สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาและพัฒนาเครื่องหั่นย่อยฟางอัดฟ่อน
สำหรับการทำอาหารผสม

STUDY AND DEVELOPMENT OF STRAW CHOPPERS
FOR TOTAL MIXED RATION

นาย ไชยา ห้องดอกไม้
นาย นิติกูล นิติธรรม

เลขหมู่.......................
เลขทะเบียน 82980
วัน,เดือน,ปี 30 ก.ค. 2551
b. 11958674
i. ....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาและพัฒนาเครื่องหั่นย่อยฟางอัดฟ่อน
สำหรับการทำอาหารผสม

STUDY AND DEVELOPMENT OF STRAW CHOPPERS
FOR TOTAL MIXED RATION

โดย

นาย ไชยา ห้องดอกไม้

นาย นิติกูล นิติธรรม

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2550

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษาและพัฒนาเครื่องหั่นฟางอัดฟ่อนสำหรับการทำอาหารผสม

Study And Deverlopment Of Straw Chopper For Total Mixed Ration

ผู้จัดทำ

1.นาย ไชยา	ห้องดอกไม้	รหัสประจำตัว	47015481
2.นาย นิติกูล	นิติธรรม	รหัสประจำตัว	47015487

.... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.วินัย กล้าจริง)

.... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.เกรียงศักดิ์ สุวรรณโพธิ์ศรี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาและพัฒนาเครื่องหั่นย่อยฟางอัดฟ่อนสำหรับการทำอาหารผสม

ไชยา ห้องดอกไม้
นิติกูล นิติธรรม
ผศ.ดร. วินัย กล้าจริง อาจารย์ที่ปรึกษา
รศ. เกรียงศักดิ์ สุวรรณโพธิ์ศรี อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2550

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบ วิธีการสร้าง และการทดสอบเครื่องหั่นฟาง เพื่อทดแทนการนำเข้าเครื่องหั่นฟางฟ่อนจากต่างประเทศและเครื่องหั่นแบบเดิมที่เกษตรกรใช้กันโดยทั่วไป สำหรับฟางที่หั่นได้นั้นเพื่อความเหมาะสมในการใช้เป็นวัตถุดิบในการทำอาหารผสม ต้องมีความยาวเส้นฟางอยู่ระหว่าง 3-5 เซนติเมตร โดยส่วนประกอบของเครื่องหั่นจะประกอบด้วย โครงเหล็ก ถังบรรจุฟ่อนฟาง แผ่นโลหะป้องกันการหลุดลอดของเส้นฟาง ตะแกรงป้องกันการกระแทก ตะแกรงกำหนดขนาดของเส้นฟาง ชุดใบมีด ชุดถ่ายทอดกำลัง ใบพัดสำหรับส่งฟางที่หั่นแล้ว และเครื่องต้นกำลัง

ผลการทดสอบการทำงานของเครื่อง โดยการหั่นฟางที่ความเร็วรอบของใบมีด 650 , 700 และ750 รอบต่อนาที จากนั้นทำการคัดแยกเส้นฟางที่ได้ขนาดในแต่ละความเร็วรอบโดยการใช้ตะแกรงร่อน พบว่าอัตราการหั่นโดยเฉลี่ยคือ 45.75 , 48.48 และ 57.36 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงอยู่ที่ 0.024 , 0.026 และ 0.029 ลิตรต่อกิโลกรัม และมีประสิทธิภาพการหั่นอยู่ที่ 69.33 , 74.66 และ 79.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY AND DEVELOPMENT OF STRAW CHOPPERS FOR TOTAL MIXED RATION

Chaiya Hongdokmai
Nitigool Nitithum
Asst.Prof.Dr. Vinai Klajring Advisor
Assoc.Prof. Kriengsukdi Suwanposri Advisor
2007

ABSTRACT

This research presents the design , fabrication and testing of straw chopper to replace the imported straw chopper and the existing straw chopper. To use as a raw material for the total mixed ration, a suitable length of the cut straw must be 3-5 cm. The components of this straw chopper were composed of the steel frame, the bucket to feed a bale, the metal plate to prevent the straw from falling off, the protecting sieve, the grading sieve, the chopper, the transmission system, the blower, and the power engine.

The straw chopper was conducted in 650 , 700 and 750 revolution per minute of speed blade .Then sort out the suitable chopped straw in each revolution speed by sieve . The result were as followed the average of cutting rate was 45.75 , 48.48 and 57.36 kilograms per hour , the average fuel used rate was 0.024 , 0.026 and 0.029 litre per kilograms and the cutting efficiency was 69.33 , 74.66 and 79.33 percent , respective.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY AND DEVEIOPMENT OF STRAW CHOPPER FOR TOTAL MIXED RATION

Chaiya Hongdokmai 47015481
Nitigool Nitithum 47015487
Asst.Prof.Dr Vinai Klajring Advisor
Assoc.Prof. Kriengsukdi Suwanposri Advisor

Abstract

This paper presents the design and fabrication of Straw chopper for replace the import straw chopper. For to replace the import of straw chopper from foreign country and original. About the straw to cut for suitable in a raw material of total mixed ration. The straw must long between 3-5 cns. This designing for suitable to cut the straw all sheat, for convenience and save time to work. The component of this straw chopper were composed of steel frame, bucket for putin the straw, metal plane to protect of the fall off straw, sieve to protect of the impaction, sieve to appint size of straw, chopper, the transmission, blower and power engine.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้ทางคณะผู้จัดทำได้เรียบเรียงข้อมูลและเนื้อหาเพิ่มเติมขึ้นมาใหม่ โดยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าน่าจะมีประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจ และนำไปต่อยอดพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในด้านการเกษตรกรรมและการทำอาหารสัตย์ต่อไป ซึ่งทางคณะผู้จัดทำได้พัฒนาปรับปรุงชุดใบมีดตัดและได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพดังที่แสดงผลไว้แล้ว หากเกิดข้อผิดพลาดประการใดหรือจะติชมทางคณะผู้จัดทำก็ยินดีที่จะรับฟังและนำไปแก้ไขปรับปรุงต่อไป

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้จะสำเร็จลุล่วงไปไม่ได้หากไม่ได้รับคำแนะนำดีๆจากท่านอาจารย์ที่ภาคทั้งหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผศ.ดร. วินัย กล้าจริง Advisor ของคณะผู้จัดทำเองที่คอยดูแลเอาใจใส่ ถึงแม้ว่าบางครั้งทางคณะผู้จัดทำจะเกเรเถลไถลไปบ้าง แต่ท่านก็ไม่เคยที่จะบ่นหรือดุด่าว่ากล่าวเลย มีแต่คอยบอกให้กลับมาอยู่ในลู่ทางเหมือนเดิมเพื่อความสำเร็จของตัวคณะผู้จัดทำเอง

กลุ่มบุคคลอีกกลุ่มหนึ่งที่จะไม่ขอเอยเลยก็คงไม่ได้ เพราะเปรียบเสมือนกำลังหลักในการให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง อีกทั้งคำแนะนำดีๆที่มีให้เสมอมา บางคนมองว่าพวกเขาเหล่านั้นเป็นแค่นายช่างธรรมดาที่มีความรู้พอตัวหรือจะเทียบกับเด็กวิศวได้อย่างไร จนมองข้ามการให้ความเคารพนับถือซึ่งกันและกัน ทางคณะผู้จัดทำเพียงแค่อยากบอกว่าถ้าไม่มีบุคคลกลุ่มนี้คอยอยู่เบื้องหลังให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ทั้งยังให้คำแนะนำที่ดีมาตลอดในวันนั้นก็คงไม่มีวิศวกรที่ในวันนี้เช่นกัน กลุ่มบุคคลเหล่านั้นก็คือนายช่างของวิศวกรรมเกษตร อันได้แก่ พี่ตุ๋ม พี่ชยันต์ และพี่เอ๋ นั่นเอง

คนบุคคลที่กล่าวถึงมาทั้งหมดนี้ อีกทั้ง พี่ติ๊ก พี่แฝด พี่น้อย ธุรการของภาค และอีกหลายท่านที่ยังไม่ได้เอยชื่อต้องขออภัยมา ณ.ที่นี้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 อาหาร "TMR" กับการเลี้ยงโคนม-โคเนื้อ	4
2.1.1 บทบาทของอาหาร TMR	4
2.1.2 ลักษณะของอาหาร TMR	5
2.1.3 วัตถุดิบที่ใช้ผสมในอาหาร TMR	6
2.1.4 ประโยชน์ของอาหาร TMR	6
2.1.5 ส่วนประกอบทางโภชนะของ TMR	6
2.1.6 ข้อควรระวังในการใช้ TMR	8
2.2 อาหารข้น (Concentrates)	8
2.2.1 วัตถุดิบอาหารสัตว์ประเภทพลังงาน	8
2.2.2 วัตถุดิบอาหารสัตว์ประเภทโปรตีน	10
2.3 อาหารหยาบ (Roughages)	13
2.3.1 พันธุ์พืชอาหารสัตว์ที่ปลูกในเมืองไทย	14
2.4 คุณสมบัติทั่วไปของฟางข้าว	20
2.4.1 คุณสมบัติทั่วไป	20
2.4.2 ข้อจำกัดและข้อแนะนำการใช้	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้าที่

2.4.3 การทำฟางปรุงแต่ง 21
2.5 คุณสมบัติทางกายภาพของฟางข้าว 24
2.5.1 ลักษณะทั่วไปของฟ่อนฟางข้าว 24
2.5.2 มุมเสียดทานของฟ่อนฟางข้าวบนผิวโลหะเรียบ 25
2.5.3 ความชื้นของฟางข้าว 25
2.6 การศึกษาเครื่องหั่นวัสดุเกษตรในประเทศ 26
2.6.1 แบบพูเล่ย์ติดใบมีด 26
2.6.2 แบบดุมใบพัดติดใบมีด 27
2.6.3 แบบชุดใบมีดทรงกระบอก 29
2.6.4 แบบใบมีดไขว้ 30
2.7 การศึกษาเครื่องหั่นฟางในต่างประเทศ 31
2.8 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่อง 32
2.8.1 อัตราทด (Velocity ratio) 32
2.8.2 การคำนวณสมรรถนะการทำงานของเครื่องสับ 32
2.8.3 ความต้องการกำลัง 32
2.8.4 การคำนวณความชื้นของวัสดุ 32
2.8.5 การคำนวณการทดความเร็วรอบของล้อสายพาน 32
2.8.6 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การเก็บฟางไม่หมด 33
2.8.7 การคำนวณสมรรถนะเชิงวัสดุ 33
2.8.8 การออกแบบเพลาตัน 33
2.8.9 การคำนวณหาขนาดสายพานแบน 34
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง 36
3.1 ถังบรรจุฟ่อนฟาง 36
3.2 ตะแกรงป้องกันการกระแทก 37
3.3 ตะแกรงกำหนดขนาดเส้นฟาง 38
3.4 ชุดใบมีด 39
3.5 ชุดหน้าแปลนใบมีด 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
3.6 ชุดส่งกำลังและใบพัด	41
3.7 โครงเหล็ก	42
3.8 เหล็กรองรับการตัดเฉือนฟ่อนฟางข้าว	42
3.9 การคำนวณการออกแบบ	47
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	48
4.1 การทดลอง	48
4.2 จุดประสงค์การทดลอง	48
4.3 วิธีการทดลอง	48
4.3.1 การทดสอบประสิทธิภาพการหั่น	48
4.3.2 การทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	50
4.4 ผลการทดลอง	51
4.4.1 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง	51
4.4.2 ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน	53
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	57
5.1 สรุปผลการทดลอง	57
5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการปรับปรุง	57
ภาคผนวก	59
เอกสารอ้างอิง	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้าที่

