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ พิชิต กิตตินนท์

อาจารย์ ประสันต์ ชุ่มใจหาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา2546

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่องการออกแบบ และพัฒนากระบวนการชั่งน้ำหนักในการผลิตข้าวโพดอาหารสัตว์

ผู้จัดทำ

1. นาย ทรงศักดิ์ สมีเพชร
2. นาย มงคล ละปะทา
3. นาย อัคฆรัตน์ ถวิลคำ

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ พิชิต กิตตินนท์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ประสันต์ ชุ่มใจหาญ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบและพัฒนากระบวนการชั่งน้ำหนักในการผลิตข้าวโพดอาหารสัตว์

นาย ทรงศักดิ์ สมีเพชร
นาย มงคล ละปะทา
นาย อัคฆรัตน์ ถวิลคำ
อาจารย์ พิชิต กิตตินนท์ อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์ ประสันต์ ชุ่มใจหาญ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2546

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาและออกแบบการพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพขบวนการชั่งน้ำหนักในกระบวนการผลิตข้าวโพดอาหารสัตว์ เครื่องมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ ถังบรรจุ ชุดเกลียวลำเลียง ชุดชั่งน้ำหนัก มอเตอร์ต้นกำลัง และชุดส่งกำลัง หลักการทำงานโดยเกลียวลำเลียงจะเป็นตัวพาข้าวโพดสับในถังบรรจุส่งไปยังชุดชั่งน้ำหนักและเมื่อชุดน้ำหนักได้น้ำหนักได้น้ำหนักตามที่ต้องการ ชุดชั่งน้ำหนักก็จะปล่อยข้าวโพดสับที่ได้น้ำหนักลงสู่ด้านล่าง โดยชุดนิวแมติก ในการทดสอบเครื่องได้เดินเครื่องที่ความเร็วรอบ 200 ,280 ,390 ,500 ,600 รอบ/นาที ทดสอบพบว่าที่ความเร็ว 280 รอบ/นาที มีประสิทธิภาพในการทำงานตรงกับความต้องการมากที่สุด กล่าวคือมีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนในการชั่งน้ำหนักถังที่ 1 อยู่ที่ 0.65 เปอร์เซ็นต์ และถังที่ 2 อยู่ที่ 0.60 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The Development and design of high efficiency weighing machine in maize processing

Mongkol Lapata
Songsak Sameephed
Akkarat Thavinkham
Pichit Kittinon Advisor
Prasan Choomjaihan Advisor

Abstract

This project report is to design the development and design of high efficiency weighing machine in maize processing. It consists of a hopper, a screw conveyer, weighing units, motor as well as transmission. The working processes are the following steps: 1) maize are taken from the hopper to the weighing unit by screw conveyer and 2) Each tanks weighted by 20 kg will release pneumatic units. In the tests, The speeds of screw conveyer are set at 200, 280, 390, 500 and 600 rpm. The results showed the speed of screw conveyer at 280 rpm gave the best efficiency the error percentage in tank 1 and 2 at 0.65 and 0.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(ก-ข)
สารบัญภาพ	(ค)
สารบัญตาราง	(ง)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
บทที่ 2 หลักการและเหตุผล	2
2.1 การเลี้ยงโคนมในประเทศไทย	2
2.2 การใช้ประโยชน์จากข้าวโพด	2
2.3 ข้าวโพดอ่อน	3
2.4 พืชที่เหมาะสมในการทำหญ้าหมัก	4
2.5 อาหารที่ใช้เลี้ยงโคนม	7
2.6 กระบวนการหมัก	7
2.7 วิธีการทำหญ้าหมัก	9
2.8 การขนถ่ายวัสดุปริมาณมวลโดยมีการเคลื่อนที่แบบต่อเนื่อง	9
2.9 คุณสมบัติของนิวแมติกเมื่อเปรียบเทียบกับไฮดรอลิก	12
2.10 การชั่งน้ำหนักโดยวิธีต่าง ๆ	15
2.11 อุปกรณ์การทำงานของเครื่องชั่งน้ำหนัก	16
2.12 แนวทางการศึกษาเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์	18
บทที่ 3 การออกแบบและสร้าง	19
3.1 การออกแบบและสร้างอุปกรณ์	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	24
4.1 การทดลอง	24
4.2 ผลการทดลอง	26
4.3 สรุปผลการทดลอง	26
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป	28
5.1 ปัญหาและอุปสรรค	28
5.2 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง	28
5.3 แนวทางการปรับปรุง	29
ภาคผนวก ก.	30
ภาคผนวก ข. ตารางบันทึกผลการทดลอง	35
กิตติกรรมประกาศ	39
เอกสารอ้างอิง	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.1 เปอร์เซ็นต์ความชื้น โปรตีน และวัตถุแห้งของข้าวฟ่างที่ตัดเมื่ออายุต่าง ๆ กัน	6
ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบการบังคับการทำงานด้วยระบบต่างๆ	14
ตารางที่ 4.1 เวลาที่ใช้ในการทดสอบแต่ละความเร็วรอบ	27
ตารางที่ 4.2 น้ำหนักเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบในแต่ละถัง	28
ตารางผนวก ข. 1 บันทึกผลการทดลองเครื่องชั่งน้ำหนักที่ความเร็วรอบ 280 รอบ/นาที	35
ตารางผนวก ข. 2 บันทึกผลการทดลองเครื่องชั่งน้ำหนักที่ความเร็วรอบ 390 รอบ/นาที	37
ตารางผนวก ข. 3 บันทึกผลการทดลองเครื่องชั่งน้ำหนักที่ความเร็วรอบ 500 รอบ/นาที	37
ตารางผนวก ข. 4 บันทึกผลการทดลองเครื่องชั่งน้ำหนักที่ความเร็วรอบ 600 รอบ/นาที	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.1 ข้าวโพดหมักอาหารสัตว์	4
รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบเกลียวลำเลียง	17
รูปที่ 3.1 ถังบรรจุ	19
รูปที่ 3.2 เกลียวลำเลียง	20
รูปที่ 3.3 ลิ้นปิดเปิด	20
รูปที่ 3.4 ลูกสูบด้านบน	21
รูปที่ 3.5 ลูกสูบด้านล่าง	21
รูปที่ 3.6 วาล์วลม	22
รูปที่ 3.7 การประกอบรวมของเครื่องชั่งน้ำหนัก	22
รูปที่ 3.8 การต่อวงจรเครื่องชั่งข้าวโพด	23
รูปที่ 3.9 การเข้าออกของลูกสูบแต่ละลูก	24
รูปที่ 3.10 ข้าวโพดอาหารสัตว์	25
รูปที่ 3.11 ข้าวโพดอยู่ในถังบรรจุ	26
รูปที่ 3.12 การชั่งข้าวโพด	26
รูปผนวก ก. 1 โครงสร้างเครื่อง	30
รูปผนวก ก. 2 ขนาดโครงสร้างและถังรองรับ	31
รูปผนวก ก. 3 ขนาดถังบรรจุและเกลียวลำเลียง	32
รูปผนวก ก. 4 ขนาดท่อลำเลียงและโครงรับท่อลำเลียง	33
รูปผนวก ก. 5 ขนาดกล่องลิ้นปิดเปิด	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาของโครงงาน

เนื่องจากในการเลี้ยงวัวในปัจจุบันมีการนำต้นข้าวโพดมาการอัดเป็นก้อนเพื่อนำไปเป็นอาหารวัว ดังนั้นจึงมีการคิดค้นและสร้างเครื่องอัดข้าวโพดขึ้นมาเพื่อทำให้เป็นข้าวโพดอัดก้อน และ เนื่องจากเมื่อถึงฤดูการของข้าวโพดออกจะทำให้มีข้าวโพดในปริมาณที่มาก ถูกส่งมาทำการอัดก้อน ทำให้กำลังการผลิตข้าวโพดอัดก้อนไม่ทันต่อความต้องการของเกษตรกรผู้ผลิต ทางกลุ่มจึงได้สนใจและได้ศึกษาเครื่องอัดข้าวโพดเมื่อทำการศึกษาพบว่าเครื่องมีอัตราการอัดข้าวโพดมีกำลังการผลิต วันละ 15 ตันต่อวัน น้ำหนักต่อก้อน 20 กิโลกรัม ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้ผลิตที่มีความต้องการประมาณ 20 ตันต่อวัน เมื่อทำการศึกษาพบว่าสาเหตุเบื้องต้นที่ทำให้ผลิตได้ช้าอันเนื่องมาจากในสายงานการผลิตก่อนที่จะนำข้าวโพดมาทำการอัดก้อนต้องมีการนำมาชั่งน้ำหนักเพื่อให้ทุกก้อนมีน้ำหนักที่เท่ากันทุกก้อน แต่วิธีในการชั่งในปัจจุบันยังใช้คนในการทำการชั่งและเทลงในเครื่องอัดข้าวโพด ดั้งนั้นทางกลุ่มจึงสนใจที่จะทำการปรับปรุงเพื่อเพิ่มปริมาณในการผลิต ในขั้นตอนการชั่งน้ำหนัก และจะทำการปรับปรุงขั้นตอนการลำเลียงข้าวโพดสู่การอัด เพื่อให้ได้กำลังการผลิตทันตามความต้องการของกลุ่มเกษตรกร ผู้ผลิตอาหารสัตว์

1.2 วัตถุประสงค์

(1) เพื่อเพิ่มผลผลิตในการอัดข้าวโพดจาก 15 ตันเป็นประมาณ 20 ตันต่อวัน

(2) ลดจำนวนคนในกระบวนการทำการอัดข้าวโพด

(3) เพื่อให้การอัดข้าวโพดทำงานโดยต่อเนื่องกันทั้งระบบ

1.3 ขอบเขตการศึกษา

(1) ศึกษาในส่วนการชั่งน้ำหนัก

(2) ศึกษาในส่วนการลำเลียงเข้าเครื่องอัดข้าวโพด

(3) ศึกษาในส่วนของการอัด

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

(1) ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการอัดข้าวโพดมีความเร็วสูงขึ้น

(2) ลดต้นทุนในการผลิต

(3) ลดการสูญเสียข้าวโพดของเกษตรกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

หลักการและเหตุผล

2.1 การเลี้ยงโคนมในประเทศไทย

ปัจจุบันการเลี้ยงโคนมในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นการเลี้ยงแบบอุตสาหกรรมครอบครัวไปจนถึงอุตสาหกรรมขนาดใหญ่แต่ทว่าการเลี้ยงโคนมในประเทศไทยมีการเลี้ยงค่อนข้างน้อยเพราะการเลี้ยงโคนมมีการลงทุนสูงทั้งในเรื่องของการซื้อพ่อพันธ์และแม่พันธ์ซึ่งราคาพ่อพันธ์และแม่พันธ์จะอยู่ที่ราคาประมาณ 25,000 - 35,000 บาท/ตัว ซึ่งถือว่าเป็นราคาที่สูงมากทำให้เกษตรกรไม่กล้าเสี่ยงลงทุนและยังมีค่าใช้จ่ายอื่นๆเช่น ค่าโรงเรือน ค่าคอก ค่าโรงรีดนม เป็นต้น

ส่วนในด้านผลผลิตที่ผลิตออกมาได้ก็คือน้ำนมดิบน้ำนมที่ผลิตออกมาได้เกษตรกรจะส่งให้แก่ กลุ่มสหกรณ์โคนม หรือส่งให้กับพ่อค้าซึ่งราคาน้ำนมดิบที่รับซื้อจะอยู่ที่ราคา10-11 (บาท /ก.ก) ซึ้งการเลี้ยงโคนมให้ประสบความสำเร็จเกษตรกรต้องมี่ความเอาใจใส่ต่อการเลี้ยงเป็นอย่างดีเช่นในเรื่องของอาหาร หลัก และ อาหารเสริม เป็นต้น และอาหารที่เราจะกล่าวถึง คือ ข้าวโพดหมัก

2.2 การใช้ประโยชน์จากข้าวโพด

1. ใช้เป็นอาหารมนุษย์ ได้แก่ การใช้เมล็ดข้าวโพดเป็นอาหารประจำวันเช่น การทุบเมล็ดให้แตกแล้ว หุงต้มรับประทาน หรือ ใช้แป้งข้าวโพดทำเป็นขนมปังโรตี ประชาชนที่รับประทานข้าวโพดในรูปเมล็ดและแป้ง ได้แก่ประเทศอินเดีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ ปากีสถาน เม็กซิโก สเปน อิตาลี โปตุเกต อเมริกาใต้ และหลายประเทศในยุโรป

2. ใช้เป็นอาหารสัตว์ เมล็ดข้าวโพดเป็น ธัญพืชที่มีคุณค่าอาหารสูงเป็นที่ นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเลี้ยงสัตว์ในหลายประเทศ เช่นอเมริกา ออสเตรเลีย เดนมาร์ก สำหรับประเทศที่มีพลเมืองหนาแน่นทำให้ไม่มีพื้นที่ว่างพอที่จะปลูกข้าวโพด แต่ต้องการเนื้อสัตว์มากจึงจำเป็นต้องสั่งเมล็ดข้าวโพดจากประเทศที่ปลูกข้าวโพดได้มากเพื่อเอาไปเลี้ยงสัตว์ประเทศเหล่านี้ได้แก่ ญี่ปุ่น สิงคโปร์ ไต้หวัน และประเทศทางตะวันออกกลางเป็นต้น สำหรับประเทศที่ปลูกข้าวโพดเองสามารถใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในรูปแบบ ต่างๆ กันคือเมล็ด ซัง ต้นสด ต้นแก่ และผลพลอยได้อื่น ๆจากโรงงานอุตสาหกรรมข้าวโพด ได้แก่ เปลือกเมล็ด กาก และรำเป็นต้น ในประเทศไทยปัจจุบันมีโรงงานอาหารสัตว์ได้ใช้ข้าวโพดเป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ของอาหารสัตว์ฉะนั้น ความต้องการข้าวโพดของโรงงานเหล่านี้จึงมีปริมาณสูงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ใช้ในอุตสาหกรรม แป้งข้าวโพดเป็นแป้งที่มีคุณภาพดีและนิยมใช้เป็นอุตสาหกรรมในการประกอบอาหารในรูปแบบต่างๆ ได้มากมายหลายชนิด สำหรับผลพลอยได้จากเมล็ดข้าวโพดได้ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อาหารกระป๋อง อาหารแห้ง น้ำมัน น้ำตาล น้ำเชื่อม แอลกอฮอล์ น้ำส้ม เวชภัณฑ์ น้ำหอม น้ำมันใส่ผม แบตเตอรี่อุปกรณ์กันความร้อน เครื่องเคลือบสีย้อมหมึก พรมน้ำมันน้ำยาซักเงา สารแทนพวกยาง สารเคมี สารระเบิด อุตสาหกรรมกระดาษแผ่นใยอัดแน่น ซังใช้ทำจุกก๊อกและกล้องสูบยา วัตถุฉนวนไฟฟ้า