ตารางที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบทางโภชนะของอาหาร TMR 7
ตารางที่ 2.2 แสดงส่วนผสม TMR สำหรับโค 1 ตัว 7
ตารางที่ 2.3 แสดงส่วนประกอบโภชนะของอาหารข้น 11
ตารางที่ 2.4 แสดงส่วนประกอบโภชนะของอาหารหยาบ 18
ตารางที่ 2.5 แสดงส่วนประกอบโภชนะทางเคมีของฟางชนิดต่างๆ 24
ตารางที่ 4.1 น้ำหนักของฟางที่ได้ขนาดจากการคัดแยกในแต่ละครั้ง 51
ตารางที่ 4.2 ประสิทธิภาพการหั่นที่ได้ในแต่ละการทดสอบ 52
ตารางที่ 4.3 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน 52
ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการหั่น โดยการเปรียบเทียบแบบคู่ 52
ตารางที่ 4.5 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงในแต่ละการทดสอบ เมื่อทำการเดินเครื่อง 20 นาที 52
ตารางที่ 4.6 อัตราการหั่นฟางที่ได้ขนาดต่อการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 54
ภาคผนวก
ตารางที่ 1 มุมเสียดทานของฟ่อนฟางข้าวบนผิวโลหะเรียบ 60
ตารางที่ 2 ความชื้นของฟางข้าว 60
ตารางที่ 3 แสดงการดึงแยกฟางข้าว 61
ตารางที่ 4 ค่าตัวประกอบความล้า 62
ตารางที่ 5 ตัวประกอบใช้งาน N_s สำหรับสายพานแบน 62
ตารางที่ 6 สมรรถนะในการส่งกำลังของสายพาน kw/25 mm สำหรับส่วนโค้งสัมผัส 180^0 63
ตารางที่ 7 ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส N_a สำหรับสายพานแบน 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้าที่

ภาพที่ 2.1 อาหารผสมสำเร็จรูป 4

ภาพที่ 2.2 อาหารโคนม-โคเนื้อ 5

ภาพที่ 2.3 ฟ่อนฟางทั่วไปของเกษตรกร 25

ภาพที่ 2.4 มิติด้านบนของฟ่อนฟาง 25

ภาพที่ 2.5 มิติด้านข้างของฟ่อนฟาง 25

ภาพที่ 2.6 เครื่องหั่นแบบพูเล่ย์ติดใบมีด 27

ภาพที่ 2.7 และ 2.8 เครื่องหั่นแบบดุมใบพัดติดใบมีด 28

ภาพที่ 2.9 เครื่องหั่นแบบใบมีดทรงกระบอก 29

ภาพที่ 2.10 เครื่องหั่นแบบใบมีดไขว้ 30

ภาพที่ 2.11 เครื่องหั่นฟางสำหรับใช้ปูพื้นคอก 31

ภาพที่ 3.1 ถังบรรจุฟ่อนฟาง 36

ภาพที่ 3.2 แสดงแบบถังบรรจุฟ่อนฟาง 37

ภาพที่ 3.3 ตะแกรงป้องกันการกระแทก 37

ภาพที่ 3.4 แสดงแบบตะแกรงป้องกันการกระแทก 38

ภาพที่ 3.5 ตะแกรงกำหนดขนาดเส้นฟาง 38

ภาพที่ 3.6 แสดงแบบตะแกรงกำหนดขนาดเส้นฟาง 39

ภาพที่ 3.7 ชุดใบมีด 39

ภาพที่ 3.8 ชุดหน้าแปลนใบมีด 40

ภาพที่ 3.9 แสดงแบบชุดหน้าแปลนใบมีด 40

ภาพที่ 3.10 ชุดส่งกำลังเฟืองดอกจอก 41

ภาพที่ 3.11 ชุดส่งกำลังสายพาน 41

ภาพที่ 3.12 ใบพัด 41

ภาพที่ 3.13 เครื่องต้นกำลังขนาด 9 แรง 42

ภาพที่ 3.14 แสดงแบบโครงเหล็กสำหรับติดตั้ง 42

ภาพที่ 3.15 เหล็กรองรับการตัดเฉือนฟ่อนฟางข้าว 43

ภาพที่ 3.16 ภาพด้านบนชุดตัดของเครื่องหั่นย่อยฟางอัดฟ่อน 43

ภาพที่ 3.17 ภาพด้านข้างชุดตัดของเครื่องหั่นย่อยฟางอัดฟ่อน 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้าที่

ภาพที่ 3.18 เครื่องหั่นย่อยฟางอัดฟ่อนด้าน Isometric 44
ภาพที่ 3.19 เครื่องหั่นย่อยฟางอัดฟ่อนด้านหน้า 45
ภาพที่ 3.20 เครื่องหั่นย่อยฟางอัดฟ่อนด้านข้าง 45
ภาพที่ 3.21 เครื่องหั่นย่อยฟางอัดฟ่อนด้านหลัง 46
ภาพที่ 3.22 ฟางที่หั่นได้ 46
ภาพที่ 4.1 การทดสอบหั่นฟางอัดฟ่อน 49
ภาพที่ 4.2 ฟางที่ได้จากการทดสอบ 49
ภาพที่ 4.3 การคัดแยกเส้นฟาง 50
ภาพที่ 4.4 การทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 51
ภาพที่ 4.5 ฟางที่ได้จากการทดสอบที่ความเร็วรอบใบมีด 650 รอบ/นาที 54
ภาพที่ 4.6 ฟางที่ได้จากการทดสอบที่ความเร็วรอบใบมีด 700 รอบ/นาที 55
ภาพที่ 4.7 ฟางที่ได้จากการทดสอบที่ความเร็วรอบใบมีด 750 รอบ/นาที 55
ภาพที่ 4.8 ฟางที่ตัดไม่ได้ขนาด 3-5 ซม. 56
ภาพที่ 4.9 ฟางที่เหลือติดค้างอยู่ภายในตะแกรงกำหนดขนาดกับปล่องทางฟางออก 56

สารบัญภาพ (ต่อ)หน้าที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของการศึกษาโครงงานนี้

การเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องเช่นโคนม และโคเนื้อ ได้รับการส่งเสริมจริงจังจากภาครัฐและเอกชน ดังจะเห็นได้จากจำนวนโคนมในปัจจุบันมีมากกว่า 4 แสนตัว แต่ปริมาณน้ำนมดิบที่ผลิตยังไม่เพียงพอต่อความต้องการการบริโภค ดังนั้นจากการขยายตัวของอุตสาหกรรมการเลี้ยงโค จึงต้องมีการเพิ่มจำนวนโคนมเพื่อให้เพียงพอต่อการผลิตน้ำนมดิบ และมีการเพิ่มจำนวนโคเนื้อให้มากขึ้น การเพิ่มจำนวนสัตว์เลี้ยงเหล่านี้ย่อมมีผลกระทบต่ออาหารที่จะใช้เลี้ยงอย่างมากมาย ส่งผลให้จำเป็นต้องเร่งปรับปรุงในด้านอาหารสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง

อาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องจำแนกได้ 2 ประเภทใหญ่ๆ ประเภทแรกได้แก่ อาหารข้น เป็นอาหารที่มีความเข้มข้นของสารอาหารสูง ประเภทที่สองได้แก่ อาหารหยาบ เป็นอาหารที่มีเยื่อใยสูง อาหารหยาบในเขตร้อนอย่างประเทศไทยนิยมใช้หญ้าหรือฟางแห้งมาทำ เพราะสิ่งเหลือใช้จากการผลิตข้าวเปลือก คือ ฟาง ซึ่งมีปริมาณมหาศาล และประเทศไทยสามารถผลิตข้าวได้ปีละประมาณ 20 ล้านตันข้าวเปลือก แต่จะมีฟางจากการผลิตข้าวปีละประมาณ 50 - 60 ล้านตัน บางส่วนถูกไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดบำรุงดิน บางส่วนซึ่งเป็นปริมาณมากที่สุดถูกเผาทิ้ง สร้างมลภาวะแก่สภาพแวดล้อม มีเพียงปริมาณเล็กน้อยที่ถูกนำมาใช้เป็นประโยชน์ ดังนั้นจึงนิยมนำหญ้าหรือฟางแห้งมาใช้เป็นอาหารหยาบ อาหารทั้ง 2 ชนิดจะมีความสำคัญเท่า ๆ กันและต้องมีความสัมพันธ์กัน การให้อาหารหยาบเพียงอย่างเดียวโดยเฉพาะอย่างยิ่งฟางข้าว ซึ่งมีคุณค่าทางอาหารต่ำ และมีโภชนะไม่เพียงพอ จำเป็นที่ต้องให้อาหารข้นเสริมเพื่อช่วยให้สัตว์เลี้ยงได้รับสารอาหารเต็มตามความต้องการ เพราะถ้าใช้อาหารหยาบคุณภาพต่ำโคจะย่อยได้น้อย ทำให้การกินอาหารลดลงตามไปด้วย เกษตรกรควรจะหาวิธีการที่จะแก้ปัญหานี้ เช่นการสับฟางเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำไปผสมรวมกับอาหารข้นหรืออาหารเสริมต่างๆเข้าด้วยกันในอัตราส่วนที่เหมาะสม ทำให้โคไม่เลือกกินอาหารเฉพาะอย่าง ซึ่งจะทำให้เกิดการสูญเสียของอาหารที่โคไม่ได้กิน อาหารที่มีการผสมชนิดของวัตถุดิบอาหารทั้งหมดเข้าด้วยกันเรียกว่า อาหารผสมรวม หรือ total mixed rations หรือ TMR

เครื่องหั่นย่อยฟางอัดฟ่อนจึงเป็นทางเลือกหนึ่งของเกษตรกร ที่จะช่วยในการหั่นย่อยฟางให้เป็นชิ้นเล็กๆ อุปสรรคของการนำฟางข้าวมาใช้เป็นประโยชน์ คือ การที่ต้องหั่นเป็นท่อนสั้นๆเพื่อให้เหมาะสมกับกรรมวิธีการแปลงสภาพสำหรับใช้ทำประโยชน์ต่อไป ในอดีตที่ผ่านมาเกษตรกรจะใช้แรงงานคนสับหั่น ซึ่งนอกจากจะเป็นงานที่เหนื่อยยากมากแล้ว ยังเสียเวลาและแรงงานมาก ทำให้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าใช้จ่ายเพิ่มสูง จึงไม่มีการนำฟางข้าวมาใช้ประโยชน์ทางด้านเกษตรกรรมเท่าที่ควร จึงได้มีการดำเนินงานเพื่อพัฒนาเครื่องหั่นฟาง โดยการดัดแปลงจากเครื่องจักรกลต่างๆ ที่มีอยู่ เช่น เครื่องหั่นใบยา และ เครื่องที่ผลิตจากต่างประเทศ เพื่อผลิตจำหน่ายในประเทศไทยมาบ้างแล้ว แต่ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากมีขีดความสามารถต่ำ อีกทั้งประสิทธิภาพการทำงาน ตลอดจนความแข็งแรงทนทานไม่แน่นอน เป็นจุดอ่อนสำคัญของเครื่องหั่นฟางที่มีการผลิตจำหน่ายในประเทศ แข็งแรงทนทานไม่แน่นอน เป็นจุดอ่อนสำคัญของเครื่องหั่นฟางที่มีการผลิตจำหน่ายในประเทศ ส่วนเครื่องหั่นย่อยฟางอัดฟ่อนที่ต่างประเทศมีราคาสูง ทำให้ไม่สามารถนำมาใช้งานได้ ดังนั้นจึงดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องหั่นย่อยฟางอัดฟ่อนสำหรับการทำอาหารผสมให้มีขีความสามารถในการทำงานอีกทั้งประสิทธิภาพการทำงาน และความแข็งแรงทนทานสูง เพื่อช่วยลดต้นทุนและช่วยประหยัดเวลาและแรงงานที่ใช้ในการให้อาหาร

จากการสร้างและทดลองเครื่องหั่นย่อยฟางอัดฟ่อนนั้น พบว่าเครื่องดังกล่าวนี้ยังต้องได้รับการพัฒนาอีกหลายด้านด้วยกัน เช่นเครื่องไม่สามารถตัดเชือกที่มัดฟางออกได้ เนื่องจากช่วงของใบมีดไม่ตรงกับเชือก ปัญหาสำคัญที่พบหลังจากทำการหั่นย่อยไปได้สักระยะเวลาหนึ่ง คือ ฟางจะไปอุดอยู่ตรงมุมด้านหนึ่งของถังบรรจุฟ่อนฟาง

จากการตรวจสอบวิเคราะห์ถึงปัญหาสาเหตุ ของเครื่องดังกล่าว พบว่า ชุดใบมีดของเดิมนั้นไม่สามารถตัดเชือกที่มัดฟ่อนฟางให้ขาดได้ และเมื่อทำการหั่นย่อยฟาง ไปได้สักระยะเวลาหนึ่ง ฟางจะไปอุดตันอยู่ตรงมุมด้านหนึ่งของถังอันเนื่องมาจากใบมีด ไม่สามารถที่จะดึงเส้นฟางที่ตัดแล้วให้ลงสู่ตะแกรงคัดขนาดได้ ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาชุดใบมีดขึ้นมาใหม่ให้สามารถตัดเชือกที่ใช้มัดฟ่อนฟางขาดออกจากกัน และสามารถดึงเส้นฟางที่ตัดแล้วให้ลงสู่ตะแกรงคัดขนาดได้

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาหาข้อบกพร่องในการทำงานของเครื่อง ทำการพัฒนาและปรับปรุงแก้ไข ทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการนำฟางมาทำอาหารผสม
2. ศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่อง
3. ทำการพัฒนาและการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่อง
4. ทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง
5. สรุปผลการทดลองและประเมินผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้และความเข้าใจเพิ่มเติมในการทำงานของเครื่อง

2. ได้รู้ถึงคุณสมบัติและส่วนประกอบต่างๆของเครื่อง

3. สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากที่สุด

4. สามารถแก้ปัญหาการหั่นย่อยฟางอัดฟ่อนที่จะนำไปทำอาหารผสม และ เพื่อการพัฒนาไปสู่ระดับอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ต่อไป

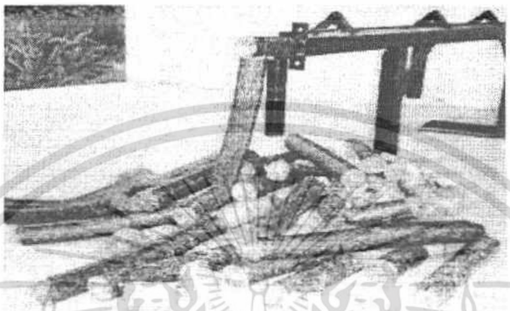
5. ทำให้เกษตรกรลดต้นทุนการผลิต ลดปัญหาการกำจัดฟางและลดปัญหาการขาดแคลนแรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 อาหาร "TMR" กับการเลี้ยงโคนม - โคเนื้อ



ภาพที่ 2.1 อาหารผสมสำเร็จรูป

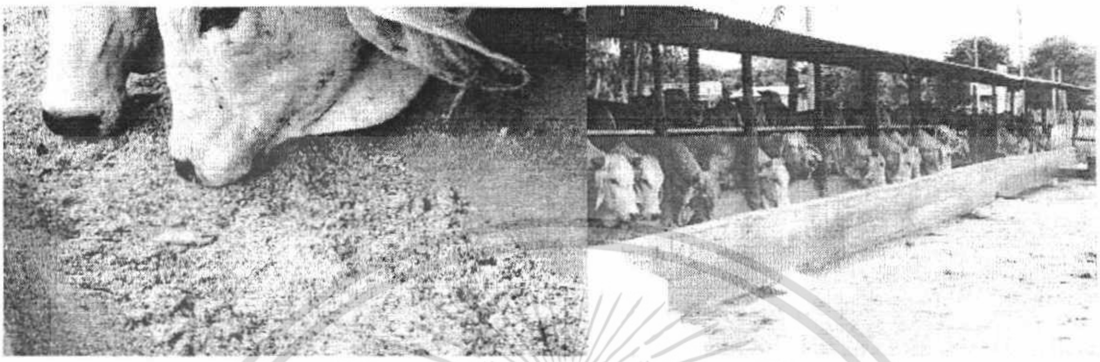
คำว่า "TMR" มาจาก Total mixed ration หรือ Complete Ration (CR) หรือ อาหารผสมสำเร็จรูป ที่ผลิตขึ้นมาจากการนำอาหารหยาบ และอาหารข้นมาผสมกันในอัตราส่วนที่เหมาะสม โดยต้องคำนวณสัดส่วนของอาหารทั้ง 2 ชนิด จากน้ำหนักแห้งให้ได้ตามความต้องการของโค แล้วนำไปเลี้ยงโคนม-โคเนื้อ แทนการเลี้ยงแบบเดิม ซึ่งจะแยกการให้อาหารหยาบและอาหารข้น เช่น ในโคนมผู้เลี้ยงจะให้อาหารหยาบ ตลอดทั้งวันแบบให้กินเต็มที่ และให้อาหารข้นเสริมวันละ 1-2 ครั้ง/วัน ขณะรีดนม เป็นต้น ปัจจุบันมีบริษัทผลิตอาหารผสมสำเร็จรูปออกมาจำหน่ายทั้งในรูปอาหารผสมสำเร็จรูปอัดเม็ด อาหารผสมสำเร็จรูปแบบผง หรืออาหารผสมสำเร็จรูปแบบหมัก

2.1.1 บทบาทของอาหาร TMR

ความเป็นกรด-ด่าง (PH)ในกระเพาะรูเมน มีความสำคัญต่อขบวนการย่อยอาหารของโค การควบคุมให้ความเป็น กรด-ด่าง ในกระเพาะรูเมนคงที่จะสามารถเพิ่มการย่อยอาหารให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วงของความเป็น กรด-ด่างที่เหมาะสมควรเป็น 6.0-6.5 ซึ่งความเป็นกรด-ด่างนี้จะมีผลโดยตรงมาจากอาหาร ถ้าให้โคได้กินอาหาร แบบแยกกันระหว่างอาหารหยาบ และอาหารข้น ความเป็นกรด-ด่างในรูเมนจะเปลี่ยนแปลงไปตามอาหารที่ให้ตลอดเวลา กล่าวคือ ถ้าให้โคกินอาหารข้น ซึ่งปกติอาหารชนิดนี้จะมีพลังงานที่ย่อยได้สูง สภาพในกระเพาะรูเมนจะเป็นกรด มีความเป็นกรด-ด่างต่ำลง ถ้าให้อาหารข้นปริมาณมากโอกาสที่กระเพาะรูเมนจะเป็นกรดมากขึ้น ถ้าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 5 โคจะมีประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลงในโคนมไขมันในน้ำนมจะต่ำ และโคจะแสดงอาการป่วยมีกรดในกระเพาะสูง เมื่อโคได้กินหญ้าหรืออาหารหยาบความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงขึ้น เนื่องจากโคจะมีการเคี้ยวเอื้อง ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำลาย ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นด่างไหลกลับเข้ากระเพาะรูเมน จะช่วยปรับสภาพในรูเมนให้ความเป็นกรด-ด่างสูงขึ้น ดังนั้น การให้อาหารหยาบ และอาหารข้นพร้อมๆ กันในรูปของอาหาร TMR (อาหารผสมสำเร็จรูป) จึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะสามารถควบคุมระดับความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนให้คงที่ ได้ดีกว่าการให้อาหารแยกกัน



ภาพที่ 2.2 อาหาร โคนม-โคเนื้อ

2.1.2 ลักษณะของอาหาร TMR

ปกติการย่อยอาหารจะเกิดขึ้นในกระเพาะรูเมนเป็นส่วนใหญ่ โดยกิจกรรมทางกายภาพของสัตว์ และกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกระเพาะที่จะทำหน้าที่เปลี่ยนอาหารเป็นกรดไขมัน ในสูตรอาหาร TMR จำเป็นต้องลดขนาดของอาหารหยาบลง เพื่อการผสมให้เข้ากันดีกับอาหารข้นลดความฟ่ามของอาหาร ซึ่งจะช่วยเพิ่มปริมาณการกินได้และลดการเลือกกินอาหาร การลดขนาดของอาหารหยาบจะลดอาการเคี้ยวเอื้องทำให้มีการหมุนเวียนของน้ำลายน้อยลง ซึ่งจะมีผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ดังนั้น อาหาร TMR ควรมีลักษณะดังนี้

1. ประกอบด้วยอาหารหยาบ และอาหารข้นในสัดส่วนที่เหมาะสมควรมีระดับพลังงาน และโปรตีนครบตามความต้องการของสัตว์ระยะต่างๆ โดยคำนวณจากน้ำหนักแห้งตามอายุ และผลผลิตของโค

2. คุณภาพของอาหารหยาบ และอาหารข้นต้องมีคุณภาพดี ควรมีระดับโปรตีนไหลผ่าน 30-35% ของโปรตีนทั้งหมดในอาหารมี NDS ไม่เกิน 35% โดยเฉพาะอาหารหยาบ ถ้ามีคุณภาพต่ำจะไม่ช่วยให้การใช้ประโยชน์ของอาหาร TMR สูงสุด

3. ขนาดตามยาวของอาหารหยาบไม่สั้นจนเกินไป ความยาวที่แนะนำให้ใช้อยู่ระหว่าง 3-5 ซม. หรือยาวกว่านี้ และมีเยื่อใย ADF ประมาณ 20-25% หรือ NDF 30-35% จึงจะทำให้การย่อยได้ในกระเพาะรูเมนมีประสิทธิภาพอย่างเต็มที่ และสามารถรักษาความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะให้คงที่ได้

4. การกระจายตัวของอาหารหยาบ และอาหารข้นควรสม่ำเสมอทั่วถึง

5. สภาพอาหารต้องไม่มีรา หรือมอด และควรมีความน่ากินเป็นที่สนใจของโค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 วัตถุดิบที่ใช้ผสมในอาหาร TMR

ในการประกอบสูตรอาหาร TMR ต้องใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีคุณสมบัติที่ดีเช่นเดียวกับการประกอบสูตรอาหารข้น อาหาร TMR จะประกอบด้วย

1. แหล่งอาหารหยาบ ใช้พืชอาหารสัตว์ได้ทุกชนิด และเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่เยื่อใยสูง อาหารหยาบที่ใช้ควรมีศักยภาพในด้านการย่อยได้ และอัตราการย่อยได้สูง มีความสามารถทำให้อัตราการหมักสูง มีอัตราการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนสูงกว่าอัตราการผลิตกรดไขมันที่ระเหยได้

2. แหล่งอาหารข้น ประกอบด้วยแหล่งอาหารโปรตีน เช่น พวกกากถั่วเหลืองๆ กากเมล็ดทานตะวัน กากงา กากเมล็ดฝ้าย ใบพืชโปรตีนสูง เช่น ใบกระถินแห้ง ใบมันสำปะหลังแห้ง เป็นต้น แหล่งอาหารพลังงาน เช่น มันเส้น ข้าวโพด รำ ข้าวฟ่าง เป็นต้น