2.3 ข้าวโพดอ่อน

ปลูกกันมากในเกือบทุกภาคของประเทศ ภาคเหนือ จะปลูกมากในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำปาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดหนองคาย นครราชสีมา และภาคกลาง ในพื้นที่จังหวัดนครปฐม สมุทรสาคร ราชบุรี ระยะเวลาปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 40-45 วัน ปลูกได้ดีในช่วงฤดูฝน แต่ถ้าเป็นพื้นที่ในเขตชลประทานสามารถปลูกได้ตลอดปี (4 ครั้ง/ปี) ดังนั้น เศษเหลือจากการผลิตข้าวโพดฝักอ่อน เช่น ต้นข้าวโพด เปลือกฝักข้าวโพด และไหม จึงมีมากในเกือบทุกภาคของประเทศ และเกือบตลอดทั้งปี โดยเฉพาะในเขตชลประทาน ข้าวโพดฝักอ่อนจะถูกเก็บเกี่ยวในขณะที่ต้นยังมีสีเขียว (อายุ 40-45 วัน) คุณค่าทางอาหารของต้นข้าวโพดฝักอ่อน จึงสูงมีโปรตีนอยู่ในช่วง 8.5-9.7% เยื่อใยหยาบ 26-27% ส่วนเปลือกฝัก และไหม ที่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมการทำข้าวโพดอ่อนกระป๋อง และข้าวโพดอ่อนสด จะมีปริมาณมาก สภาพของเปลือก และไหมจะยังคงมีสีเขียว ลักษณะอ่อนนุ่ม รสหวาน สัตว์ชอบกิน มีคุณค่าทางอาหารสัตว์ดี โปรตีนอยู่ในช่วง 12.6-17.0% เยื่อใยหยาบ 9.5-21.0% ต้นเปลือก และไหมของข้าวโพดฝักอ่อน เกษตรกรสามารถนำไปใช้เลี้ยงโคนมแทนหญ้าสดได้ดี ทำให้โคให้ผลผลิตน้ำนมมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับการเลี้ยงโคนมด้วย ฟางข้าว หรือหญ้าธรรมชาติ เปลือกฝักข้าวโพดอ่อน นอกจากนำมาใช้เป็นอาหารหยาบสดได้ดีแล้ว ยังสามารถนำมาหมักเพื่อเก็บไว้ใช้ในยามขาดแคลนหญ้าสดได้เช่นเดียวกัน

จากข้อมูลของกรมเศรษฐกิจการพาณิชย์พบว่า ประเทศไทยมีการส่งออกผลิตภัณฑ์จากข้าวโพดฝักอ่อน และข้าวโพดหวาน ในรูปข้าวโพดอ่อนสด ข้าวโพดอ่อนกระป๋อง ข้าวโพดหวานแช่แข็ง และข้าวโพดหวานกระป๋อง โดยในปี พ.ศ. 2536 มีการส่งออกประมาณ 36,000 ตัน คิดเป็นมูลค่า 840 ล้านบาท และเพิ่มขึ้นมาเป็น 82,000 ตัน มูลค่า 2,100 ล้านบาท ในปี พ.ศ.2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 พืชที่เหมาะสมในการทำหญ้าหมัก

พืชที่ทำหญ้าหมักที่นิยมใช้กันมากที่สุด ได้แก่ ข้าวโพดและข้าวฟ่าง แต่ก็มีหญ้าหลายชนิดด้วยกันที่สามารถนำมาทำหญ้าหมักได้เช่น หญ้าขน หญ้าเนเปียร์ หญ้าแพรก เป็นต้นพืชตระกูลถั่วได้แก่ ถั่วโลโตนันนีส เป็นต้น

ข้าวโพดเหมาะสมกับการนำมาทำหญ้าหมักในเขตร้อนชื้น การปลูกควรใช้ระยะระหว่างแถวพอที่จะทำการกำจัดพืชได้ง่าย และระยะระหว่างต้นในแถวอาจจะแคบกว่าเมื่อปลูกเอาเมล็ดได้ การตัดข้าวโพดมาทำหญ้าแห้งควรกระทำในระยะกำลังเป็นน้ำนม (milky grain stage) และก่อนจะเริ่มแข็งตัว ในทางปฏิบัติแล้วส่วนมากจะตัดเมื่อเมล็ดเริ่มแข็งหรือในระยะ late dough stage ซึ่งจะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูง แต่คุณภาพของอาหารหมักไม่สูงเท่าใดนัก เพื่อปรับปรุงคุณภาพทางอาหารของหญ้าหมักที่ทำจากข้าวโพด ในบางครั้งจึงควรปลูกพืชตระกูลถั่วร่วมด้วย แต่ก็ต้องแน่ใจว่าเมื่อถึงระยะเวลาตัดทั้งถั่วและข้าวโพดต่างก็อยู่ในระยะที่พอเหมาะต่อการนำมาหมัก พันธุ์ข้าวโพดที่ใช้อาจจะเป็นพันธุ์กัวเตมาลาที่ใช้เลี้ยงสัตว์ก็ได้

รูปที่ 2.1 ข้าวโพดหมักอาหารสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 ขบวนการหมักเปรี้ยว (Silage Fermentation) ก่อนที่จะกล่าวถึงขบวนการหมักเปรี้ยว (fermentation) เราควรจะทราบถึงมาตรฐานของคุณภาพของหญ้าหมักเสียก่อน อาศัยมาตรฐานจากทางยุโรป หญ้าหมักที่มีคุณภาพดีจะประกอบด้วย

PH	4.2
กรดแลคติค (Lactic acid)	3-13 %
กรดบิวทีริค (Butyric acid)	<0.2 %
แอมโมเนียมไนโตรเจน (NH –N)	<11% of total nitrogen

ขบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายหลังการปิดหลุมแล้ว อาจแบ่งได้ 2 ขบวนการใหญ่คือ ขบวนการที่ต้องใช้ออกซิเจน (aerobic) และขบวนการที่ไม่ต้องใช้ออกซิเจน (anaerobic) ขบวนการดังกล่าวนี้จะมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับ สิ่งต่างดังต่อไปนี้

(1) การทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ

(2) ปริมาณอากาศที่ยังหลงเหลือภายหลังการนำพืชเข้าถังหมักแล้ว

(3) องค์ประกอบต่าง ๆ ภายในพืชที่นำมาหญ้าแห้งหมัก เช่น ปริมาณน้ำตาล ความชื้น และแร่ธาตุอาหารและองค์ประกอบอื่นๆ

2.4.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการทำหญ้าแห้งให้มีคุณภาพดี ในตอนต้นเราได้กล่าวถึงขบวนการเปลี่ยนแปลงของพืชเมื่อปิดหลุมหมักแล้วซึ่งจะมีอิทธิพลต่อคุณภาพของหญ้าหมักที่ได้ และหัวข้อต่อไปนี้ก็จะพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการทำหญ้าแห้งและมีอิทธิพลเบื้องแรกต่อคุณภาพของหญ้าและปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในขณะหมักเปรี้ยว

(1) เวลาในการตัดพืชมาทำหญ้าหมัก เวลาในการตัดที่นี้หมายถึงอายุของพืชนั่นเอง ซึ่งอายุของพืชเป็นปัจจัยสำคัญยิ่งต่อคุณภาพหญ้าหมักและความชื้นของหญ้าหมัก ในตารางได้แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของอายุของพืชณะตัดต่อปริมาณของโปรตีนและความชื้นในต้นพืชพวกข้างฟ่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 เปอร์เซ็นต์ความชื้น โปรตีน และวัตถุแห้งของข้าวฟ่างที่ตัดเมื่ออายุต่าง ๆ กัน

อายุขณะตัด (ต่อสัปดาห์)	ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	โปรตีนอย่างหยาบ (เปอร์เซ็นต์)	วัตถุแห้งเมื่อเทียบกับวัตถุแห้งสูงสุด (เปอร์เซ็นต์)
6	83	12.6	39
8	83	9.1	62
10	80	6.7	95
12	78	4.8	100
14	73	5.4	85

ที่มา : พืชอาหารสัตว์และหลักการทำทุ่งหญ้าอาหารสัตว์

จากตารางนี้จะเห็นว่าข้าวฟ่างเมื่อตัดในระยะใกล้ออกดอก (8-10 อาทิตย์) จะให้ผลผลิตดีที่สุดเมื่อพิจารณาที่ผลผลิตน้ำหนักแห้งและคุณภาพ (หมายถึงโปรตีน) ซึ่งถ้าตัดเมื่อข้าวฟ่างอายุเท่านี้ หญ้าหมักที่ได้จะมีโปรตีนประมาณ 8-10 เปอร์เซ็นต์ ในระยะที่ข้าวฟ่างยังมีอายุน้อยอยู่ปริมาณของโปรตีนจะสูงแต่ผลผลิตต่ำ และผลผลิตน้ำหนักแห้งจะสูงสุด เมื่อพืชเริ่มอยู่ในระยะแป้ง (dough stage) แต่ระดับโปรตีนจะลดลงมาก เพราะฉะนั้นถ้าเราต้องการโปรตีนรวมมากกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ ก็ควรจะตัดก่อนที่พืชจะสิ้นสุดการออกดอก เพราะฉะนั้นกสิกรจะต้องเตรียมแผนการอย่างรอบคอบเพราะสภาพลมฟ้าอากาศ อาจทำให้การเก็บเกี่ยวต้องล่าช้าได้

(2) วิธีการตัด

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในตอนต้น ๆ ถึงความสำคัญของการทำให้หลุมหมักอยู่ในสภาพสูญญากาศ และการทำให้ชิ้นของพืชที่นำมาหมักมีขนาดเล็กลงเพื่อให้น้ำตาลถูกปล่อยออกมาเร็ว ซึ่งจะช่วยทำให้เกิดกรดแลคติค เร็วขึ้น การสับพืชที่นำมาหมักให้เป็นชิ้นเล็กช่วยให้สามารถอัดได้แน่น และชิ้นส่วนของพืชยังผสมคลุกเคล้ากัน

(3) การปรับระดับความชื้นในพืช

ระดับความชื้นในพืชที่เหมาะสมกับการทำหญ้าหมักอยู่ระหว่าง 65-70 เปอร์เซ็นต์ ถ้าปริมาณความชื้นต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์แล้ว การอัดแน่นของหญ้าหมักจะไม่ดีและก่อให้เกิดการขึ้นราได้ง่าย ในทางตรงข้ามถ้าพืชที่นำมาหมักมีความชื้นมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ แล้วโอกาสที่จะได้หญ้าหมักที่มีคุณภาพเลวก็มีมากขึ้น เพราะของเหลวที่ไหลออกมาจากพืชที่กำลังหมักอยู่จะทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียกรดและธาตุอาหารที่มีประโยชน์ต่อสัตว์ ในพืชที่มีโปรตีนสูงการสูญเสียกรด lactic โดยวิธีนี้จะทำให้สภาพภายในถังหมักเหมาะสมต่อการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้กลิ่นเหม็นซึ่งสัตว์ไม่กินหญ้าหมักประเภทนี้

2.5 อาหารที่ใช้เลี้ยงโคนม

อาหารที่ใช้เลี้ยงโคนมสามารถแยกออกได้เป็น 2 ชนิด ตามคุณค่าทางอาหาร คือ อาหารหยาบและอาหารข้น การเลี้ยงโคนมในอดีตแหล่งอาหารที่สำคัญของโคนมคือ อาหารหยาบ เพราะต้นทุนในการผลิตต่ำกว่าการใช้อาหารข้น อาหารหยาบจะถูกนำไปใช้โดยผ่านกระบวนการหมักด้วยจุลินทรีย์จำนวนมหาศาลที่มีอยู่ในกระเพาะผ้าขี้ริ้ว ในกระบวนอาหารหยาบจะทำให้เกิดกรดไขมันระเหยได้สำคัญ 3 ชนิด คือ กรดอะซิติค กรดโปรปิโอนิค และกรดบิวไทริค โดยมีอัตราส่วนประมาณ 70 20 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อัตราส่วนนี้จะเปลี่ยนแปลงได้เมื่อส่วนประกอบทางเคมีของอาหารเปลี่ยนไป ในปัจจุบันการเลี้ยงโคนมมีการเน้นถึงการให้ผลผลิตนมต่อตัวสูงมากขึ้น อาหารหยาบแม้ว่าจะมีคุณภาพดีเพียงใดก็มีขีดจำกัดในเรื่องของปริมาณสารอาหารที่มีความเข้มข้นน้อย ไม่สามารถตอบสนองความต้องการอาหารของโคที่ให้นมสูงได้ จึงมีความจำเป็นต้องมีการให้อาหารข้น ซึ่งระดับที่ให้มากหรือน้อยขึ้นกับชนิดของวัตถุดิบที่ใช้

2.6 กระบวนการหมัก (Fermentation process)

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในช่วงการหมักอาหารหยาบจะเกิดขึ้นเป็นช่วง ๆ สามารถแบ่งออกได้เป็น 6 ระยะ

ระยะที่ 1 การหายใจของพืชโดยใช้ก๊าซออกซิเจนจะยังมีอยู่มาก เซลล์ของพืชและจุลินทรีย์จะพยายามใช้ก๊าซออกซิเจนในการย่อยสลายพวกคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ดีออกไปใช้ให้มากที่สุด ผลผลิตที่เกิดขึ้นจากกระบวนการนี้ก็คือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และความร้อน โดยปกติก๊าซออกซิเจนจะถูกใช้หมดภายใน 4 ถึง 5 ชั่วโมง หลักการผ่านกระบวนการหมักที่ถูกต้อง ดังนั้นถ้าเราสามารถลดช่วงระยะเวลานี้ให้สั้นลงได้เท่าไหร่ความสูญเสียสารอาหารก็จะน้อยลง เพราะคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายง่ายจะถูกใช้หมดไป และเกิดเป็นความร้อนและน้ำ ซึ่งจะทำให้ความน่ากินของหญ้าหมักลดลง โปรตีนบางส่วนซึ่งอาจสูงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ จะถูกย่อยสลายไปเป็นก๊าซแอมโมเนีย การหมักที่สมบูรณ์จะทำให้ความเป็นกรดเพิ่มขึ้นและหยุดยั้งกระบวนการย่อยสลายโปรตีน (Proteolysis) ในกระบวนการหมักถ้าอาหารหยาบแห้งเกินไป (มีความชื้นน้อย) ก็อาจเกิดผลเสียเช่นเดียวกัน เพราะจะทำให้เกิดความร้อนสูง เนื่องจากกระบวนการหมักเกิดไม่สมบูรณ์ ความร้อนที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดปฏิกริยาเมล์ลาร์ด (Maillard reaction) กับโปรตีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรตีน จะเปลี่ยน โครงสร้างโดยไปรวมกับ คาร์โบไฮเดรต เกิดเป็นสารประกอบที่ไม่ย่อย สลาย สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ที่เกิดขึ้นจะทำให้อาหารหยาบหมักที่ได้มีเปอร์เซ็นต์ของพลังงานและโปรตีนต่ำ

ระยะที่ 2 ระยะนี้จะเกิดขึ้นหลังจากก๊าซออกซิเจนถูกกำจัดหมดแล้ว แบคทีเรียที่ไม่ใช้ก๊าซออกซิเจนจะเริ่มย่อยคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำกับโปรตีนบางชนิดให้กลายไปเป็นกรดอะซิติค กรดที่เกิดขึ้นจะทำให้ค่าความเป็นกรดเพิ่มมากขึ้น ค่าความเป็นกรดอาจลดไปถึง 5 เมื่อค่าความเป็นกรดลดไปปถึงระดับแบคทีเรียที่สร้างอะซิติคจะเริ่มถูกทำลาย ระยะนี้ปกติจะกินเวลาประมาณ 24 ถึง 72 ชั่วโมง

ระยะที่ 3 และ 4 เป็นระยะที่มีความสำคัญมากเพราะแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติคจะเริ่มทำงานในช่วงนี้ กรดแลคติค เป็นกรดที่มีประโยชน์ซึ่งโคนมสามารถนำไปใช้เป็นพลังงานได้ แบคทีเรียอาจใช้สารอาหารในหญ้าหมักมากถึง 10 เปอร์เซ็นต์ในการสร้างกรดชนิดนี้ ถ้ากระบวนการหมักเกิดความสมบูรณ์กรดแลคติคจะทำให้ความเป็นกรดเพิ่มขึ้น ค่าของ pH อาจลดลงไปถึง 4.2 หรือต่ำกว่า ความเป็นกรดระดับนี้จะทำให้จุลินทรีย์ทุกชนิดหยุดทำงาน หญ้าหมักที่ผ่านมาถึงระยะนี้จะเก็บไว้ได้ตลอดไปโดยไม่สูญเสียถ้าไม่มีการสัมผัสกับอากาศ ในระยะนี้ถ้าใช้วัตถุดิบที่มีความชื้นมากเกินไป (> 70 เปอร์เซ็นต์) จะทำให้แบคทีเรียกลุ่มโคลสตริเดีย (Clostridia spp.) เจริญเติบโตได้ดี และมีการสร้างกรดบิวไทริคแทนกรดแลคติค กรดบิวไทริคจะทำให้หญ้าหมักมีกลิ่นไม่ดี โคนมจะไม่ชอบกินหญ้าหมักที่มีกรดบิวไทริคสูง

ระยะที่ 5 เป็นระยะที่ทุกอย่างคงตัวหมดแล้ว ค่า pH จะคงที่และจะมีปริมาณความเป็นกรดเท่าใดก็ขึ้นกับชนิดของพืชอาหารสัตว์ที่ใช้ทำ เช่น ข้าวโพดหมักจะมี pH 4 คุณภาพของหญ้าหมักจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงจนกว่าจะเริ่มเปิดมาใช้เลี้ยงสัตว์

ระยะที่ 6 เป็นระยะสุดท้ายของกระบวนการหมัก คือระยะที่เริ่มมีการเปิดออกมาใช้ ระยะนี้หญ้าหมักจะเริ่มมีการสูญเสีย กระบวนการย่อยสลายโดยก๊าซออกซิเจนจะเกิดขึ้นอีก เชื้อราและยีสต์จะมีโอกาสเติบโต ดังนั้นถ้าการเก็บรักษาในช่วงนี้ก่อนที่หญ้าหมักจะถูกใช้หมดไม่ดีพอก็จะเกิดการสูญเสียเป็นจำนวนมาก

ในกระบวนการทำหญ้าหมักให้มีคุณภาพดี กระบวนการตั้งแต่ระยะที่ 1 ถึง 5 จะต้องเกิดขึ้นและสิ้นสุดลงให้เร็วที่สุดเท่าที่จะเร็วได้ เพื่อให้การถนอมอาหารเกิดได้อย่างสมบูรณ์ และมีการสูญเสียของหญ้าหมักน้อยที่สุด ถ้ากระบวนการในช่วงดังกล่าวเกิดอย่างสมบูรณ์เวลานำออกมาใช้และสัมผัสอากาศหญ้าหมักจะเสียช้าลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 วิธีการทำหญ้าหมัก

การทำหญ้าหมักอาจจะทำในบ่อเหมือนบ่ออาหารหยาบหมัก หรืออาจจะทำเป็นกองบนดินก็ได้ โดยพื้นที่บริเวณที่จะทำควรปูผ้าพลาสติก เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำไหลซึมลงไปในดิน นำหญ้าที่เตรียมไว้มากองโดยการเกลี่ยออกให้เรียบคล้ายอาหารหยาบหมัก ถ้าเป็นฟางฟ่อนก็สามารถเอามาเรียงเป็นแถว และใช้ปุ๋ยยูเรียในอัตราส่วน 4 ถึง 6 กิโลกรัมต่อฟาง 100 กิโลกรัม ละลายในน้ำปริมาณ 100 ลิตร (ใช้อัตราส่วน ฟาง : น้ำ = 1: 1) การใช้ยูเรียในขนาด 6 เปอร์เซ็นต์ (6 กก.ต่อฟาง 100 กก.) หมักฟางพบว่าโคนมที่กินฟางหมักนี้สามารถให้ผลผลิตได้ใกล้เคียงกับการเลี้ยงด้วยหญ้าสด หลังจากผสมยูเรียกับน้ำ แล้วจึงนำมาราดลงบนกองฟางโดยพยายามให้ฟางทุกส่วนเปียกน้ำ เมื่อเสร็จชิ้นหนึ่งแล้วจึงนำฟางชุดใหม่มากองทับแล้วจึงราดน้ำผสมยูเรียแบบเดียวกันอีก ทำอย่างนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งได้ฟางตามปริมาณที่ต้องการ แล้วจึงทำการปิดกองฟางด้วยพลาสติก (สีดำ) พยายามปิดผ้าพลาสติกให้สนิท เพื่อป้องกันไม่ให้ก๊าซแอมโมเนียที่เกิดขึ้นกระจายออกไปหลังจากนั้นทิ้งไว้ประมาณ 2 ถึง 3 สัปดาห์ แล้วจึงนำไปเลี้ยงโคนมได้

2.8 การขนถ่ายวัสดุปริมาณมวลโดยมีการเคลื่อนที่แบบต่อเนื่อง

การเลือกอุปกรณ์ลำเลียงวัสดุปริมาณมวลแบบต่อเนื่อง มีปัญหาทางเทคนิคมากมายสิ่งที่ต้องคำนึงถึง ได้แก่ สมบัติทางกายภาพ และทางเคมีที่แน่นอนของวัสดุขนถ่าย สภาพพื้นที่และสิ่งแวดล้อมในการทำงาน กระบวนการผลิต เช่น การทำแห้ง การให้ความร้อน การคัดแยก เป็นต้น ลักษณะการขนถ่าย เช่น การขนถ่ายแนวราบ แนวเอียง แนวดิ่ง หรือเป็นเส้นโค้ง และจะต้องคำนึงถึงลักษณะ และการทำงานของอุปกรณ์ขนถ่ายและเครื่องจักรต่าง ๆ ตัวอย่าง เช่น ต้องการลำเลียงวัสดุปริมาณมวลที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 120 องศาเซลเซียส ซึ่งมีอุณหภูมิสูงเช่นนี้ไม่สามารถใช้สายพานลำเลียงปกติได้ และต้องการระยะทางลำเลียงสั้นกว่า 100 เมตร วัสดุมีลักษณะไม่แตกร่วนง่าย ดังนั้นจึงเลือกใช้เกลียวลำเลียงได้ สำหรับวัสดุปริมาณมวลที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 80 องศาเซลเซียสสามารถใช้สายพานลำเลียงได้และยังสามารถลำเลียงได้ไกลกว่า 300 เมตร ในแนวราบโดยใช้สายพานลำเลียงเพียงชุดเดียวอย่างไรก็ดีสายพานลำเลียงนั้น ไม่สามารถลำเลียงวัสดุในแนวดิ่งหรือชันได้ในกรณีนี้ควรเลือกใช้กะพ้อลำเลียงหรือเกลียวลำเลียงจะเหมาะสมกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สายพานลำเลียง

สายพานลำเลียง (Continous belt conveyors) แบ่งออกได้เป็น

1.1 สายพานแกนผ้าอาบยางและสายพานพิเศษ (Fabricrubber-conveyours and Special belts) สายพานในปัจจุบันได้ผลิตขึ้นให้ใช้กับวัสดุได้มากชนิดแม้กระทั่งวัสดุที่มีความแข็งมาก หรือมีความร้อนสูง สายพานอาจเคลื่อนที่ไปโดยอิสระหรือเคลื่อนที่ไปบนลูกกลิ้ง ความจุอาจจะเพิ่มขึ้นได้โดยการติดขอบข้าง (Skirt board) วัสดุจะถูกป้อนทางด้านบน ความเร็วของวัสดุขนถ่ายควรเท่ากับความเร็วของสายพาน วัสดุที่ใช้เป็นก้อนผ่านตะแกรงที่อยู่ตอนปลายรางป้อนเพื่อกันวัสดุก้อนโตเกินไป การปล่อยวัสดุจากสายพานทำโดยปล่อยออกทางตอนปลายสายพานหรืออาจกวาดออกทางด้านข้างก็ได้ ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นเอียงขวางการเคลื่อนที่วัสดุ มุมเอียงของสายพานขึ้นอยู่กับแรงสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานของวัสดุขนถ่ายกับพื้น มีตั้งแต่ 15-30 องศา ครำวที่กั้นบนสายพานช่วยให้มุมเอียงเพิ่มขึ้นอีก แต่ไม่ได้เพิ่มความจุของสายพาน ความเร็วของสานพานขึ้นกับชนิดของวัสดุขนถ่าย และความกว้างของสายพาน เมื่อวัสดุก้อนโตสายพานก็ต้องมีขนาดความกว้างขึ้น และความเร็วก็สูงขึ้นไปด้วย สิ่งสำคัญคือ จะต้องรักษาความสะอาดของสายพาน เพื่อไม่ให้วัสดุตกค้างบนสายพาน แม้ว่าสายพานจะต้องมีแนวตรงตลอด แต่การปล่อยวัสดุจากสายพานหนึ่งไปอีกสายพานหนึ่งทำได้โดยให้มีมุมต่าง ๆ กัน ทำให้เสมือนมีการเลี้ยงโค้งได้ตามต้องการ นอกจากนี้ยังสามารถขนถ่ายได้ในระยะไกล ๆ อีกด้วยโดยใช้ชุดของสานพานลำเลียงต่อกัน

1.2 สายพานลำเลียงแบบปิด (Close or zipper belt) มีลักษณะเป็นหลอดปิดด้วยซิป สายพานทั้งหมดเคลื่อนที่ไปตามลูกกลิ้งที่รองรับอยู่ และจะมีอุปกรณ์พิเศษใช้ในการปิดเปิดส่วนปลายเพื่อป้อนและปล่อยวัสดุ ลักษณะที่สำคัญก็คือ สามารถป้องกันวัสดุขนถ่ายจากการปลอมปนวัสดุอื่น หรือการติดเชื้อในระหว่างการขนถ่าย แต่ก็มีราคาแพงกว่าสายพานธรรมดา

1.3 สายพานลำเลียงแบบแผ่นบานพับ (Hinged plate conveyours) แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือชนิดที่ข้อต่อบานพับอยู่ด้านล่าง อีกชนิดหนึ่งข้อต่อบานพับอยู่ด้านบน แบบแรกจะถูกขับเคลื่อนที่โดยใช้ล้อเฟือง และมีผิวสายพานด้านบนเรียบ แบบหลังจะมีก้านซึ่งรับน้ำหนักพื้นสายพานและยังทำหน้าที่เป็นสลักสำหรับยึดข้อโซ่อีกด้วย มักจะใช้ในการขนถ่ายในระยะสั้น ๆ ใช้ในการขนถ่ายชิ้นส่วนเล็ก ๆ ที่มีอุณหภูมิสูง หรือผลไม้เล็ก ๆ ชิ้นส่วนของสัตว์ปีก เนื้อ ปลา เป็นต้น

1.4 สานพานลำเลียงแผ่นประสานกัน (Inter-locking steel plates) มีความแข็งแรงมีสมบัติพิเศษคือ วัสดุไม่ตกหล่นในระหว่างลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 สายพานลำเลียงแบบถาด (Pan conveyors) ประกอบด้วยถาดเรียงต่อกัน เกี่ยวต่อกันที่ขอบบนโดยใช้ข้อต่อ บานพับ ซึ่งแกนของข้อต่อจะยาวถึงของทั้งสองของถาด และทำหน้าที่เป็นสลักของโซ่ขับ สามารถทำมุมเอียงได้ถึง 70 องศา และถ้าหากมีการป้องกันไม่ให้วัสดุตกลงใส่ก็อาจใช้มุม 90 องศาได้