3. แหล่งแร่ธาตุ และอื่นๆ ได้แก่ กระดูก เปลือกหอย เกลือ ไดแคลเซียมฟอสเฟต วิตามิน และแร่ธาตุปลีกย่อย เป็นต้น

2.1.4 ประโยชน์ของอาหาร TMR

การให้โคกินอาหารแบบอาหารผสมเสร็จ TMR หรือ Complete feed นี้เป็นการรวมทั้งอาหารหยาบ อาหารข้น และอาหารเสริมแร่ธาตุ และวิตามินเข้าด้วยกัน โดยการคำนวณให้มีโภชนะต่างๆ เพียงพอตามความต้องการของสัตว์ การให้อาหารแบบนี้จะเป็นวิธีที่ง่ายต่อการจัดการ ประหยัดเวลา และแรงงาน ซึ่งโคจะได้รับโภชนะครบถ้วน และมีสัดส่วนสม่ำเสมอตามความต้องการของโค และโคจะได้รับประโยชน์ดังนี้

1. ความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนมีสภาพเหมาะสมต่อสภาวะนิเวศน์ของการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์
2. ทำให้กระเพาะรูเมนของโค ใช้อาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น
3. อาหารในกระเพาะหมักมีการย่อยได้ดีขึ้น
4. ทำให้การดูดซึมอาหารไปใช้ประโยชน์ในร่างกายดีขึ้น
5. ทำให้มั่นใจได้ว่าจะไม่เกิดป่วยเป็นโรคมีกรดในกระเพาะมากกับโค
6. ทำให้โคสามารถแสดงศักยภาพการให้ผลผลิตได้อย่างเต็มที่
7. จะช่วยประหยัดแรงงานเกี่ยวกับการจัดการอาหารหยาบ และสะดวกในการให้อาหาร

2.1.5 ส่วนประกอบทางโภชนะของ TMR

สูตรผสมและส่วนประกอบทางโภชนะของ TMR ขึ้นกับความต้องการของสัตว์ตัวอย่างเช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบทางโภชนะของอาหาร TMR

ส่วนประกอบทางโภชนะของ TMR สำหรับโคให้นม 10 - 15 กก./วัน		
ยอดโภชนะย่อยได้	67	เปอร์เซ็นต์
โปรตีน	15	เปอร์เซ็นต์
เยื่อใย	27	เปอร์เซ็นต์
แป้ง+ น้ำตาล	28	เปอร์เซ็นต์
แร่ธาตุ		
แคลเซียม	0.48	เปอร์เซ็นต์
ฟอสฟอรัส	0.31	เปอร์เซ็นต์
แมกนีเซียม	0.20	เปอร์เซ็นต์
กำมะถัน	0.20	เปอร์เซ็นต์
ซีลีเนียม	0.30	เปอร์เซ็นต์
ไอโอดีน	0.60	เปอร์เซ็นต์
วิตามินเอ (TU/กก.)	3,200	เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2.2 แสดงส่วนผสม TMR สำหรับโค 1 ตัว

สูตรผสม TMR สำหรับโค 1 ตัว ที่ให้นม 10 – 15 กก./วัน		
	สูตร 1	**สูตร2**
หญ้ารูซี่แห้งบด (กก.)	6.8	5.8
ใบกระถินแห้ง (กก.)	1.5	1.5
เมล็ดฝ้าย1 (กก.)	1.5	-
เมล็ดฝ้าย1 (กก.)	1.4	2.4
กากน้ำตาล (กก.)	1.3	1.3
มันเส้น (กก.)	1.5	4.0
ยูเรีย (กก.)	0.13	0.13
แร่ธาตุ3 (กก.)	0.12	0.12
รวม (กก.)	14.25	14.25

<u>หมายเหตุ</u> - อาจใช้เมล็ดนุ่นแทน

- อาจใช้กากนุ่นหรือกากงาแทน
- แร่ธาตุสูตรกรมปศุสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 ข้อควรระวังในการใช้ TMR

โคอาจได้รับโภชนะบางตัวมาก หรือน้อยกว่าความต้องการ โดยเฉพาะพลังงานและโปรตีน ทั้งนี้ เนื่องจากการประกอบสูตร TMR มักใช้เพื่อเลี้ยงโคในระดับเฉลี่ยทั่วไป ดังนั้น โคที่มีความต้องการโภชนะต่ำกว่าค่าเฉลี่ยจะได้รับโภชนะมากกว่าความต้องการ ซึ่งอาจทำให้โคอ้วน และในทางกลับกันโคที่ให้ผลผลิตสูงกว่าค่าเฉลี่ยจะได้รับไม่เพียงพอ ต้นทุนค่าอาหารจะสูงขึ้น ทั้งนี เพราะมีการใช้เครื่องจักรกลเพื่อผสมอัดเม็ด หรือบดวัตถุดิบ โดยเฉพาะอาหารหยาบ อย่างไรก็ตาม ราคาของ TMR จะต้องไม่แพงไปกว่าอาหารข้นโดยทั่วไป จึงจะทำให้ผู้เลี้ยงได้รับผลตอบแทนเต็ม แหล่งของเยื่อใยใน TMR โดยเฉพาะในแง่การค้าผู้ผลิตมักนิยมใช้ของที่บดง่าย เช่น ซังข้าวโพด,เปลือกถั่วลิสง หรืออื่นๆ ผสม ซึ่งไม่มีลักษณะเป็นเส้นใย ดังนั้น สัตว์จะย่อยไปใช้ประโยชน์ได้น้อยกว่าปกติ นอกจากนั้น ยังมีการนิยมใช้กากปาล์ม ซึ่งมีกะลาปาล์มปนค่อนข้างมากเป็นแหล่งเยื่อใย ซึ่งจะทำให้โคมีอาการเบื่ออาหาร และการให้ผลผลิตลดลง มีการสูญเสียโภชนะระหว่างขบวนการเตรียมTMR เช่น การอัดเม็ด หรือการหมัก โดยเฉพาะกรณีหลังนี้ จะมีการทำลายโปรตีน และแป้งใน TMR ระหว่างการหมักโดยจุลินทรีย์ทำให้สัตว์ได้รับประโยชน์น้อยกว่าที่ประมาณการไว้ มีโอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดจากการได้รับสาร NPN (Nonprotein Nitrogen) สูงค่อนข้างมากทั้งนี้เพราะ ผู้ผลิตมักนิยมผสมยูเรียลงไปเพื่อเพิ่มโปรตีน และแนะนำให้กินเฉพาะ TMR อย่างเดียวเต็มที่ ดังนั้น ถ้าสัตว์ได้รับยูเรียมากกว่าวันละ 30 กรัม/น้ำหนักตัว 100 กก. จะทำให้เกิดพิษ ซึ่งผู้ผลิตและผู้ใช้จะต้องระวังที่จุดนี้ให้มาก ในทางปฏิบัติอาหาร TMR ไม่ควรใส่ยูเรียเกิน 1% และมักผสมกากน้ำตาลด้วยในปริมาณ 5 – 10 %

2.2 อาหารข้น (Concentrates)

อาหารข้น หมายถึง อาหารที่มีคุณค่าทางอาหารสูง คือมีจำนวนโภชนะย่อยได้ทั้งหมด (Total digestible nutrient; TDN) สูง และมีเยื่อใยต่ำ (ต่ำกว่าร้อยละ 18) ได้แก่อาหารจำพวกเมล็ดพืช หรือผลพลอยได้จากพืชและอาหารที่มาจากสัตว์ เช่น รำ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง กากเมล็ดถั่วต่างๆ กากมะพร้าว เป็นต้น นอกจากนี้ยังรวมถึงอาหารจำพวกแร่ธาตุและไวตามินต่างๆ ด้วย

2.2.1 วัตถุดิบอาหารสัตว์ประเภทพลังงาน

- **ข้าวโพด (Corn หรือ maize)** ข้าวโพดที่ใช้เลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยมีมากมายหลายพันธุ์ ทั้งพันธุ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ และได้รับการปรับปรุงพันธุ์เป็นพันธุ์ลูกผสม ที่นิยมปลูกในปัจจุบันจะเป็นพันธุ์ลูกผสม เช่น พันธุ์ CP 888 และพันธุ์ Pacific 928 ซึ่งทั้งสองพันธุ์ให้ผลผลิตสูง เมล็ดข้าวโพดมีแป้งประมาณ 65% มีโภชนะย่อยได้ทั้งหมด (TDN) ประมาณ 80% และให้พลังงานใช้ประโยชน์ (ME) ประมาณ 3.3 Mcal/kgDM มีไขมันประมาณ 3 - 6% มีเยื่อใยต่ำประมาณ 2 - 3% มีโปรตีนค่อนข้างต่ำอยู่ระหว่าง 7 - 9 % ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ขนาดของเมล็ด ความชื้นและสิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลอมปน ข้าวโพดที่ปลูกในประเทศไทยจะเป็นข้าวโพดที่มีสีเหลือง มีส่วนประกอบของสารแคโรทีน (Carotene) และสารแซนโทฟิล (Xanthophyll)

การใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ควรบดก่อน แต่ไม่ควรบดละเอียดจนเกินไป ข้าวโพดที่บดแล้วจะเก็บไว้ได้นานต้องมีความชื้นไม่เกิน 12% ข้าวโพดใช้ผสมอาหารได้ดีถึง 70 - 80% การบดเมล็ดข้าวโพดให้ละเอียดพอสมควรจะช่วยให้สัตว์ย่อยได้ดี และเมื่อใช้ผสมอาหารอื่นๆ จะคลุกเคล้าได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามข้าวโพดที่เก็บไว้นานๆ อาจมีความชื้นสูง อาจมีราพวก Aspergillus flavus ซึ่งผลิตสาร aflatoxin ซึ่งเป็นพิษต่อสัตว์

- **มันสำปะหลัง (Cassava หรือ Tapioca chip)** เป็นพืชหัวที่สำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย สามารถนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ทั้งในรูปของมันเส้น กากมันสำปะหลัง (ผลพลอยได้จากการทำแป้งมันสำปะหลัง) หรือใช้ในรูปมันอัดเม็ด มันสำปะหลังมีพลังงานค่อนข้างสูง มียอดโภชนะย่อยได้ประมาณ 90% เยื่อใยประมาณ 3.4% ไขมันประมาณ 0.8% โปรตีนต่ำประมาณ 2.0% ในหัวมันและใบมันสดมีกรดไฮโดรไซยานิค หรือกรดพรัสสิค ซึ่งมีความเป็นพิษต่อสัตว์ แต่สามารถทำลายหรือลดความเป็นพิษได้โดยความร้อนโดยการผึ่งแดด อาการของสัตว์ที่ได้รับสารพิษจากมันสำปะหลังจะคล้ายๆ กับอาการเป็นพิษจากการได้รับยูเรียในปริมาณมาก

- **รำข้าว (Rice bran)** เป็นผลพลอยได้จากการสีข้าว สามารถแบ่งแยกออกได้หลายชนิด เช่น รำหยาบ รำละเอียด นอกจากนี้ยังมีการนำรำละเอียดไปทำการสกัดน้ำมันรำข้าว กากที่เหลือเรียกว่ากากรำ หรือรำสกัดน้ำมัน

<u>รำหยาบ</u> มีส่วนของเปลือกนอกติดกับเมล็ดข้าว (Bran) ส่วนของจมูกข้าว (germ) ส่วนของปลายข้าว (broken rice) ส่วนของเมล็ดข้าว (endosperm) และอาจมีส่วนของแกลบปนมาบ้าง รำหยาบมีเยื่อใยและซิลิกาค่อนข้างสูง มียอดโภชนะย่อยได้ประมาณ 72% มีโปรตีนรวมประมาณ 7 - 8% เยื่อใยประมาณ 13% และมีไขมันประมาณ 10%

<u>รำละเอียด</u> ประกอบด้วยเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว ปลายข้าวและมีแกลบปนเล็กน้อย มียอดโภชนะย่อยได้ประมาณ 86% มีโปรตีนประมาณ 12% มีไขมันค่อนข้างสูงประมาณ 12 - 13%

<u>รำสกัดน้ำมัน</u> ได้จากการนำรำละเอียด หรือรำสดไปสกัดน้ำมันด้วยสารเคมี กากรำที่ได้มีโปรตีนสูงประมาณ 14 - 15% เยื่อใย 13 - 15% ยอดโภชนะย่อยได้ประมาณ 61%

- **รำข้าวสาลี (Wheat bran)** ผลพลอยได้จากการสีข้าวสาลี มีโปรตีนประมาณ 14 - 16% ยอดโภชนะย่อยได้ประมาณ 70% มีปริมาณเยื่อใยค่อนข้างสูง ประมาณ 7 - 12% รำข้าวสาลีโดยทั่วไปมีลักษณะฟ่าม (bulky) และมีคุณสมบัติเป็นยาระบายอ่อนๆ สามารถใช้แทนรำข้าวได้

- **กากน้ำตาล (Molasses)** กากน้ำตาลจากโรงงานน้ำตาลมีคุณค่าพลังงานสูง นิยมใช้ในส่วนผสมอาหารข้นเพื่อเพิ่มความน่ากิน ช่วยในการอัดเม็ดอาหารได้ดีขึ้น มักใช้ร่วมกับการใช้ยูเรีย มีโภชนะย่อยได้ประมาณ 55 - 75% มีโปรตีนประมาณ 3 - 7% มีน้ำตาลมากกว่า 48% ไม่ควรใช้เกิน 15% ในโคที่โตเต็มที่ ส่วนสำหรับลูกโคไม่ควรเกิน 8% เพราะอาจทำให้สัตว์เกิดอาการท้องร่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 วัตถุดิบอาหารสัตว์ประเภทโปรตีน

- **กากมะพร้าว (Coconut meal)** ได้จากโรงงานสกัดน้ำมันมะพร้าวจากเนื้อมะพร้าวแห้ง ไม่มีส่วนของกะลา แต่อาจมีส่วนของเปลือกชั้นในติดมาบ้าง เนื้อในมะพร้าวเมื่อแยกเอาน้ำมันออกแล้วจะเหลือส่วนของกากประมาณ 30 - 40% ส่วนใหญ่จะสกัดน้ำมันออกด้วยวิธีการ expeller ซึ่งจะเหลือน้ำมันอยู่ประมาณ 8% กากมะพร้าวจะมีโปรตีนประมาณ 19.6% เยื่อใยประมาณ 15% กากมะพร้าวที่ดีควรมีสีค่อนข้างขาวนวล หรือสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นหอม

- **กากเมล็ดทานตะวัน (Sunflower meal)** ได้จากโรงงานสกัดน้ำมันทานตะวันจากเมล็ดทานตะวัน มีหลายชนิดขึ้นอยู่กับวิธีการสกัดน้ำมัน คือ กากเมล็ดทานตะวันชนิดสกัดน้ำมันทั้งเมล็ดมีโปรตีนประมาณ 26% เยื่อใย 23.7% ไขมัน 4.5% โภชนะย่อยได้ 66% ส่วนชนิดที่อัดน้ำมันจากเมล็ดที่กระเทาะเปลือกแล้วมีโปรตีนประมาณ 34% เยื่อใย 13% ไขมัน 14% โภชนะย่อยได้ 80% ชนิดที่สกัดน้ำมันด้วยสารเคมีจากเมล็ดที่กระเทาะเปลือกแล้ว มีโปรตีนสูงถึงประมาณ 41% เยื่อใย 16% ไขมัน 4% และโภชนะย่อยได้ 70% กากทานตะวันที่ได้จากการสกัดน้ำมันจะมีสีเทา สามารถใช้ในอาหารโคนมได้ดี

- **กากถั่วเหลือง (Soybean meal)** เป็นผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำมันถั่วเหลือง กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนที่มีคุณภาพสูง กากถั่วเหลืองที่สกัดน้ำมันด้วยสารเคมีจะมีโปรตีนอยู่ประมาณ 44 - 50% มีไขมันเหลืออยู่น้อยมาก (0.5 - 1.0%) มีเยื่อใยต่ำ (<7%) มีโภชนะย่อยได้ประมาณ 71 - 80% เนื่องจากกากถั่วเหลืองมีราคาค่อนข้างสูง จึงมักพบว่ามีการปลอมปนด้วย รำ ซังข้าวโพดบด กากเมล็ดนุ่น กากเมล็ดฝ้าย

- **กากเมล็ดฝ้าย (Cotton seed meal)** ได้จากอุตสาหกรรมการสกัดน้ำมันจากเมล็ดฝ้าย ส่วนที่เหลือคือกากเมล็ดฝ้ายมีโปรตีนสูงประมาณ 41% โภชนะย่อยได้ประมาณ 78% ไขมัน 5 - 6% เยื่อใย 23% มีสารพิษกอสซิปอล (gossypol) ลักษณะทั่วไปจะมีสีน้ำตาลแก่ สามารถใช้ได้ดีในสูตรอาหารข้นสำหรับโคนม

- **กากเมล็ดนุ่น (Kapok seed meal)** เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการสกัดน้ำมันจากเมล็ดนุ่น มีโปรตีนประมาณ 22 - 28% ไขมัน 2.6% เยื่อใย 24 - 27% โภชนะย่อยได้ 60%

- **กากเมล็ดปาล์ม (Palm seed meal)** เป็นผลพลอยได้จากการสกัดน้ำมันปาล์มจากเมล็ดปาล์ม มี 2 ชนิด คือ กากปาล์มทั้งเมล็ด (ไม่กระเทาะเปลือก) กากปาล์มชนิดนี้มีโปรตีนต่ำ ประมาณ 5 - 6% มีโภชนะย่อยได้ประมาณ 62 - 67% และมีเยื่อใยสูงมาก ส่วนอีกชนิดหนึ่งเป็นกากปาล์มเนื้อใน (กระเทาะเปลือก หรือกะลาออกก่อนแล้ว) มีโปรตีนสูงกว่า คือประมาณ 13 - 15% มีโภชนะย่อยได้ประมาณ 76%

- **กากถั่วลิสง (Peanut meal)** ได้จากการอัดน้ำมันหรือสกัดน้ำมันจากเมล็ดถั่วลิสง กากถั่วลิสงมีโปรตีนประมาณ 44 - 50% โภชนะย่อยได้ประมาณ 84% มีเยื่อใยประมาณ 5.5 % ในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นกากถั่วลิสงประเภทอัดน้ำมัน จึงยังคงมีไขมันเหลืออยู่มาก อาจถึง 13% จึงมีโอกาส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หืนเร็วและขึ้นราได้ง่าย และมักตรวจพบสารพิษอะฟลา (aflatoxin) ควรระมัดระวังในการใช้เป็นพิเศษ

- **กากเมล็ดยางพารา (Rubber seed meal)** กากเมล็ดยางพาราน่าจะเป็นแหล่งวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่สำคัญของไทย เพราะมีในปริมาณมาก มีคุณค่าทางอาหารค่อนข้างดี คือมีโปรตีนประมาณ 15 - 22% ถ้าเป็นชนิดกระเทาะเปลือกมีโปรตีนถึงประมาณ 26 - 29% มีโภชนะย่อยได้ประมาณ 64%

ตารางที่ 2.3 แสดงส่วนประกอบโภชนะของอาหารข้น

ชนิดอาหาร	= วัตถุแห้ง	%โปรตีนย่อยได้	%ยอดโภชนะย่อยได้	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	แป้ง น้ำตาล	แร่ธาตุ	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส
กากมันสำปะหลัง	68.8	-	70.4	0.9	0.7	4.6	78.8	1.6	-	0.03
กากมันสำปะหลังสด	20.0	0.2	9.9	0.5	0.1	0.3	18.8	0.3	-	-
กากเมล็ดนุ่น	86.0	23.4	62.4	29.2	5.5	19.0	25.8	6.8	-	-
กากเมล็ดนุ่นกระเทาะเปลือก	-	-	-	45.2	7.02	-	-	9.1	1.39	0.35
กากเมล็ดยางพารา	91.1	20.8	63.4	28.8	9.2	10.0	37.6	5.5	-	0.69
กากเมล็ดงา	93.7	39.4	71.3	43.3	9.0	6.2	23.6	11.6	2.02	1.61
กากมะพร้าว	91.7	18.0	68.6	20.0	11.6	11.5	42.6	6.0	0.21	0.64
กากเมล็ดฝ้ายทั้งเปลือก	92.4	20.2	58.6	28.0	5.2	21.4	33.2	4.6	0.17	0.64
กากเมล็ดฝ้ายกระเทาะเปลือก	92.6	33.7	72.3	42.1	6.1	10.5	28.3	5.6	0.19	1.97
กากถั่วเหลือง	90.9	37.2	78.4	44.3	5.3	5.7	29.6	6.0	0.29	0.86
กากถั่วลิสง	93.0	41.9	68.5	47.1	1.5	14.9	25.0	4.5	0.16	0.54
กากเมล็ดทานตะวัน	94.3	45.0	70.8	49.5	4.9	5.4	28.6	5.9	0.26	1.22
กากคำฝอย	90.5	37.4	69.4	42.5	6.7	8.5	26.4	6.4	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดอาหาร	= วัตถุแห้ง	%โปรตีนย่อยได้	%ยอดโภชนะย่อยได้	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	แป้ง น้ำตาล	แร่ธาตุ	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส
กากชานอ้อย	90.3	-	41.0	1.7	0.9	40.06	39.9	7.2	-	-
กากเต้าหู้สด	14.1	4.7	12.8	5.5	0.7	1.6	5.8	0.5	-	-
กากเต้าหู้แห้ง	90.8	-	-	21.9	6.9	20.9	36.7	4.5	-	-
กากเบียร์แห้ง	93.0	22.0	67.1	27.5	6.0	14.2	41.1	3.7	0.29	0.48
กากเบียร์สด	23.7	4.0	16.1	5.7	1.6	3.6	11.8	1.0	0.70	0.12
กากเมล็ดปาล์ม	91.4	15.4	76.5	19.2	6.7	11.9	49.7	3.9	-	0.69
กากน้ำตาลอ้อย	73.4	11.0	53.7	3.0	-	-	61.7	8.6	0.66	0.08
กากสับปะรดแห้ง	85.3	1.0	60.1	4.0	1.9	19.4	57.2	2.8	0.16	0.15
ก้ามปู, ฝัก	91.4	-	-	19.3	4.2	20.9	42.8	1.69	-	-
แกลบกุ้ง	89.7	37.8	43.5	46.7	2.8	11.1	1.3	27.8	-	-
กระดูกป่น	96.4	-	-	7.1	3.3	0.8	3.9	81.3	52.61	15.2
เปลือกหอย	-	-	-	-	-	-	-	-	37.00	-
ข้าวเปลือก	88.8	6.0	70.0	7.9	1.8	9.0	64.9	5.0	2.8	0.32
ข้าวกล้อง	87.8	7.0	81.0	9.1	2.1	1.1	74.5	1.1	0.04	0.25
ข้าวปลาย	88.3	5.8	81.6	7.5	1.6	1.6	78.8	1.8	0.04	0.10
ข้าวฟ่าง	89.6	8.4	79.9	10.8	2.8	2.3	71.7	2.0	0.02	0.32
ข้าวโพดเมล็ด	85.0	6.7	80.1	8.7	3.9	6.2	60.2	1.2	0.32	0.27
ข้าวโพดทั้งฝัก	68.1	5.3	73.2	7.5	3.2	8.0	66.3	1.3	1.02	0.22
ถั่วเหลืองเมล็ด	90.0	33.7	87.6	37.9	18.0	5.0	24.5	4.6	0.25	0.59
ถั่วลิสงเมล็ด	94.6	27.7	136.9	3.4	47.7	2.5	11.7	2.3	0.06	0.45
ถั่วเขียวเมล็ด	90.7	20.1	77.9	25.7	1.3	5.2	64.2	3.5	0.14	0.35
ยางเมล็ด	70.0	10.1	86.1	12.6	36.6	1.3	17.7	1.8	-	-
มันเส้นสำปะหลัง	88.3	1.3	82.5	1.9	0.7	3.0	80.5	2.2	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดอาหาร	= วัตถุแห้ง	%โปรตีนย่อยได้	%ยอดโภชนะย่อยได้	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	แป้ง น้ำตาล	แร่ธาตุ	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส
มันสำปะหลังสด, หัว	32.6	0.8	25.7	1.1	0.3	1.4	28.8	1.0	-	0.04
มันเทศแห้ง	88.0	6.0	62.9	7.9	1.1	4.0	69.5	3.5	0.09	0.15
มันเทศสด	31.8	0.2	25.6	1.6	0.5	1.9	26.7	1.2	0.04	0.04
รำข้าวหยาบ	91.1	7.7	65.4	10.4	7.4	8.6	54.7	10.1	0.08	1.36
รำข้าวละเอียด	85.7	10.3	66.2	15.2	13.2	9.9	34.6	12.8	0.05	1.18
รำข้าวอัดน้ำมัน	90.9	9.7	55.3	14.3	3.1	12.0	47.9	13.6	-	1.29
เลือดแห้ง	91.6	58.4	60.4	82.2	1.9	0.9	0.9	5.7	0.32	0.25
เนื้อป่น	94.5	48.1	68.8	56.6	9.9	2.1	4.5	21.4	7.33	3.93
ส่าเหล้าแห้ง	88.8	-	-	29.7	16.1	5.7	29.0	8.3	-	-
ปลาป่นจืด	90.1	44.3	60.4	58.3	7.4	0.7	3.4	19.9	7.28	3.55
ทานตะวันเมล็ด	93.6	13.9	76.3	16.8	25.9	29.0	18.8	3.1	0.17	0.52
นมผง	96.8	22.3	118.7	24.8	26.2	0.2	40.2	5.4	0.91	0.76
นมผง, หาง	94.2	31.2	80.7	34.7	1.2	0.2	50.3	7.8	1.3	1.03
นมสด	12.8	6.2	13.6	3.5	3.7	-	4.9	0.7	0.12	0.09
นุ่น เมล็ด	92.7	10.4	73.0	-	-	-	-	-	-	-
ยูเรีย	-	-	-	280	-	-	-	-	-	-