2.กะพ้อลำเลียง

กะพ้อลำเลียง (Bucket conveyors and elevators) แบ่งออกได้เป็น

2.1 กะพ้อลำเลียงรูปตัว V และแบบหมุดหมุน (V bucket and V-pivoted bucket-conveyors elevators) กะพ้อลำเลียงประเภทนี้ ทำหน้าที่ 2 อย่างคือ ลำเลียงวัสดุในแนวดิ่งขึ้นมาและป้อนออกในแนวราบ และปล่อยวัสดุผ่านออกทางก้นกะพ้อใบล่างลงไปยังอุปกรณ์ลำเลียงอื่น ส่วนแบบหมุดหมุนจะขนวัสดุขึ้นในแนวดิ่ง จนกระทั่งถึงส่วนบนซึ่งเป็นแนวราบ กะพ้อจะพลิกและปล่อยวัสดุลงในตำแหน่งที่ต้องการ

2.2 วัสดุกะพ้อแบบแรงหนีศูนย์ (Centrifugal elevators) เป็นกะพ้อลำเลียงแบบต่อเนื่อง ซึ่งใช้ในการลำเลียงและปล่อยออกด้วยแรงหนีศูนย์กลางตอนบน แบ่งเป็น 4 แบบ ต่าง ๆ กัน ตามวิธีการถ่ายวัสดุ

3. เกลียวลำเลียง

เกลียวลำเลียง (Spiral or screw conveyors and elevators) จัดอยู่ในประเภทสายพานกวาดก็ได้แต่เนื่องจากมีลักษณะแตกต่างออกไปจึงแยกอธิบาย มีหลายลักษณะซึ่งทำให้ขนถ่ายวัสดุได้หลายชนิด เกลียวตัวหนอนมี 2 ชนิด คือแบบแรกเรียกว่า Helicoid spiral เกลียวทำเป็นเกลียวแยกส่วนแต่ละส่วนเชื่อมกันด้วยหมุดย้ำแล้วติดบนเพลา หรือท่อ เช่น เกลียวแบบแผ่นริ้ว (Ribbon spiral) ใช้ในการขนลำเลียงวัสดุที่หนืดเหนียว เกลียวแบบตัด (Cut flight) จะทำให้เกิดการผสมขึ้นขณะลำเลียงเกลียวแผ่น (Paddle Spiral) ช่วยในการผสมกวนวัสดุในขณะลำเลียง และระยะพิชของแผ่นสามารถปรับตัวได้ด้วย เกลียวเรียว (Tapered spiral) สามารถขนลำเลียงวัสดุเป็นก้อนร่วนออกจากถังบรรจุ

เกลียวลำเลียงใช้ขนถ่ายได้ในความยาวถึง 30 เมตร ทำมุมเอียงได้ถึง 35 องศา แต่เมื่อความเอียงเพิ่มขึ้น ปริมาณขนถ่ายก็ลดลง อย่างไรก็ดี ในการขนลำเลียงวัสดุที่เป็นเมล็ดและละเอียดอ่อนนุ่มอาจทำมุมเอียงได้ 75-90 องศา ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการใช้งาน

เกลียวลำเลียงเป็นอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุปริมาณมวลที่มีความคล่องตัวในการเคลื่อนไหวดี เช่น เมล็ดธัญพืชต่าง ๆ เม็ดอาหารสัตว์ สารเคมีที่เป็นปริมาณมวลต่าง ๆ ขี้เลื่อย ผงถ่านหิน เป็นต้น ในกรณีที่วัสดุมีความคล่องตัวในการเคลื่อนไหลปานกลาง หรือมีความหนืด เช่น แป้งโดห์น้ำตาลดิบ เป็นต้น ก็สามารถประยุกต์ใช้โดยใช้ใบเกลียวแบบต่าง ๆ เกลียวริ้ว (Ribbon flight) แทนเกลียวเต็มใบ (Standard flight) นอกจากนี้ใช้เป็นอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแล้ว ยังใช้เป็นอุปกรณ์ป้อนวัสดุ (Feeder) ได้ด้วย เกลียวลำเลียงสามารถรับวัสดุได้จากหลายทางและมีช่องวัสดุออกได้หลายทางด้วย เช่น การรับและการส่งวัสดุจากถังเก็บวัสดุไปยังตำแหน่งต่าง ๆ ในโรงงาน เช่น โรงงานอาหารสัตว์ โรงงานเกี่ยวกับเมล็ดธัญพืช และโรงงานที่เกี่ยวกับสารเคมี เกลียวลำเลียงยังใช้เป็นอุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลของวัสดุ โดยออกแบบให้สามารถปรับความเร็วรอบในการหมุน ทำให้สามารถป้อนวัสดุไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้ตามความต้องการ นอกจากนี้ขณะลำเลียงอาจให้ความร้อน หรือความเย็น ต่อวัสดุได้โดยทำเสื้อ (Jacket) สวมรางเกลียว (Screw case) ที่รองรับวัสดุ เพื่อให้มีสารทำความร้อนหรือความเย็นไหลเวียนไปเพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนได้ หรืออาจทำท่อผ่านไปตามใบเกลียวก็ได้ เกลียวลำเลียงยังสามารถใช้ลำเลียงวัสดุที่มีฝุ่นหรือไอพิษ หรือวัสดุที่ต้องปลอดจากการปนเปื้อนโดยปิดฝารางเกลียวให้แน่น

การขนถ่ายวัสดุปริมาณมวลโดยมีการเคลื่อนที่แบบต่อเนื่องเลือกเกลียวลำเลียงเป็นอุปกรณ์ลำเลียงข้าวโพดสับเนื่องจากเกลียวลำเลียงมีข้อดีเมื่อเทียบกับวิธีการลำเลียงแบบอื่นๆคือ สามารถกำหนดอัตราการขนถ่ายได้ขนถ่ายวัสดุปริมาณมวลที่มีความคล่องตัวในการเคลื่อนไหวดี เช่น เมล็ดธัญพืชต่าง ๆ เม็ดอาหารสัตว์ สารเคมีที่เป็นปริมาณมวลต่าง ๆ ขี้เลื่อย ผงถ่านหิน เป็นต้น

2.9 คุณสมบัติของนิวแมติกเมื่อเปรียบเทียบกับไฮดรอลิก

เนื่องจากกระบบนิวแมติกและระบบไฮดรอลิกมีความสัมพันธ์ซึ่งเป็นลักษณะของพลังงานของไหลเหมือนกันเมื่อนำเอาระบบนิวแมติกเปรียบเทียบกับระบบไฮดรอลิกมีข้อแตกต่างกันดังนี้

1.ความดันใช้งานของลมดันในระบบนิวแมติกมีค่าอยู่ระหว่าง 6 ถึง 7 บาร์ แต่ถ้าต้องการความดันใช้งานสูงกว่านี้ก็ได้แต่ไม่เกิน 10 บาร์ ซึ่งน้อยกว่าความดันใช้งานของระบบไฮดรอลิกมาก จึงเหมาะกับการใช้งานเบา ๆ เท่านั้น

2.ลมอัดมีการยุบตัวมากกว่าน้ำมันในระบบไฮดรอลิก ดังนั้นเมื่อมีการหยุดค้างตำแหน่งในระหว่างระยะชักจึงไม่ดีเท่าที่ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.ความต้านทานการไหลของลมอัดในท่อทางส่งมีค่าน้อยกว่าความต้านทานการไหลของน้ำมันในระบบไฮดรอลิก จึงสามารถเคลื่อนที่ได้เร็วกว่า

4.ระบบนิวแมติดมีความสะอาดมากกว่าระบบไฮดรอลิกมาก เพราะระบบไฮดรอลิกมีการรั่วไหลของน้ำมันเกิดขึ้น และอาจเกิดอันตรายจากการติดไฟของน้ำมันได้

5.โดยทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรมมักจะใช้ลมอัดใช้งานประเภทอื่นอยู่แล้ว ดังนั้นจึงเป็นการสะดวกที่จะนำเอาระบบนิวแมติกมาใช้ ซึ่งค่าใช้จ่ายในการเดินท่อทางส่งลมอัดมีราคาต่ำกว่า ถ้าต้องการจะนำเอาระบบไฮดรอลิกมาใช้ในโรงงาน จะต้องหาปั๊มไฮดรอลิกมาใช้งาน และค่าใช้จ่ายในการเดินท่อทางส่งน้ำมันไฮดรอลิกมีราคาสูงมาก

6.ระบบนิวแมติกสามารถใช้งานในขณะที่อุณหภูมิของลมอัดสูงได้ถึง 160 $^{\circ}$C โดยขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานและอุปกรณ์ทำงาน ส่วนในระบบไฮดรอลิก น้ำมันที่ใช้ในการส่งถ่ายกำลังจะมีอุณหภูมิสูงไม่เกิน 70°C

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบการบังคับการทำงานด้วยระบบต่างๆ

รายระเอียดของระบบ	บังคับการทำงานด้วยระบบ			
	กลไก	ไฟฟ้า	ไฮดรอลิก	นิวแมติก
โครงสร้าง	ค่อนข้างซับซ้อน	ค่อนข้างซับซ้อน	ค่อนข้างซับซ้อน	ง่าย
ความสามารถ	ดีมาก	ดีมาก	ดี	ดี แต่ต้องระวัง
เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง	ง่าย	ง่าย	ยาก	ง่าย
เคลื่อนที่แบบหมุน	ง่าย	ง่าย	ค่อนข้างยาก	ค่อนข้างยาก
กำลังขับ	น้อย-มาก	น้อย-มาก	กลาง-มากกว่า	น้อย-กลาง
การปรับกำลังขับ	ยาก	ยาก	ง่าย	ง่าย
การบำรุงรักษา	ง่าย	ต้องใช้เทคโนโลยี	ค่อนข้างง่าย	ง่าย
ความเร็วคงที่	ดีมาก	ดี	ดี	ไม่คงที่ ความดันต่ำ
การรับภาระเกินกำหนด (over load)	ค่อนข้างยาก	ยาก	ค่อนข้างยาก	ง่าย
การเลือกรูปแบบการติดตั้ง	น้อย	กลาง	มาก	มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) เปรียบเทียบการบังคับการทำงานด้วยระบบต่างๆ

รายระเอียดของระบบ	บังคับการทำงานด้วยระบบ			
	กลไก	ไฟฟ้า	ไฮดรอลิก	นิวแมติก
การใช้อุปกรณ์ช่วยทำงานเมื่อขาดกระแสไฟฟ้า	ค่อนข้างจะเป็นไปได้	ยาก	เป็นไปได้	เป็นไปได้
การส่งสัญญาณ	ยาก	ง่ายมาก	ค่อนข้างยาก	ง่าย
การป้องกันการติดไฟ	ดี	ต้องใช้อุปกรณ์ช่วย	ดี	ดีมาก
ความรู้สึกไวต่อความชื้น	น้อย	มาก	น้อย	ต้องระบายออก
ความรู้สึกไวต่ออุณหภูมิ	น้อย	มาก	กลาง	น้อย
การเลือกวิธีการบังคับ	น้อย	มากกว่า	น้อย	น้อย
การคำนวณในระบบ	น้อย	มาก	น้อย	กลาง
การคำนวณความเร็ว	สูง	สูงมาก	กลาง	กลาง
การคำนวณการบังคับ	อะนาลอก (ดิจิตอล)	ดิจิตอล (อะนาลอก)	อะนาลอก	ดิจิตอล (อะนาลอก)
ข้อเสียเมื่อเกิดการสั้นสะเทือน	ปกติ	มีผลเสีย	ปกติ	ปกติ

ที่มา : นิวแมติกอุตสาหกรรม 2544

เลือกระบบนิวแมติกในขั้นตอนกควบคุมลิ้นปิด-เปิด เนื่องจากระบบนิวแมติกมีโครงสร้างที่ง่ายและสามารถทำงานได้ดีกว่า ใช้กำลังขับน้อย การส่งสัญญาณง่ายกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับการควบคุมด้วยระบบอื่น ๆ ดังนั้นจึงเลือกใช้ระบบนิวแมติกในการควบคุมลิ้นปิด-เปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 การชั่งน้ำหนักโดยวิธีต่าง ๆ

1. การชั่งน้ำหนักโดยสเตรนเกจ

สเตรนเกจคืออุปกรณ์ที่ความต้านทานของตัวมันเปลี่ยนแปลงเมื่อถูกทำให้ยืดหรือหด หรือถูกทำให้เกิดความเครียด ดังนั้นสเตรนเกจจึงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดความเครียดมากที่สุด คุณลักษณะต่าง ๆ ที่ควรจะพิจารณาในการตัดสินใจเลือกใช้สเตรนเกจในงานเฉพาะอย่าง ๆ มีดังนี้

(1.) ค่าคงตัวเปรียบเทียบ (Calibration constant) ของสเตรนเกจควรจะเสถียร ไม่ควรเปลี่ยนตามเวลา อุณหภูมิ หรือ ตัวประกอบแวดล้อมอื่น ๆ

(2.) สเตรนเกจควรจะสามารถวัดความเครียด (Strain) ด้วยความแม่นยำ $\pm 1\,\mu$ in/in (μm/m) ในช่วงความเครียดขนาดใหญ่ (หรือความผิดพลาด ± 10 %)

(3.) ขนาดเกจ (ความยาว l_o และความกว้าง W_o) ควรจะเล็กเพื่อว่าความเครียดจะถูกประมาณด้วยความผิดพลาดเล็กน้อย

(4.) การตอบสนองของเกจ ซึ่งถูกควบคุมด้วยความเฉื่อยของตัวเกจ ควรเพียงพอที่จะบันทึกความเครียดพลวัต (Dynamics strains) ด้วยองค์ประกอบความถี่ที่มากกว่า 100 kHz.

(5.) ระบบเกจควรจะมีทั้งแบบที่อ่านค่า ณ ที่ตำแหน่งติดตั้ง และอ่านระยะไกล

(6.) เอาต์พุตจากเกจในระหว่างช่วงการอ่าน ควรจะเป็นอิสระจากอุณหภูมิ และพารามิเตอร์แวดล้อมอื่น ๆ

(7.) เกจ และอุปกรณ์ช่วย ทั้งคู่ควรมีราคาถูกเพื่อใช้ประโยชน์ได้กว้างขวาง

(8.) ระบบเกจควรติดตั้งและสามารถใช้งานได้ง่าย

(9.) เกจควรจะตอบสนองแบบเชิงเส้นต่อความเครียดในช่วงกว้าง

(10.) เกจควรเหมาะสำหรับใช้เป็นส่วนรับรู้ในระบบทรานส์ดิวเซอร์อื่น ๆ เมื่อปริมาณที่ไม่ทราบค่า เช่น ความดันถูกวัดในเทอมของความเครียด

2. การชั่งน้ำหนักโดยตุ้มถ่วงน้ำหนัก

3. การชั่งน้ำหนักโดยอิเล็กทรอนิกส์

เลือกวิธีชั่งโดยใช้การปรับตั้งให้สปริงเป็นตัวรองรับน้ำหนัก การถังเมื่อข้าวโพดสับถูกปล่อยลงมาในถังน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นจะกดสปริงไปแตะกับลิมิตสวิตช์ ที่ตั้งน้ำหนักไว้ที่ 20 กิโลกรัม ลิมิตสวิตช์จะเป็นตัวสั่งให้วาล์ว 5/3 ทำงาน สาเหตุที่เลือกใช้ลิมิตสวิตช์เป็นตัวตัดน้ำหนัก เนื่องจากมีราคาถูกกว่า มีความซับซ้อนน้อยกว่า เมื่อเทียบกับการใช้สเตรนเกจและอิเล็กทรอนิกส์ นอกจากนี้ยังมีความแม่นยำกว่าเมื่อเทียบกับการชั่งน้ำหนักโดยวิธีตุ้มถ่วงน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 อุปกรณ์การทำงานของเครื่องชั่งน้ำหนัก

1. เกลียวลำเลียง

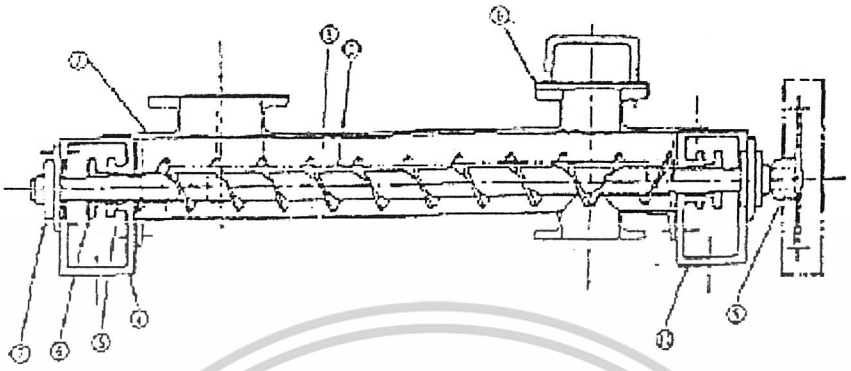
เกลียวลำเลียง (Spiral or screw conveyors and elevators) จัดอยู่ในประเภทสายพานกวาดก็ได้ แต่เนื่องจากมีลักษณะแตกต่างออกไปจึงแยกอธิบาย มีหลายลักษณะซึ่งทำให้ขนถ่ายวัสดุได้หลายชนิด เกลียวตัวหนอนมี 2 ชนิด คือแบบเรียกว่า Helicoid spiral เกลียงทำเป็นเกลียวแยกส่วนแต่ละส่วนเชื่อมกันด้วยหมุดย้ำแล้วติดบนเพลา หรือท่อ เช่น เกลียวแบบแผ่นริ้ว (Ribbon spiral) ใช้ในการขนลำเลียงวัสดุที่หนืดเหนียว เกลียวแบบตัด (Cut flight) จะทำให้เกิดการผสมขึ้นขณะลำเลียง เกลียวแผ่น (Paddle spiral) ช่วยในการผสมกวนวัสดุในขณะลำเลียงและระยะพิชของแผ่นสามารถปรับตัวได้ด้วย เกลียวเรียว (Tapered spiral) สามารถขนลำเลียงวัสดุเป็นก้อนร่วนออกจากถังบรรจุ

ลักษณะการใช้งานของเกลียวลำเลียง

เกลียวลำเลียงเป็นอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุปริมาณมวลที่มีความคล่องตัวในการเคลื่อนไหลดี เช่น เมล็ดธัญพืชต่าง ๆ เม็ดอาหารสัตว์ สารเคมีที่เป็นปริมาณมวลต่าง ๆ ขี้เลื่อย ผงถ่านหิน เป็นต้น ในกรณีที่วัสดุที่ความคล่องตัวในการเคลื่อนไหลปานกลาง หรือมีความหนืด เช่น แป้ง โดห์ น้ำตาล ดิบ เป็นต้น ก็สามารถประยุกต์ใช้ได้โดยใช้ใบเกลียวแบบต่าง ๆ เกลียวริ้ว (Ribbon flight) แทนเกลียวเต็มใบ (Standard flight) นอกจากใช้เป็นอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแล้ว ยังใช้เป็นอุปกรณ์ป้อนวัสดุ (feeder) ได้ด้วย เกลียวลำเลียงสามารถรับวัสดุได้จากหลายทาง และมีช่องวัสดุออกได้หลายทางด้วย เช่น การรับและการส่งวัสดุจากถังเก็บวัสดุไปยังตำแหน่งต่าง ๆ ในโรงงาน เช่น โรงงานอาหารสัตว์ โรงงานเกี่ยวกับเมล็ดธัญพืช และโรงงานที่เกี่ยวกับสารเคมี เกลียวลำเลียงยังใช้เป็นอุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลของวัสดุ โดยออกแบบให้สามารถปรับความเร็วรอบในการหมุนทำให้สามารถป้อนวัสดุไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้ตามต้องการ นอกจากนี้ขณะลำเลียงอาจให้ความร้อนหรือความเย็นต่อวัสดุได้โดยทำเสื้อ (Jacket) สวมรางเกลียว (Screw case) ที่รองรับวัสดุ เพื่อให้มีสารทำความร้อน หรือความเย็นไหลเวียนไป เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนได้ หรืออาจทำท่อผ่านไปตามใบเกลียวก็ได้ เกลียวลำเลียงยังสามารถลำเลียงวัสดุที่มีฝุ่นหรือไอพิษ หรือวัสดุที่ต้องปลอดจากการปนเปื้อนโดยปิดฝารางเกลียวให้แน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



1 ตางเกลียว
2. เกลียว
3. ฝา
4 ห้องปลายเพลา
5 ส่วนป้องกันวัสดุร้าว
6 เขี้ยวป้องกันวัสดุร้าว
7 แป้ง
8 ของดุวัสดุ
9 ล้อรับ

รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบเกลียวลำเลียง (วิศวกรรมการขนถ่ายวัสดุ, 2540)

2. HOPPER

สมบัติทางกายภาพของวัสดุปริมาณมวล ได้แก่ ขนาด รูปร่าง พื้นที่ มุมกองพื้น ความคมแข็ง และความหนาแน่นรวม วัสดุปริมาณมวลส่วนใหญ่มีลักษณะเป็น เม็ดรูปต่างๆ เช่น ทรงกลม ทรงสี่เหลี่ยม มีผลต่อปฏิกิริยาของวัสดุต่อการไหลที่อยู่รอบๆ และต่อตัววัสดุเอง ทำให้มีผลต่อพฤติกรรมอื่นๆ ของวัสดุเช่น ความสามารถในการไหล การลอยตัว การอัดตัว การติดไฟ การระเบิด และความเป็นพิษ

3. กระบอกสูบ

กระบอกสูบจะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงานกล ลักษณะในการเคลื่อนที่เป็นการเคลื่อนที่แบบเส้นตรง ในสมัยก่อนที่ลูกสูบลมจะมีบทบาท ในงานอุตสาหกรรมยังใช้ กลไกลทางกล และทางไฟฟ้า มีความยุ่งยากในการควบคุม และปัญหาของช่วงชักจำกัด ดั้งนั้นในอุตสาหกรรมสมัยใหม่จึงพัฒนาลูกสูบลมมาใช้จนถึงปัจจุบัน ตัวกระบอกสูบลมมักทำด้วยท่อไม่มีตะเข็บ เช่น เหล็ก อะลูมิเนียม ทองเหลือง ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

55710

กระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทาง จะใช้ลมดันหัวลูกสูบทั้งตอนเคลื่อนที่ออกและเข้า ทำให้ได้แรงดันสองทิศทาง เหมาะกับงานที่จะต้องการใช้แรงในตอนลูกสูบเคลื่อนที่ออกและลูกสูบเคลื่อนที่เข้า รวมทั้งงานที่ต้องการช่วงชักยาว

4. วาล์ว

ระบบนิวแมติกจะทำงานได้จะต้องประกอบด้วยหลายส่วนประกอบ ส่วนทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ ทำงานในระบบนิวแมติกนั้น จะเคลื่อน ได้ตามความต้องการหรือควบคุมการทำงานได้โดยอุปกรณ์ควบคุมลมอัด ได้แก่ วาล์ว ต่างๆ วาล์วแต่ละชนิดก็มีหน้าที่ต่างกันออกไป จากหน้าที่ต่าง ๆ ของวาล์วนิวแมติกจึงสามารถแบ่งประเภทของวาล์วได้ดังนี้

1. วาล์วควบคุมทิศทางการไหลของลมอัด
2. วาล์วควบคุมอัตราการไหลของลมอัด
3. วาล์วควบคุมลมอัดไหลทางเดียว
4. วาล์วควบคุมความดันลมอัด
5. วาล์วเปิด – ปิดลมอัด
6. วาล์วแบบผสม

2.12 แนวทางการศึกษาเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์

จากการออกแบบและการคำนวณเลือกใช้ HOPPER ขนาด 0.6 x 0.6 เมตร เพราะHOPPER แบบสี่เหลี่ยมขนาด 0.6 x 0.6 มีความเหมาะสม ต่ออัตราการป้อนให้กับเกลียวลำเลียงและง่ายสำหรับการสร้าง

เกลียวลำเลียง เลือกใช้ขนาด 6 นิ้ว เพราะมีปริมาณการลำเลียงมากกว่า 0.83 ton/hr ซึ่งปริมาณการลำเลียงนี้เพียงพอต่อความต้องการ

รางลำเลียงใช้แบบเป็นท่อปิดเพราะต้องการป้องการสูญเสียความชื้นของข้าวโพดซึ่งจะมีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักของข้าวโพด

การตัดน้ำหนักโดยใช้ limit switch ช่วยในการตัดน้ำหนัก และ ใช้วาล์วลมที่สั่งงานไฟฟ้าเป็นตัวควบคุมการปิดเปิดของลูกสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและสร้าง

3.1 การออกแบบและสร้างอุปกรณ์

ในการออกแบบเครื่องชั่งข้าวโพดอาหารสัตว์นั้น สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงก็คือการลำเลียงข้าวโพดให้ทันต่อปริมาณการสับข้าวโพดของเครื่องสับ และ น้ำหนักที่เครื่องชั่งทำได้ต้องมีความแน่นอนและใกล้เคียงกับความต้องการที่เรากำหนดไว้ โดยเครื่องชั่งข้าวโพดอาหารสัตว์มีส่วนประกอบสำคัญดังนี้ โครงเครื่อง ถังบรรจุ (hopper) เกลียวลำเลียง ลิ้นปิดเปิดด้านบน ลูกสูบด้านบน ลูกสูบด้านล่าง วาล์วลมชนิดควบคุมด้วยไฟฟ้า ชุดต้นกำลัง

1. ชุดโครงเครื่อง

ชุดโครงเครื่องทำจากเหล็กฉาก 2 นิ้ว ขนาด 59 x 210 x 200 เซนติเมตร

2. ถังบรรจุ (hopper)

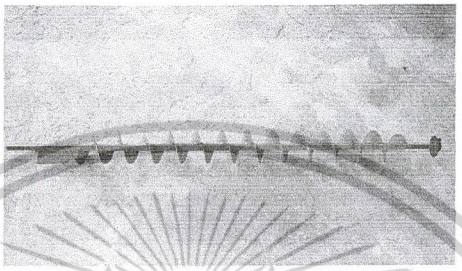
ทำจากเหล็ก หนา 2 มิลลิเมตร ขนาด 60 x 60 x 70 เซนติเมตร ทำหน้าที่ในการเก็บข้าวโพดที่ได้ทำการสับแล้วเพื่อลำเลียงต่อไป แสดงในรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 ถังบรรจุ (hopper)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เกลียวลำเลียง

เกลียวลำเลียงเป็นเกลียวสำเร็จ มีขนาดความโตเกลียว 6 ½ นิ้ว ระยะ พิช 5 นิ้ว ความยาวเกลียว 175 เซนติเมตร เกลียวลำเลียงทำหน้าที่ลำเลียงข้าวโพดที่ได้ทำการสับแล้วเพื่อจะไปทำการชั่งน้ำหนัก แสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 เกลียวลำเลียง

4. ลิ้นปิดเปิดด้านบน

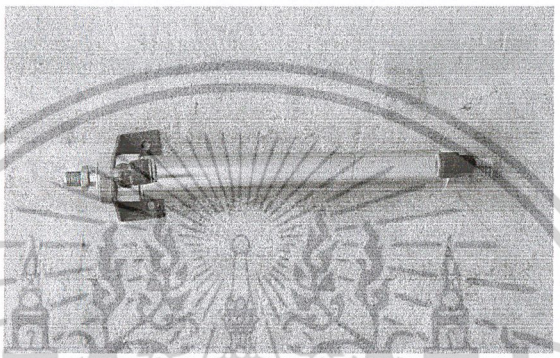
ลิ้นปิดเปิดทำด้วยแผ่นอะคิลิค หนา 3 มิลลิเมตร ขนาด 18 x 23 เซนติเมตร ทำหน้าเปิดปิดเพื่อสลับทิศทางการตกไปยังถังชั่งข้าวโพด แสดงดังรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.3 ลิ้นปิดเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ลูกสูบด้านบน