2.3 อาหารหยาบ (Roughages)

อาหารหยาบเป็นอาหารหลักสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง เนื่องจากมีราคาถูกและมีอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติ อาหารหยาบมักหมายถึงอาหารที่มีเยื่อใยเป็นส่วนประกอบอยู่เกินกว่าร้อยละ 18 ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งได้แก่ส่วนของใบและต้นพืช โดยเฉพาะพืชตระกูลหญ้า และตระกูลถั่ว ทั้งนี้หมายรวมถึงผลพลอยได้ทางการเกษตร เช่นฟางข้าว ยอดอ้อย ชานอ้อยและอื่นๆ ชนิดพืชตระกูลหญ้าและตระกูลถั่ว รวมทั้งการเก็บถนอมอาหารหยาบจากพืชทั้งสองตระกูล การปลูกสร้างทุ่งหญ้ามีจุดประสงค์หลักเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์โดยเฉพาะ การปลูกประกอบด้วยหลายขั้นตอน เริ่มตั้งแต่การเตรียมพื้นที่ การคัดเลือกพันธุ์พืช การขยายพันธุ์ การใส่ปุ๋ย และที่สำคัญคือการจัดการทุ่งหญ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารหยาบอาจแบ่งได้ตามคุณภาพของอาหาร ดังนี้

- อาหารหยาบคุณภาพต่ำ (โปรตีนไม่เกิน 5%) ได้แก่ ฟางข้าว หญ้าหลังการเก็บเมล็ด ยอดอ้อย ต้นข้าวโพดหวาน และหญ้าที่มีอายุการตัดเกิน 8 สัปดาห์ขึ้นไป

- อาหารหยาบคุณภาพปานกลาง (โปรตีน 5-7%) ได้แก่ หญ้าชนิดต่างๆที่อายุการตัดไม่เกิน 8 สัปดาห์

- อาหารหยาบคุณภาพดีมาก (โปรตีน 10%ขึ้นไป) ได้แก่ หญ้าชนิดต่างๆที่อายุการตัดไม่เกิน 6 สัปดาห์ เปลือกและไหมข้าวโพด และมีพืชตระกูลถั่วผสมอยู่ด้วย

2.3.1 พันธุ์พืชอาหารสัตว์ที่ปลูกในเมืองไทย

พันธุ์หญ้า (Grass Species) ประมาณกันว่าในโลกมีพืชตระกูลหญ้าทั้งหมดกว่า 10,000 ชนิด (Species) แต่ที่ใช้ในการปลูกสร้างทุ่งหญ้ามีประมาณ 40 ชนิด สำหรับในเขตร้อนอย่างประเทศไทยมีการใช้เพื่อทำทุ่งหญ้าเพียง 15-20 ชนิดเท่านั้น ที่จะนำมากล่าวในที่นี้จะเลือกเฉพาะพันธุ์ที่นิยมใช้กันมากและสามารถหาส่วนขยายพันธุ์ได้เท่านั้น ซึ่งมีพันธุ์หญ้าดังนี้ คือ

1. หญ้าขน (Para Grass หรือ Mauritius) Brachiaria mutica

แหล่งดั้งเดิม อยู่ในเขตร้อนของแอฟริกา นำเข้าประเทศไทยเมื่อปี 2472 จากประเทศมาเลเซีย โดย R.P. Jones

ลักษณะทั่วไป เป็นหญ้าประเภท Perennial มีการเจริญเติบโตแบบกึ่งเลื้อยกึ่งตั้ง Stolon จะทอดขนานบนพื้นดินและมีรากพร้อมทั้งกิ่งก้านแตกออกมาจากข้อ ข้อและกาบใบมีขนสีขาวปกคลุม

ลักษณะทางการเกษตร เหมาะสมกับบริเวณที่ชื้นแฉะ ที่ราบลุ่ม ขึ้นได้ในดินเกือบทุกประเภท ทนทานต่อน้ำท่วมขังเป็นระยะเวลานานๆ

การปลูก ปลูกโดยใช้ส่วนของลำต้นที่แก่แล้ว (สังเกตได้ว่ามีใบตายหุ้มอยู่ที่บริเวณข้อ) โดยการหว่านท่อนพันธุ์ลงบนพื้นที่ที่ได้ไถพรวนแล้ว หลังจากนั้นก็จะพรวนกลบ การปลูกควรทำในช่วงต้นฤดูฝน ถั่วที่ขึ้นร่วมกับหญ้าขนได้ดีคือถั่วเซนโตร (ถั่วลาย, Centrosema pubescens) แต่ต้องในสภาพดินที่มีการระบายน้ำได้ดี

การใช้ประโยชน์ หลังปลูกควรปล่อยให้หญ้าขนตั้งตัวก่อนประมาณ 80-90 วัน จึงใช้ประโยชน์ ในระยะแรกระบบรากยังไม่แข็งแรงพอการปล่อยโคลงแทะเล็มต้องจัดการดูแลให้ดีเพื่อป้องกันการทำลายต้นอ่อน

คุณค่าทางอาหาร อ่อน 11.8 % CP, แก่ 7.8 % CP, 50 % TDN

2. หญ้ารูซี่ (Ruzi Grass หรือ Congo Grass) Bachiaria ruziziensis

แหล่งดั้งเดิม ประเทศ Congo นำเข้าประเทศไทยเมื่อปี 2511 โดยองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.)

ลักษณะทั่วไป เป็นหญ้าประเภท Perennial การเจริญเติบโตคล้ายหญ้าขน มีใบเล็กกว่าหญ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขน มีเหง้า (Rhizome) กาบใบจะยาวกว่าปล้องของลำต้น มีขนปกคลุม ใบมีขนยาวปกคลุมหนาแน่น ใบนิ่มกว่าใบหญ้าขน

ลักษณะทางการเกษตร ขึ้นได้ดีในเขตร้อนชื้น มีฝนตกชุก ดินมีการระบายน้ำได้ดี ขึ้นได้ในดินหลายชนิด มีความทนทานต่อการแทะเล็ม

การปลูก นิยมใช้เมล็ดพันธุ์ อัตราปลูก 1- 2 กก./ไร่ ถั่วที่สามารถขึ้นร่วมได้คือถั่วเซนโตร (Centrosema pubescens) และถั่วฮามาต้า (Stylosanthes hamata)

การใช้ประโยชน์ ในสภาพทุ่งหญ้าผสมระหว่างหญ้ารูซี่กับถั่วฮามาต้า พบว่าหลังจากปลูกประมาณ 55 วัน ก็สามารถปล่อยโคลงแทะเล็มได้ โดยให้ผลผลิต 1.8 ตันน้ำหนักสด/ไร่ (ที่อัตราปลูกหญ้ารูซี่:ถั่วฮามาต้า = 2 : 4 กก./ไร่) แต่ในสภาพทุ่งหญ้าเดี่ยวควรปล่อยให้โคลงแทะเล็มเมื่อหญ้ามีอายุประมาณ 80 วัน หรือสังเกตจากการเจริญเติบโตครอบคลุมพื้นที่

คุณค่าทางอาหาร อ่อน 14 % CP, แก่ 7.8 % CP, 55 % TDN

3. หญ้าเนเปียร์ (Napier Grass หรือ Elephant Grass) *Pennisetum purpureum*

แหล่งดั้งเดิม ในเขตร้อนของอาฟริกา นำเข้าประเทศไทยโดย R.P. Jones

ลักษณะทั่วไป เป็นหญ้าประเภท Perennial ลำต้นใต้ดินเป็นเหง้า (Rhizome) ลำต้นสูงจากพื้นดิน 180 - 240 ซม. ถ้าปล่อยทิ้งไว้นานๆ จะแตกเป็นกอใหญ่มาก มีใบยาวเรียวคล้ายอ้อย แต่มีความกว้างของใบน้อยกว่า

ลักษณะทางการเกษตร มีระบบรากแข็งแรง ให้ผลผลิตสูง ชอบที่ชื้นแฉะโดยเฉพาะข้างคอกและหลังคอกที่มีทางระบายน้ำออกจากคอก

การปลูก ใช้ส่วนของลำต้นที่มีอายุประมาณ 6 เดือน ตัดเป็นท่อนๆ ให้มีข้อ 2 - 3 ข้อ ฝังลงในดินลึกประมาณ 10 ซม. หรือปลูกเป็นหลุมๆ โดยให้ข้อฝังอยู่ใต้ดิน