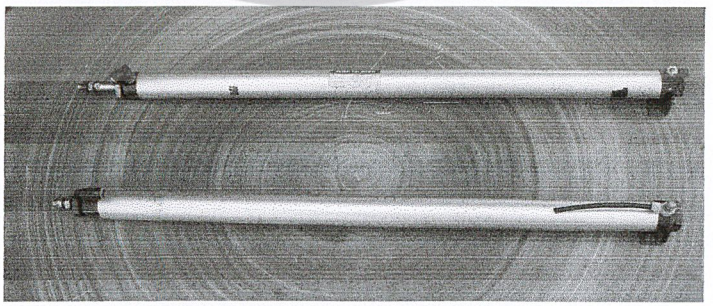
เป็นลูกสูบชนิดทำงานด้วยลม มีระยะชัก 20 เซนติเมตร ทำหน้าที่เลื่อนเข้าออกเพื่อให้ลิ้นปิดเปิดทำงาน แสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ลูกสูบด้านบน

6. ลูกสูบด้านล่าง

เป็นลูกสูบทำงานด้วยลม มีระยะชัก 60 เซนติเมตร ทำหน้าที่เลื่อนเข้าออกเพื่อให้ลิ้นปิดเปิดด้านล่างทำการปิดเปิดให้ข้าวโพดตกลงด้านล่าง แสดงดังรูปที่ 3.5

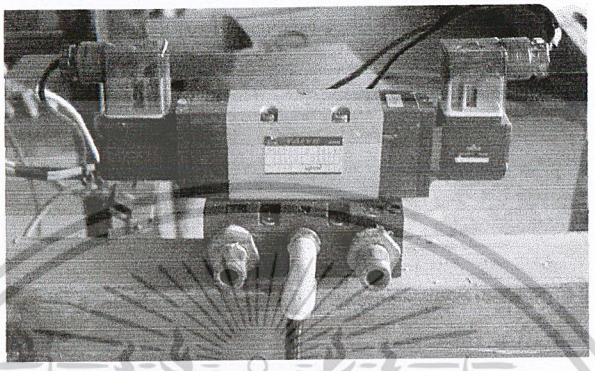


รูปที่ 3.5 ลูกสูบด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. วาล์วลม

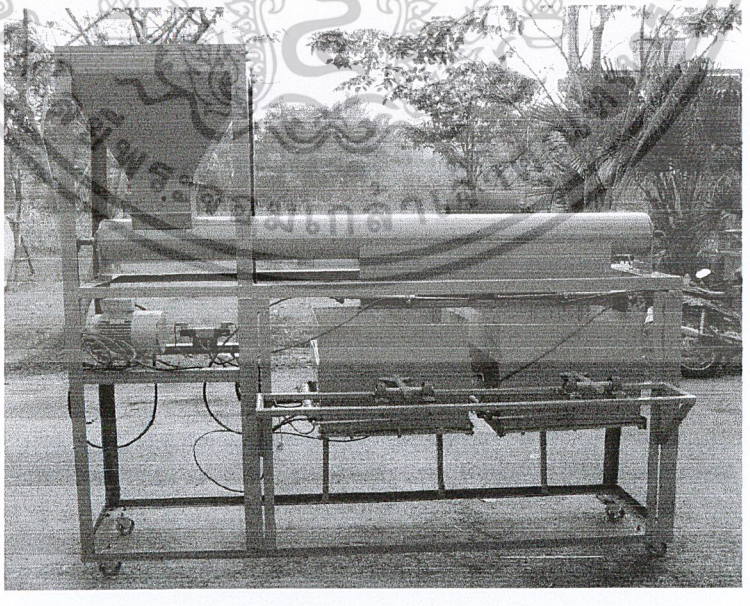
เป็นวาล์วควบคุมด้วยไฟฟ้า แบบ 5/3 ทำหน้าที่ควบคุมการจ่ายลมเข้าลูกสูบทั้งหมด แสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 วาล์วลม

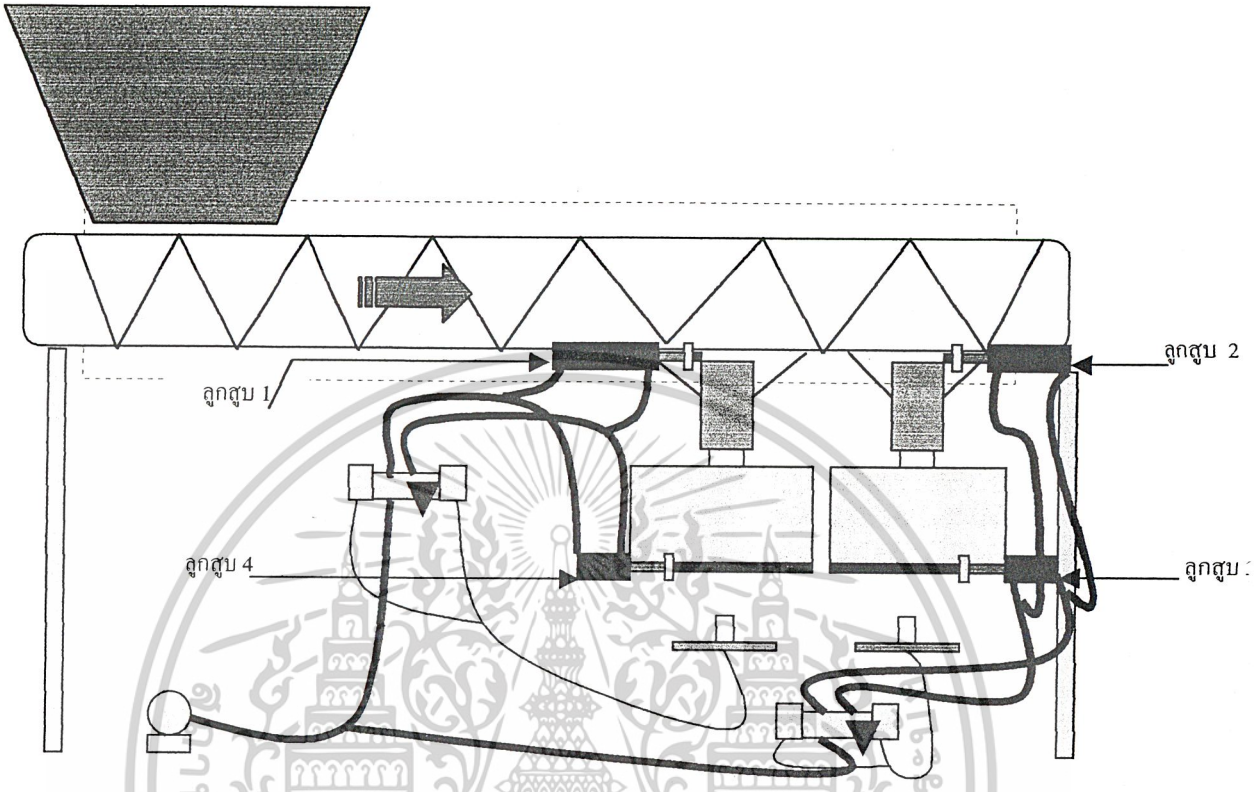
8. ชุดต้นกำลัง

ใช้มอเตอร์ขนาด 2 แรง มีความเร็วรอบที่ 1450 rpm

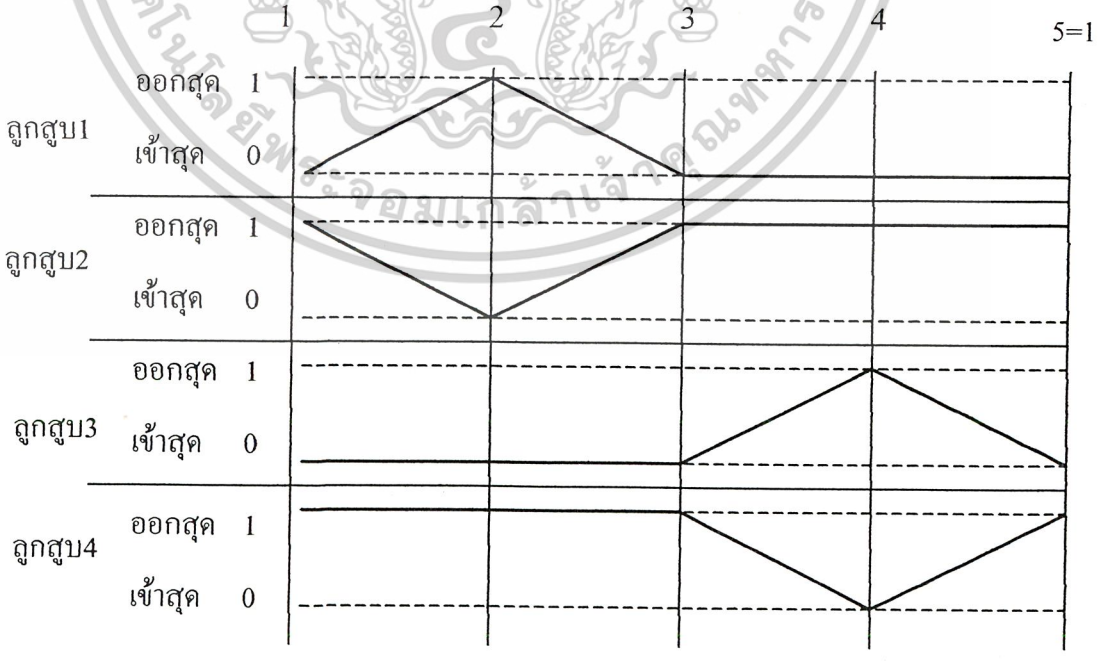


รูปที่ 3.7 การประกอบรวมของเครื่องชั่งน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 การต่อวงจรเครื่องชั่งข้าวโพด



รูปที่ 3.9 การทำงานของลูกสูบที่เวลาต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลอง

การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อหาสมรรถนะการลำเลียงของเกลียวลำเลียงและหาประสิทธิภาพของชุดชั่งน้ำหนักเพื่อให้ได้น้ำหนักตามที่กลุ่มเกษตรกรต้องการ โดยมีวัสดุและอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

1.วัสดุและอุปกรณ์

(1) ชุดชั่งน้ำหนัก

(2) ข้าวโพดที่ทำการสับแล้ว

(3) เครื่องควบคุมความเร็วรอบ

(4) เครื่องวัดความเร็วรอบ

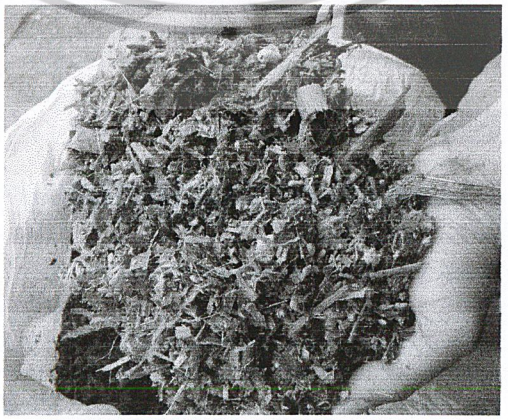
(5) เครื่องจับเวลา

(6) ตาชั่ง

(7) ถาดลองชั่งน้ำหนัก

2. วิธีการทดลอง

(1) เตรียมข้าวโพดโดยการนำ ข้าวโพดที่ได้ทำการสับแล้วข้าวโพดที่ได้ ทำการสับแล้วจะมีอายุประมาณ 45 วัน แสดงดังรูปที่ 3.10

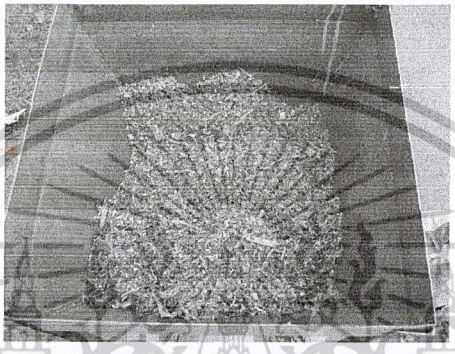


รูปที่ 3.10 ข้าวโพดอาหารสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ให้มอเตอร์ทำงานโดยกำหนดความเร็วรอบที่ 200 , 280 , 390 , 500 , 600 รอบต่อนาที

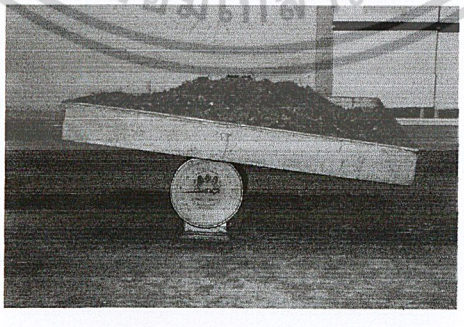
(3) นำข้าวโพดใส่ลงไปยังถังบรรจุ แล้วเปิดลิ้นให้ข้าวโพดไหลลงเกลียวลำเลียง แสดงดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.11 ข้าวโพดอยู่ใน hopper

(4) ทำการจับเวลาเมื่อข้าวโพดเริ่มลงถังเก็บและหยุดเวลาเมื่อชุดชั่งน้ำหนักเริ่มตัดน้ำหนัก

(5) นำข้าวโพดที่ได้จากการตัดน้ำหนักโดยเครื่องไปชั่งกับตาชั่งแล้วบันทึกผลการทดลอง แสดงดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.12 การชั่งข้าวโพด

(6) สรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองที่ความเร็วรอบต่างๆ ในแต่ละความเร็วรอบทำการทดลองซ้ำเป็นจำนวน 10 ครั้งต่อความเร็วรอบ ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดง เวลาที่ใช้ต่อความเร็วรอบ

ความเร็วรอบ	เวลาที่ใช้ min / 20 kg	Error ที่เกิดขึ้น (%)	
		ถังที่ 1	ถังที่ 2
200	เครื่องไม่สามารถทำงานได้	-	-
280	1.329	0.65	0.60
390	1.249	9.6	11.6
500	1.139	7.7	12.95
600	1.045	4.3	8.4

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่ได้ทำให้สามารถตัดสินเลือกความเร็วรอบที่เหมาะกับการลำเลียงของเครื่องชั่งข้าวโพดได้คือ เลือกใช้ความเร็วรอบที่ 280 rpm เนื่องจากความเร็วในการลำเลียงที่ต้องการให้ลำเลียงได้ คือ 1.5 นาที / 20 และมีค่า erorr น้อย

จากการทดสอบที่ความเร็วรอบต่างๆ

200 rpm เครื่องไม่สามารถทำงานได้เนื่องจากรอบการทำงานของเครื่องชั่งมีรอบการทำงานที่ต่ำเกินไป จึงทำให้เกลียวลำเลียงเกิดการติดขัด

280 rpm ใช้เวลาทั้งหมด 1.329 min ลักษณะการทำงานราบเรียบ และมีเปอร์เซ็นต์ error ของน้ำหนัก ถังที่ 1 = 0.65% ถังที่ 2 =0.60 %

390 rpm ใช้เวลาทั้งหมด 1.249 min ลักษณะการทำงานราบเรียบและมีเปอร์เซ็นต์ error ของน้ำหนัก ถังที่ 1 = 9.6 % ถังที่ 2 = 11.6 %

500 rpm ใช้เวลาทั้งหมด 1.139 min ลักษณะการทำงานเริ่มมีการสั่นเล็กน้อยและมีเปอร์เซ็นต์ error ของน้ำหนัก ถังที่ 1= 7.7 % ถังที่ 2 = 12.95 %

600 rpm ใช้เวลาทั้งหมด 1.045 min ลักษณะการทำงานมีความสั่นมากและเกิดเสียงดังในการทำงานมากและมีเปอร์เซ็นerror ของน้ำหนัก ถังที่ 1 = 4.3 % ถังที่ 2 = 8.4 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น จึง เลือก ใช้ที่ความเร็ว 280 rpm เพราะมีอัตราการลำเลียงใกล้เคียงกับที่ต้องการคือ 1.329 minและลักษณะการทำงานราบเรียบจึงเหมาะแก่การทำงานและมีเปอร์เซ็นต์ error น้อยที่สุด

เมื่อนำผลที่ได้จากการทดลองโดยการนำน้ำหนักข้าวโพดไปชั่งในแต่ละครั้งโดยแยกเป็น 2 ถัง โดยที่ในแต่ละถังทำการทดลองซ้ำเป็นจำนวน 50 ครั้ง ได้ผลการทดลองเป็นค่าเฉลี่ยดังนี้

ตารางแสดงที่ 4.2 น้ำหนักเฉลี่ยในแต่ละถัง

ถังที่	น้ำหนัก (kg)
1	20.13
2	20.12

จากการทดสอบโดยการนำมาชั่งเพื่อหาน้ำหนักที่ได้จากสมรรถนะของเครื่องชั่งในแต่ละถังโดยน้ำหนักที่กลุ่มเกษตรกรต้องการคือ 20 kg ต่อ ถัง จากการทดสอบได้ค่าออกมาดังนี้

ถังที่ 1 20.13 kg

ถังที่ 2 20.12 kg

ดังนั้นค่าที่ได้จากถังทั้ง 2 ถังมี น้ำหนักที่มากกว่าที่ต้องการ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ error ได้

ถังที่ 1 0.65 %

ถังที่ 2 0.60 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทวิจารณ์และสรุป

5.1 ปัญหาและอุปสรรค

(1) เกิดการติดขัดของเกลียวลำเลียงเนื่องจากเกิดการอัดตัวของข้าวโพดในเกลียวลำเลียง เนื่องจากการใช้ลูกสูบของลิ้นเปิด-ปิดช่องปล่อยข้าวโพดจากเกลียวลำเลียงเพียง 1 ตัว จึงทำให้เกิดการอัดตัวของข้าวโพดที่เหลืออยู่บนเกลียวลำเลียงได้ไหลไปอัดตัวที่ทางออกที่ปลายเกลียวลำเลียง จึงได้ทำการแก้ไขโดยเพิ่มลูกสูบเข้าไปอีก 1 ตัว ที่ทางออก

(2) ในการทดลองตอนระยะแรกได้ใช้วาลว์ควบคุมทิศทางแบบใช้ลมเป็นตัวควบคุม ได้เกิดปัญหาคือ เมื่อน้ำหนักของข้าวโพดถึงตามที่ต้องการวาลว์จะไม่ควบคุมลมทันทีจึงทำให้น้ำหนักคาดเคลื่อนไปอย่างมากจึงทำการแก้ไขโดยการใช้วาลว์ควบคุมแบบใช้ไฟฟ้าควบคุมทำให้การตัดลมเป็นไปได้อย่างทันทีทันใดทำให้ได้น้ำหนักตามที่ต้องการ

(3) เกิดการติดขัดของลิ้นเปิด-ปิดของถังรองรับน้ำหนักคือในการเปิด-ปิดของลิ้นในขั้นตอนแรกได้ใช้แกนที่มีจุดยึดเพียงจุดเดียวจึงทำให้ก้านสูบในจังหวะที่ลูกสูบเคลื่อนที่ออกไม่สามารถดันก้านสูบออกมาได้จึงได้ทำการแก้ไขโดยการเพิ่มจุดยึดของแกนก้านสูบให้มากขึ้นโดยเจาะรูที่ลิ้นเพิ่มขึ้นอีก 1 รู จึงทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ออกมาได้อย่างคล่องแคล่ว

5.2 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองได้เลือกใช้เกลียวลำเลียงขนาด เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 16.51 cm ระยะพิชขนาด 12.7 cm เพราะว่า จากการทดลองได้อัตราการลำเลียงของเกลียว 1.329 นาที / 20 กิโลกรัม และได้เลือกใช้ขนาดของมอเตอร์ขนาด 2 แรงม้า และใช้ความเร็วรอบที่ 280 รอบ / นาที เพราะว่าจากการทดลองที่ความเร็วรอบที่ 280 รอบ / นาที มีอัตราการลำเลียงใกล้เคียงกับที่กลุ่มเกษตรกรต้องการ และจากผลการทดลองได้ผลการทดลองของ

ถังที่1 ได้ 20.13 kg และถังที่2 ได้ 20.12 kg และคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ error ได้เท่ากับถังที่ 1 = 0.65เปอร์เซ็นต์ และถังที่ 2 = 0.60 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางการปรับปรุง

1. ควรเพิ่มความสูงของโครงสร้างเพื่อสะดวกต่อการทดลอง

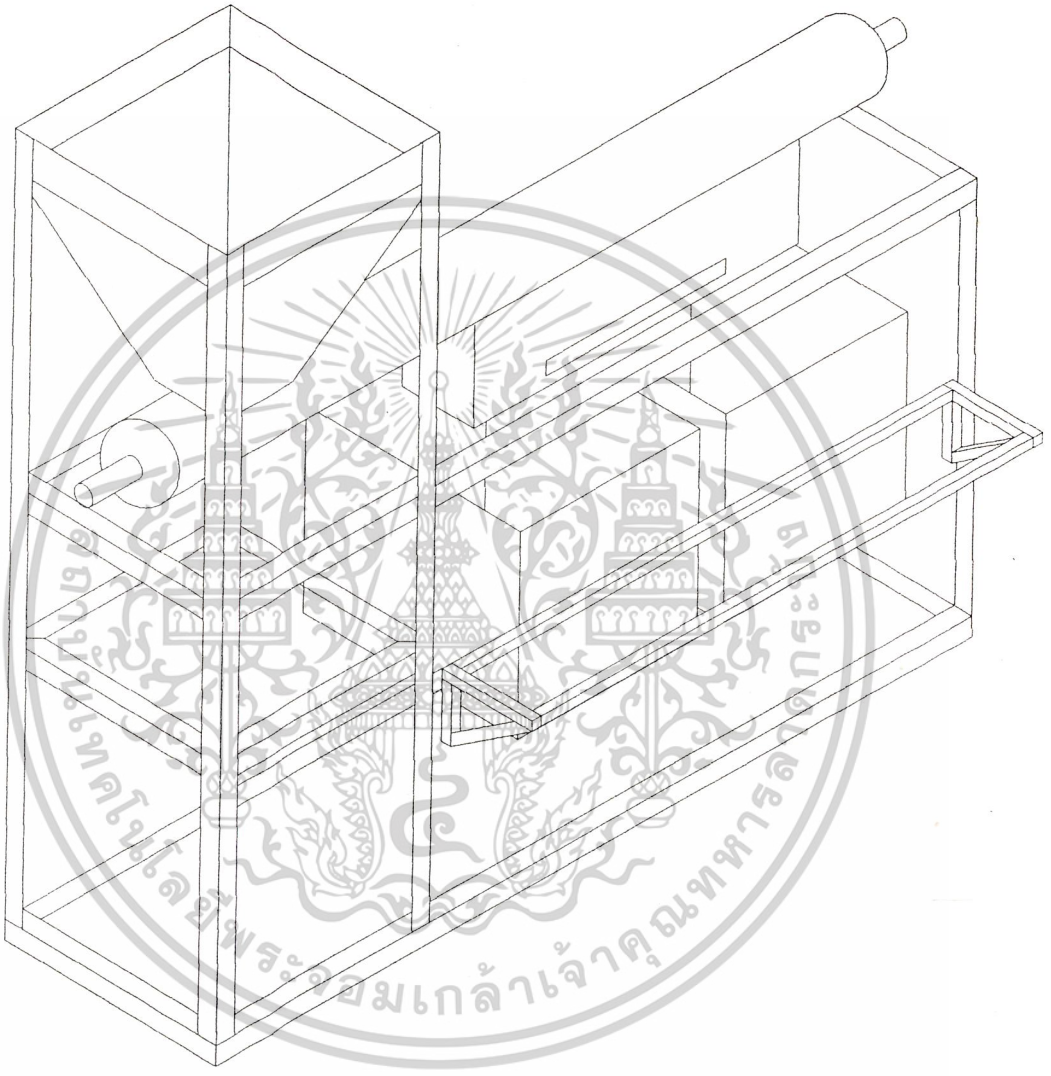
2. ในขั้นตอนการตัดน้ำหนักอาจมีอีกหลายวิธี เช่น การใช้แรงแม่เหล็ก การใช้ตุ้มถ่วงน้ำหนัก เป็นต้น แล้วแต่ผู้ที่จะมาพัฒนาเพื่อจะพัฒนาให้ได้ประสิทธิภาพมากขึ้นจากเครื่องต้นแบบ

3. ในการปล่อยข้าวโพดลงถังตัดน้ำหนักควรตั้งให้ได้ตรงกึ่งกลางเพื่อจะได้ไม่ต้องใช้มือเกลี่ยให้สม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

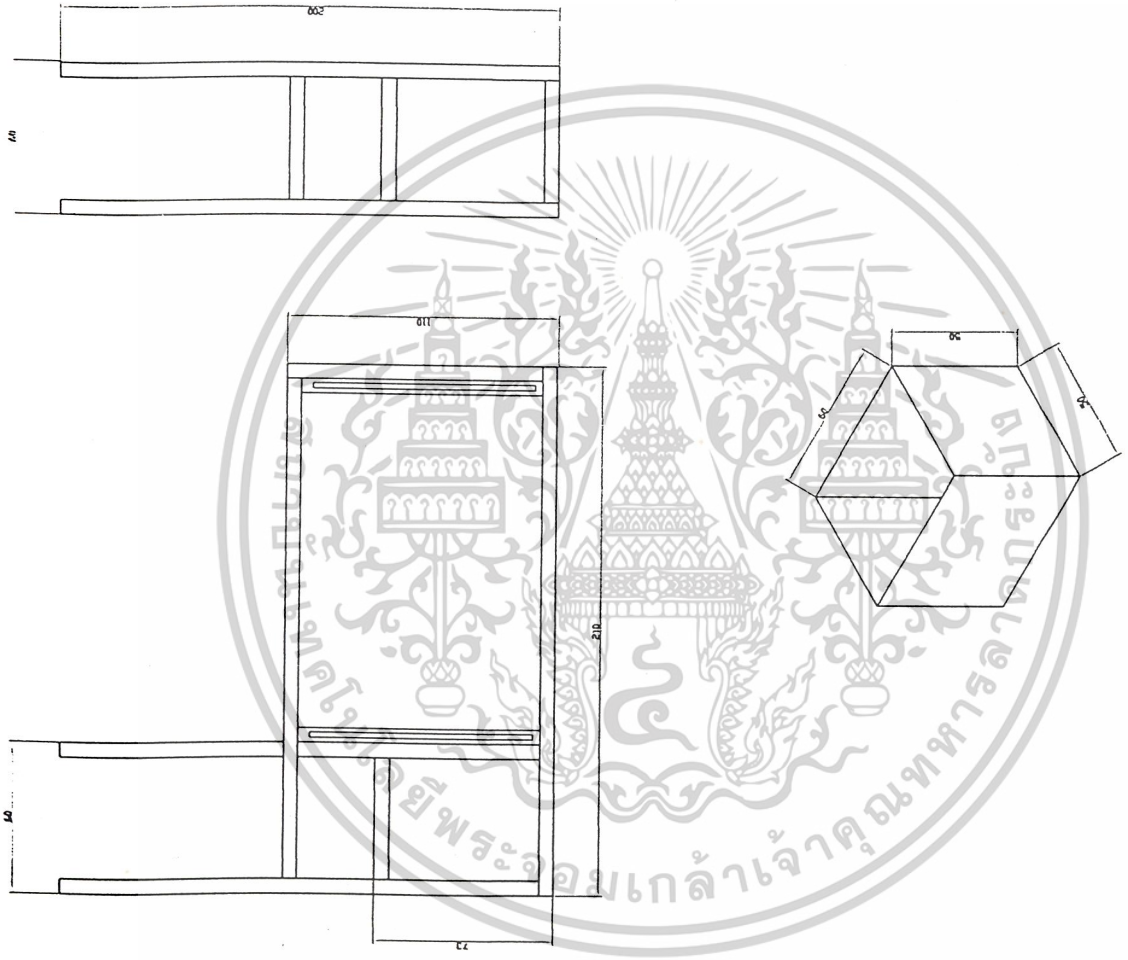
ภาคผนวก ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