การใช้ประโยชน์ ปกตินิยมตัดสดให้โค แต่ก็สามารถปล่อยโคลงแทะเล็มได้เมื่อคอยควบคุมไม่ให้หญ้าขึ้นสูงมากเกินไป หลังจากปล่อยแทะเล็มแล้วควรตัดให้หญ้ามีความสม่ำเสมอกัน

คุณค่าทางอาหาร อ่อน 9.5 % CP, แก่ 6 % CP, 55 % TDN

4. หญ้าสตาร์ (Star Grass หรือ African Star) *Cynodon plectostachyus*

แหล่งดั้งเดิม ในอาฟริกาตะวันออก นำเข้าประเทศไทยโดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อ พ.ศ. 2504

ลักษณะทั่วไป ลำต้นเป็นแบบเถาเลื้อย มีไหล (Stolon) มากมายประสานเป็นร่างแห

ลักษณะทางการเกษตร ขึ้นได้ดีมากแม้แต่ในพื้นที่ที่มีความสูงกว่าระดับน้ำทะเลมากๆ ทนทานต่อการแทะเล็มและเหยียบย่ำของโค เจริญเติบโตได้เร็ว

การปลูก ใช้ส่วนของลำต้นขยายพันธุ์

การใช้ประโยชน์ ปล่อยสัตว์ลงแทะเล็ม

คุณค่าทางอาหาร 7.6 % CP, 48 % TDN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. หญ้าโร้ด (Rhodes Grass) Chloris gayana

แหล่งดั้งเดิม ในอาฟริกา นำเข้าประเทศไทยเมื่อปี 2472 โดย R.P. Jones

ลักษณะทั่วไป ลำต้นเป็นแบบกอตั้ง มีไหล และมีรากอยู่ที่ข้อทุกข้อ

ลักษณะทางการเกษตร เจริญเติบโตได้เร็ว ปกคลุมพื้นที่ได้หนาแน่น ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนได้ดี ทนทานต่อสภาพดินเค็มได้ดีกว่าหญ้าชนิดอื่น ไม่ทนแล้งเท่าใดนักเพราะรากอยู่ในระดับผิวดิน ทนทานต่อการถูกเผาได้ดี

การปลูก ใช้เมล็ดอัตรา 1 - 2 กก./ไร่ ปลูกผสมกับถั่วเซนโตรและถั่วเซอราโต้ได้ดี

การใช้ประโยชน์ ใช้ตัดสดให้โคกินหรือปล่อยโคลงแทะเล็ม มีความทนทานต่อการแทะเล็มได้ดี นอกจากนี้ยังนิยมปลูกเพื่อทำหญ้าแห้ง (Hay) เพราะมีลำต้นเล็กมาก แห้งได้เร็ว เมื่อทำเป็นหญ้าแห้งจะได้หญ้าแห้งที่มีคุณภาพดี

คุณค่าทางอาหาร 8-9 % CP, 57 % TDN

6. หญ้าบัฟเฟล (Buffel Grass) Cenchrus ciliaris

แหล่งดั้งเดิม อยู่ในอาฟริกา อินเดียและอินโดนีเซีย นำเข้าประเทศไทยเมื่อปี 2498 จากประเทศฟิลิปปินส์ โดยกองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ (ตรีพล, 2527)

ลักษณะทั่วไป จัดเป็นหญ้ากอพุ่มประเภท Perennial ใบมีสีเขียวซีด

ลักษณะทางการเกษตร มีความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี ฟื้นตัวได้เร็วหลังการแทะเล็ม ชอบขึ้นในพื้นที่ที่มีการระบายน้ำได้ดี

การปลูก ใช้เมล็ดอัตรา 1 - 2 กก. / ไร่ หรือแยกกอปลูก ปลูกรวมกับถั่วเซนโตร หรือเซอราโตรได้

การใช้ประโยชน์ เหมาะทั้งตัดสดและปล่อยโคแทะเล็ม สามารถใช้ทำหญ้าแห้งได้ดีอีกด้วย

คุณค่าทางอาหาร 11 % CP, 55 % TDN

7. หญ้ากินนี (Guinea Grass) Panicum maximum

แหล่งดั้งเดิม ในอาฟริกา อเมริกากลางและอเมริกาใต้ นำเข้ามาประเทศไทยเมื่อปี 2444 โดยเจ้าพระยาสุรวงศ์

ลักษณะทั่วไป เป็นหญ้าประเภท Perennial มีลำต้นตั้งตรงคล้ายกอตะไคร้ มีเหง้า ข้อมีสีขาว ใบยาวเรียว

ลักษณะทางการเกษตร มีระบบรากลึก ทนแล้งได้ดี ขึ้นได้ดีในที่ที่มีการระบายน้ำดี

การปลูก ใช้ส่วนลำต้นใต้ดินโดยการแยกกอ หรือใช้เมล็ดอัตรา 1 - 2 กก./ไร่ สามารถปลูกใต้ต้นไม้ใหญ่ได้ ทนต่อร่มเงาได้ดี ปลูกร่วมกับถั่วเซนโตร ถั่วเซอราโตรได้

การใช้ประโยชน์ ใช้ได้ทั้งตัดสดและปล่อยโคลงแทะเล็ม ควรให้เหลือตอไว้ประมาณ 15 ซม. ถ้าต่ำมากอาจตายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

คุณค่าทางอาหาร อ่อน 14 % CP, แก่ 8 % CP, 56 % TDN

พันธุ์ถั่ว (Legume Species) พืชตระกูลถั่วมีอยู่ด้วยกันทั้งหมดประมาณ 16,962 ชนิด แหล่งดั้งเดิมอยู่ในเขตร้อน ร้อนชื้น เมื่อมีการนำพันธุ์ถั่วจากแหล่งดั้งเดิมไปปลูกในท้องถิ่นต่างๆ ทำให้ลักษณะของลำต้นเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อมที่ถั่วชนิดนั้นขึ้นอยู่ ถั่วที่นิยมปลูกเป็นพืชอาหารสัตว์มีดังนี้ คือ

1. ถั่วฮามาต้า (Hamata หรือ Verano Stylo) Stylosanthes hamata

แหล่งดั้งเดิม ในหมู่เกาะอินเดียตะวันตก และอเมริกากลาง นำเข้ามาประเทศไทยปี 2514 โดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น และสำนักงานเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ตรีพล, 2527)

ลักษณะทั่วไป เป็นประเภทกึ่ง Perennial การเจริญเติบโตในระยะแรกลำต้นจะตั้งตรง เมื่อมีอายุมากขึ้นจะมีกิ่งก้านแผ่ออกทางด้านข้าง ลำต้นมีขนาดเล็ก ใบย่อยมีรูปคล้ายหอก ดอกมีสีเหลือง

ลักษณะทางการเกษตร ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่แห้งแล้งได้ดี

การปลูก ใช้เมล็ด อัตรา 4 - 6 กก./ไร่ แต่เมล็ดมีการพักตัว (Seed Dormancy) สูง ดังนั้นก่อนทำการปลูกควรทำลายการพักตัว (Break Dormancy) ก่อนโดยการนำไปแช่ในน้ำอุณหภูมิ 80° C นานประมาณ 10 นาที แล้วนำมาผึ่งให้แห้งก่อนนำไปปลูก

การใช้ประโยชน์ ปล่อยให้โคลงแทะเล็ม มีความทนทานต่อการแทะเล็มได้ดี ไม่ทนทานต่อสภาพร่มเงา

คุณค่าทางอาหาร 19 % CP, 50 % TDN (FAO, 1988)

2. ถั่วเซนโตร (ถั่วลาย, Centro) Centrosema pubescens

แหล่งดั้งเดิม อเมริกาใต้ ในประเทศไทยปลูกเป็นพืชคลุมดินในสวนยางมานานแล้ว

ลักษณะทั่วไป เป็นถั่วประเภทเลื้อย และเป็น Perennial มีเถาค่อนข้างเล็ก ใบไม่มีขน ดอกสีม่วงอ่อน ฝักจะแบนและหนา ยาว 7 - 15 ซม.

ลักษณะทางการเกษตร ทนทานต่อความแห้งแล้งและการแทะเล็มได้ดี สัตว์ชอบกิน

การปลูก ใช้เมล็ดอัตรา 2 กก./ไร่ นิยมปลูกร่วมกับหญ้าหลายชนิด เช่น หญ้ากินนี หญ้าขน หรือร่วมกับหญ้าพื้นเมือง

การใช้ประโยชน์ ปลูกร่วมกับหญ้า อาจใช้ตัดสดหรือปล่อยโคลงแทะเล็มก็ได้

คุณค่าทางอาหาร 23 % CP, 50 % TDN (FAO, 1988)

3. ถั่วเซอราโตร (Siratro) Macroptillium atropurpureum

แหล่งดั้งเดิม อเมริกาใต้ นำเข้ามาประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ. 2505 โดยองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย จากประเทศออสเตรเลีย (ตรีพล, 2527)

ลักษณะทั่วไป เป็นถั่วประเภท Perennial ลำต้นมีขนขึ้นอยู่ทั่วไป ใบด้านบนมีขนน้อยกว่าด้านล่าง ใบย่อยที่อยู่ด้านข้างมีลักษณะคล้ายรูปไข่ ใบมีส่วนเว้าเข้าไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลง เนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

82980

ลักษณะทางการเกษตร มีระบบรากแข็งแรง ทนแล้งได้ดี ไม่ชอบพื้นที่ที่มีน้ำขัง

การปลูก ขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ดในอัตรา 2 กก./ไร่ นิยมปลูกร่วมกับหญ้ากินนี หญ้าโร้ด หรือหญ้าขน

การใช้ประโยชน์ ใช้ตัดสดหรือปล่อยโคลงแทะเล็ม

คุณค่าทางอาหาร 17 % CP, 50 % TDN (FAO, 1988)