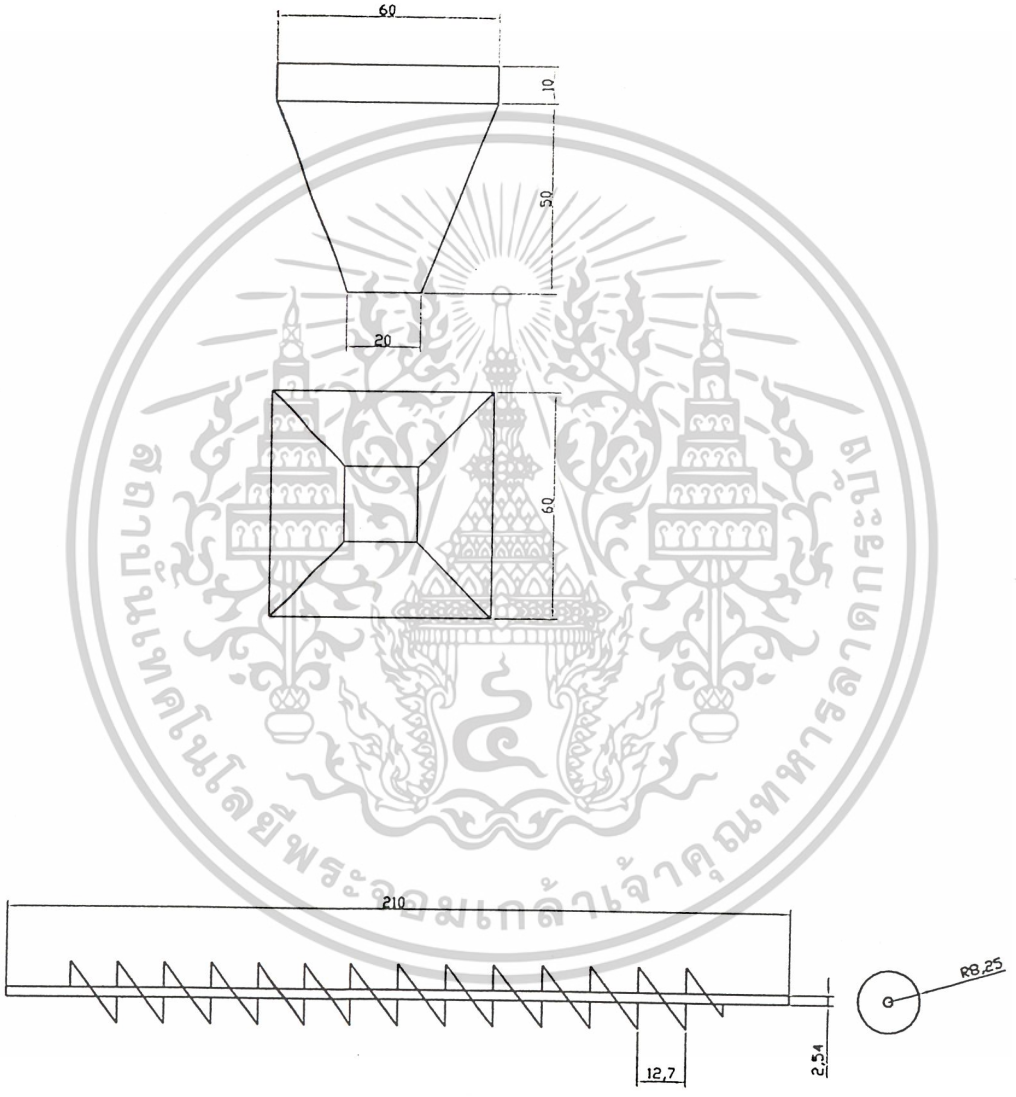
รูปผนวก ก. 1 โครงสร้างเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



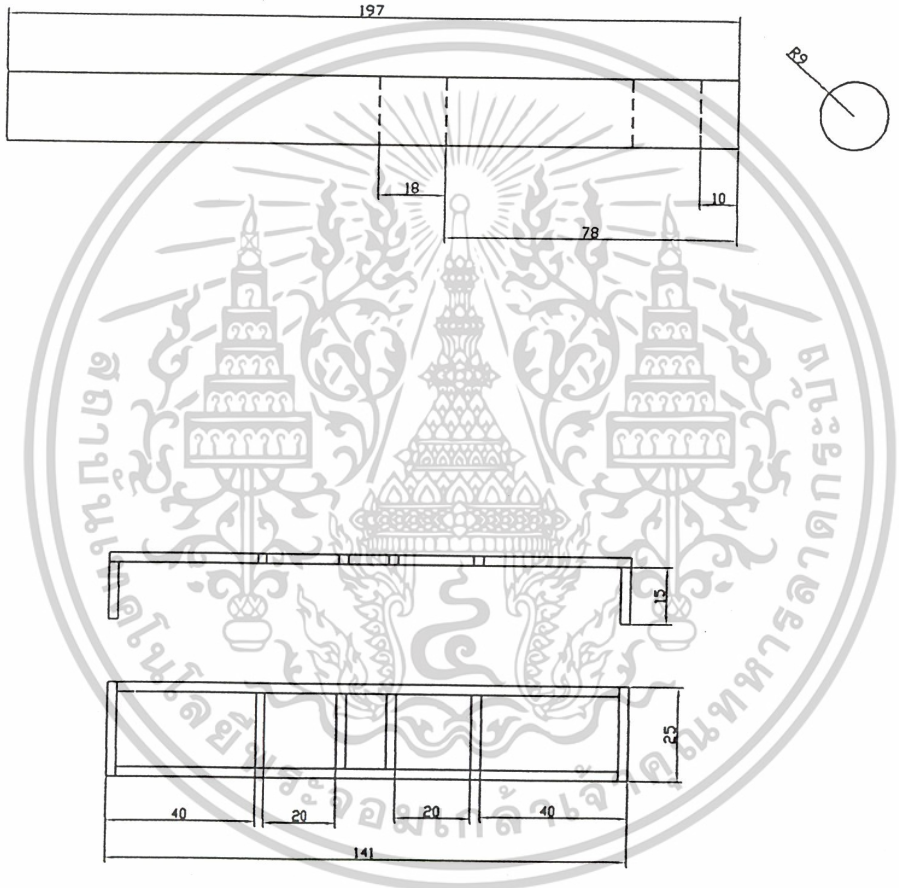
รูปผนวก ก. 2 ขนาดโครงสร้างและถังรองรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



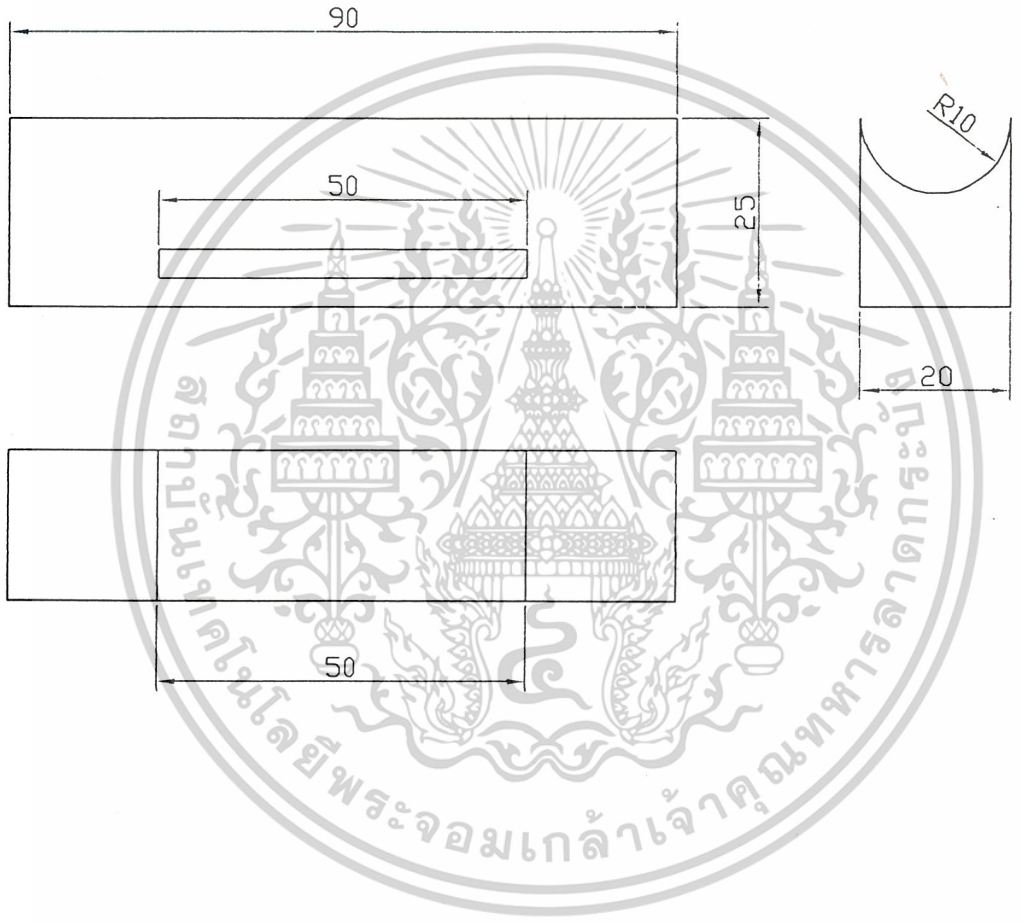
รูปผนวก ก. 3 ขนาดถังบรรจุและเกลียวลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปผนวก ก. 4 ขนาดท่อลำเลียงและโครงรับท่อลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปผนวก ก. 5 ขนาดกล่องลิ้นปิดเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.
ตารางผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข. 1 บันทึกผลการทดลองเครื่องชั่งน้ำหนักที่ความเร็วรอบ 280 รอบ/นาที

ครั้งที่	ถังที่ 1(kg)	ถังที่ 2 (kg)
1	19.5	20.5
2	19.8	20.5
3	20.5	20.2
4	20.7	19.7
5	20.4	19.8
6	19.7	20.2
7	19.5	20.4
8	20.5	19.7
9	20.6	20.5
10	20.7	20.7
11	20.2	19.6
12	19.8	19.8
13	19.5	19.5
14	20.5	20.2
15	20.5	20.4
16	20.8	20.6
17	20.4	19.8
18	19.9	19.9
19	19.6	20.3
20	19.8	19.9
21	20.2	20.6
22	20.6	20.3
23	19.7	20.6
24	19.9	19.8
25	19.5	19.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันผนวก ข. 1 (ต่อ) ทึกผลการทดลองเครื่องชั่งน้ำหนักที่ความเร็วรอบ 280 รอบ/นาที

ครั้งที่	ถังที่ 1(kg)	ถังที่ 2 (kg)
26	20.3	18.6
27	20.1	19.9
28	19.7	20.7
29	21.2	20.5
30	20.5	20.2
31	20.5	19.9
32	19.8	19.7
33	19.7	19.5
34	19.8	20.2
35	20.2	20.5
36	19.3	20.6
37	19.6	19.9
38	19.8	19.7
39	20.3	20.3
40	20.8	20.8
41	19.9	19.8
42	19.8	20.7
43	20.6	19.9
44	19.6	20.5
45	20.6	20.6
46	20.5	20.4
47	20.7	19.7
48	20.5	19.6
49	19.8	20.8
50	20.2	19.7
เฉลี่ย	20.132	20.118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข. 2 บันทึกผลการทดลองเครื่องชั่งน้ำหนักที่ความเร็วรอบ 390 รอบ/นาที

ครั้งที่	ถังที่ 1 (kg)	ถังที่2 (kg)
1	21.4	23
2	22.5	22.5
3	21.6	22.7
4	22	22.4
5	21.5	22.1
6	22.3	22.3
7	21.4	22.4
8	21.7	21.7
9	22.3	22
10	22.5	22.1
เฉลี่ย	21.92	22.32

ตารางผนวก ข. 3 บันทึกผลการทดลองเครื่องชั่งน้ำหนักที่ความเร็วรอบ 500 รอบ/นาที

ครั้งที่	ถังที่ 1 (kg)	ถังที่ 2 (kg)
1	21.2	22.8
2	21.6	22.6
3	21.5	22.5
4	21.6	22.9
5	21.3	23
6	22.1	22.5
7	21.5	22.1
8	21.7	22.3
9	21.5	22.7
10	21.4	22.5
เฉลี่ย	21.54	22.59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข. 4 บันทึกผลการทดลองเครื่องชั่งน้ำหนักที่ความเร็วรอบ 600 รอบ/นาที

ครั้งที่	ถังที่ 1 (kg)	ถังที่ 2 (kg)
1	20.8	21.7
2	20.7	21.6
3	20.9	21.9
4	20.7	21.5
5	20.8	21.3
6	21	21.8
7	21.2	21.5
8	20.7	21.7
9	20.7	22
10	21.1	21.8
เฉลี่ย	20.86	21.68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จมาได้ด้วยความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่านที่ได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษาและความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ทางผู้จัดทำขอขอบคุณ

อาจารย์พิชิต กิตินนท์, อาจารย์ประสันต์ ชุ่มใจหาญ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ให้คำแนะนำ ข้อมูล รับทราบปัญหา ให้คำปรึกษาในการดำเนินงานตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จ ขอบพระคุณอย่างยิ่งที่อาจารย์ให้ความช่วยเหลืออย่างใกล้ชิดตลอดเวลา

อาจารย์วสุ อุดมเทพายกุล, รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบูรณ์, อาจารย์ธีระพงศ์ ผลโพธิ์ ที่คอยให้คำแนะนำช่วยเหลือ

พี่ตุ่ม ที่คอยให้คำแนะนำ จัดสร้างและควบคุมเวลาขอเปิดใช้อาคารปฏิบัติงานนอกเวลา

ไล ที่คอยช่วยทดสอบเครื่อง

เพื่อน ๆ และน้อง ๆ และบุคคลอื่น ที่มิได้กล่าวถึง ณ ที่นี้ ที่ช่วยในการทดลองจนเสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. ขวัญชัย สินทิพท์สมบูรณ์ และ ปานเพชร ชินิทร,นิวแมติกอุตสาหกรรม , ม.ป.ป.บริษัท เอช.เอ็น.กรุ๊ป, 2545, หน้า 10-12.
2. ผศ.ปานมนัส ศิริสมบูรณ์, วิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ, พิมพ์ครั้งที่ 1, ม.ป.ท. พฤศจิกายน 2540 หน้า 63-172.
3. รศ. สายันต์ ทัดศรี, พืชอาหารเขตร้อนการผลิตและการจัดการ,พิมพ์ครั้งที่ 1, โรงพิมพ์ ลินคอรค์, 2540, หน้า 1-14.
4. รศ.สายันต์ ทัดศรี, พืชอาหารสัตว์และการทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์, พิมพ์ครั้งที่ 3, ช่องนททรี หน้า 350-375.
5. สมชาย จันทร์ผ่องแสง, การเลี้ยง โคนม, พิมพ์ครั้งที่ 1,สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, 2540, หน้า 185-190

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้