ตารางที่ 2.4 แสดงส่วนประกอบโภชนะของอาหารหยาบ

ชนิดอาหาร	= วัตถุแห้ง	%โปรตีนย่อยได้	%ยอดโภชนะย่อยได้	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	แป้ง น้ำตาล	แร่ธาตุ	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส
กระถินใบสด	32.5	4.0	17.2	6.1	0.7	12.3	11.2	2.2	0.28	0.07
กะหล่ำปลี	7.6	1.1	6.6	1.4	0.2	0.2	4.4	0.7	0.05	0.03
ข้าวโพดต้นสด	22.7	0.5	13.0	1.3	0.4	6.0	13.6	1.4	0.07	0.01
ข้าวฟ่างต้นสด	24.9	0.8	17.3	1.5	1.0	7.0	14.0	1.4	0.09	0.13
คุดซูต้นสด	30.6	4.2	19.9	5.5	1.0	8.3	13.6	2.2	0.96	0.07
เซนโตรซีมาต้นสด	19.5	2.6	9.7	4.6	0.7	6.2	6.4	1.6	-	-
ถั่วเหลือง, ฝักอ่อน	24.2	3.1	15.5	4.0	1.0	6.4	10.4	2.4	0.37	0.07
ทาวสวิลสไตโล	25.3	-	-	4.4	0.8	6.2	9.6	4.3	0.43	0.19
แคใบสด	17.1	3.2	10.9	4.3	0.8	3.0	7.7	1.3	0.22	0.08
หญ้าคาอ่อน	29.6	1.0	17.3	1.7	0.7	11.5	14.1	1.7	-	-
หญ้าคาแก่	40.2	0.9	24.3	1.6	0.9	16.7	19.4	1.6	-	-
หญ้าแพนโกลา	20.7	-	-	2.2	0.5	5.8	9.7	2.5	0.11	0.07
หญ้าขน,ฤดูแล้ง	20.6	-	-	1.9	0.6	6.1	9.5	2.5	0.11	0.10
หญ้าขน, ฤดฝน	24.4	-	-	1.8	0.6	7.7	11.2	2.1	0.07	0.09
หญ้าขน, เฉลี่ย	27.8	1.0	14.9	1.8	0.4	10.0	12.7	2.9	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดอาหาร	= วัตถุแห้ง	%โปรตีนย่อยได้	%ยอดโภชนะย่อยได้	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	แป้ง น้ำตาล	แร่ธาตุ	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส
หญ้าสตาร์	31.5	1.8	15.2	2.4	0.7	10.8	14.7	2.9	0.12	0.12
หญ้าซูดาน	28.5	1.0	18.6	1.7	0.5	9.6	14.0	2.1	-	-
หญ้ากินนี	26.8	0.8	13.6	1.4	0.4	11.5	10.5	3.0	0.10	0.06
หญ้าเนเปียร์ลูกผสม	21.9	0.7	12.5	1.1	0.3	9.0	8.9	2.6	0.07	0.12
หญ้าโร้ด	28.8	1.3	16.6	2.3	0.6	10.6	11.4	3.8	0.10	0.10
หญ้าแพรกยักษ์	25	2.0	15.0	2.8	0.5	6.4	12.2	3.1	-	-
ยอดอ้อย	25.7	0.6	12.5	1.3	0.4	8.4	12.3	3.3	0.02	0.06
ผักบุ้ง	6.2	-	-	2.2	0.5	0.7	2.4	0.5	-	-
ผักตบชวา	9.8	0.4	4.6	1.1	0.1	2.2	4.9	1.5	-	-
เถามันเทศ	12.3	1.9	7.7	2.9	0.4	1.7	6.1	1.3	0.09	0.04
กระถินใบแห้ง	91.2	18.3	66.8	24.4	4.6	14.9	39.4	7.9	0.76	0.19
คุดซูแห้ง	89.8	10.2	49.3	15.2	2.3	29.4	36.6	6.6	2.78	0.21
ถั่วเหลืองต้นแห้ง	88.0	9.6	49.0	14.4	3.3	27.5	35.8	7.0	0.95	0.24
ถั่วลิสงต้นแห้งปลิดฝักแล้ว	90.6	5.4	47.3	10.0	3.2	23.6	44.2	9.6	1.12	0.13
แคใบแห้ง	88.1	12.8	60.2	16.6	2.3	4.3	56.8	8.1	-	-
ฟางข้าว	92.5	0.6	41.5	3.9	1.4	22.5	39.2	14.5	0.19	0.07
ซังข้าวโพด	90.4	0.0	45.7	2.3	0.4	32.1	54.0	1.6	0.11	0.04
ข้าวโพดต้นแห้ง	90.6.	2.1	51.9	5.9	1.6	30.8	46.5	5.8	0.54	0.09
ฝ้าย, เปลือกเมล็ด	90.8	0.0	43.7	3.9	0.9	45.0	38.4	2.6	0.13	0.06
ถั่วกระด้าง	89.0	12.7	52.5	18.1	3.2	21.8	36.7	10.1	-	-
หญ้าขน	90.2	1.9	41.6	4.6	0.9	33.6	45.5	6.6	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หญ้าซูดาน	89.3	4.3	48.5	8.8	1.6	27.9	42.9	8.1	-	-
ชนิดอาหาร	= วัตถุแห้ง	%โปรตีนย่อยได้	%ยอดโภชนะย่อยได้	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	แป้ง น้ำตาล	แร่ธาตุ	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส
หญ้าเนเปียร์	89.1	3.4	40.4	8.2	1.8	34.0	34.6	10.6	-	-
หญ้าแพนโกลา	88.2	9.3	54.9	12.8	2.7	48.6	14.2	9.9	-	-
หญ้าซอกัม	84.1	6.8	41.3	11.9	1.7	24.2	39.4	1.7	-	-
ข้าวฟ่าง	38.1	1.5	22.1	2.8	1.2	9.1	22.9	2.3	-	-
ข้าวโพด	27.6	1.2	18.3	2.3	0.8	6.7	16.2	1.6	-	-
หญ้าเนเปียร์	26.8	0.3	11.6	1.1	0.6	11.4	11.8	1.9	-	-
หญ้าซูดาน	25.7	1.5	14.4	2.2	0.7	8.8	12.0	2.2	-	-
หญ้าขน	26.2	-	-	1.5	0.5	9.2	9.9	5.1	-	-
ยอดอ้อย	29.60	0.8	15.5	1.5	0.6	10.6	14.0	2.8	-	-
ฟางปรุงแต่ง	55.97	-	54.16	6.11	2.06	-	-	-	0.53	0.07
ฟางราดยูเรีย-น้ำตาล	63.48	-	51.94	7.02	1.92	-	-	-	0.53	0.09

2.4 คุณสมบัติทั่วไปของฟางข้าว

2.4.1 คุณสมบัติทั่วไป

1. เป็นผลพลอยได้จากการปลูกข้าว มีมากหลังฤดูเก็บเกี่ยวข้าว เป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับ โค-กระบือในช่วงแล้ง

2. มีคุณค่าทางอาหารต่ำมีโปรตีน เยื่อใย และค่าโภชนะย่อยได้ทั้งหมด (TDN) ประมา 2.76%, 36.17% และ 45% ของวัตถุแห้งตามลำดับ

3. อัตราการย่อยได้ต่ำ ทำให้ฟางอยู่ในกระเพาะนาน สัตว์จึงได้รับโภชนะต่าง ๆ น้อย ถ้าให้สัตว์กินฟางอย่างเดียวนาน ๆ จะทำให้น้ำหนักตัวลด

2.4.2ข้อจำกัดและข้อแนะนำการใช้

1. ฟางใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง และควรใช้ร่วมกับอาหารข้น หรือเสริมด้วยใบพืชตระกูลถั่วโปรตีนสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การปรับปรุงคุณภาพของฟางข้าว เพื่อให้สัตว์ได้รับประโยชน์เพิ่มขึ้น ได้แก่ การทำฟางหมักยูเรีย และฟางปรุงแต่งสด โดยใช้สารละลายยูเรีย-กากน้ำตาล ราดฟางให้ทั่ว

3. การใช้ฟางหมักเลี้ยงโค-กระบือ สามารถใช้ในสภาพเปียกหรือแห้งก็ได้ ฟางหมักที่เปิดจากกอง ใหม่ ๆ มีกลิ่นฉุนของแอมโมเนีย ควรทิ้งไว้สักพัก (ประมาณ 2 ชั่วโมง) ก่อนให้สัตว์กิน ถ้าใช้ฟางหมักยูเรีย เป็นอาหารหยาบอย่างเดียว ควรเสริมอาหารข้น เพื่อให้เกิดแหล่งพลังงานในการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์ และควรมีน้ำสะอาดให้โค-กระบือกินตลอดเวลา

2.4.3 การทำฟางปรุงแต่ง

ในฤดูแล้งปัญหาที่เกษตรกรมักพบเป็นประจำทุกปีก็คือ การขาดแคลนหญ้าสดสำหรับเลี้ยงโคนม แต่ก็ยังพอจะหาสิ่งอื่นมาทดแทนได้ สิ่งนั้นก็คือ ฟางข้าว ซึ่งเป็นของเหลือใช้ทางการเกษตร หาง่าย และมีราคาค่อนข้างถูก แต่ก็มีข้อเสียคือ มีคุณค่าทางอาหารต่ำ คือมีโปรตีนต่ำ และย่อยยาก โดยจะสังเกตได้จากโคและกระบือทั่วไปมีลักษณะผอม ไม่สมบูรณ์ในฤดูแล้ง ดังนั้น ถ้าทำให้ฟางข้าวมีโปรตีนเพิ่มขึ้น และสามารถย่อยได้ง่ายขึ้น ก็จะมีประโยชน์ต่อการเลี้ยงโคนมเป็นอย่างมาก การปรุงแต่งฟางข้าวด้วยปุ๋ยยูเรียไม่เพียงแต่จะช่วยให้ย่อยง่ายขึ้น ยูเรียที่ใส่เข้าไปยังสลายตัวให้โปรตีนเพิ่มขึ้นจากฟางธรรมดาอีกประมาณ 4-5% แต่ขบวนการปรุงแต่งฟางข้าวไม่ใช่การหมัก เช่นกรณีของหญ้าหมัก ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องอาศัยจุลินทรีย์ชนิดใดทั้งสิ้น การเติมสารเร่งการหมัก เช่นกากน้ำตาล รำมักเส้น หรือการควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์บางชนิด เช่น เกลือแกงจะไม่ทำให้เกิดประโยชน์ต่อการปรุงแต่ง จึงไม่จำเป็นต้องใส่ให้สิ้นเปลือง นอกจากนี้ยังไม่จำเป็นต้องหั่นฟางย่ำ หรืออัด หรือหาวัสดุหนักๆ มาทับ และไม่จำเป็นต้องทำในร่มหรือสร้างหลังคากันฝน เพียงแต่ใช้มัดฟางคลุมด้านบนหรืออาจใช้วัสดุอื่นๆ เช่น เต็นท์ กระสอบเก่า ใบตาล คลุมก็ได้

วิธีทำฟางปรุงแต่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น ทำแบบกองบนพื้นราบและคลุมด้วยพลาสติก หรือทำเป็นบ่อซีเมนต์ ซึ่งวิธีนี้ในระยะยาวจะประหยัดกว่า เพราะลงทุนสร้างบ่อเพียงครั้งเดียว แต่ใช้ประโยชน์ได้หลายครั้ง จะทำเมื่อไรก็ได้ หากหาซื้อฟางได้ในราคาถูก ไม่ต้องคำนึงถึงฤดูกาลมากนัก เก็บได้นานกว่า ประหยัดค่าพลาสติกที่ใช้คลุมป้องกันการรั่วซึมได้ดีกว่า นอกจากนี้ยังดัดแปลงเป็นบ่อหญ้าได้อีกด้วย

การทำฟางปรุงแต่งโดยใช้บ่อซีเมนต์บล็อค ขนาดบ่อซีเมนต์ ขึ้นอยู่กับจำนวนโคของเกษตรกรและความต้องการ หากต้องการทำฟางปรุงแต่งคราวละมากๆ ก็สร้างบ่อให้มีขนาดใหญ่ หรือสร้างขนาดเล็กแต่มีหลายบ่อ เพื่อให้ง่ายต่อการเปิดใช้ ขนาดที่ อ.ศ.ค. แนะนำ และได้ทดลองแล้วว่าสามารถทำฟางปรุงแต่งได้ผล เป็นบ่อขนาดเล็ก สร้างด้วยอิฐบล็อคเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ฉาบด้วยปูนผสมทราย เพื่อป้องกันการรั่วซึม และไม่ให้สัมผัสดินด้านบน ด้วยพลาสติกใส ขนาดของบ่อ มีความจุประมาณ 3.42 ลูกบาศก์เมตร หรือจุฟางได้ประมาณ 16 ฟ่อน (320 กก.) กว้างประมาณ 1 เมตร 75 เซนติเมตร หรือใช้อิฐบล็อค 4 ก้อน ยาวประมาณ 2 เมตร 30 เซนติเมตร หรือใช้อิฐบล็อค 5 1/2 ก้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และสูงประมาณ 85 เซนติ เมตร หรืออิฐประมาณ 4 ก้อน ค่าใช้จ่ายในการทำบ่อซีเมนต์ ในการทำบ่อซีเมนต์โดยใช้อิฐบล็อคนี้เสียค่าใช้จ่ายไม่สูงมากนัก โดยเฉพาะเรื่องค่าแรง หากลงมือทำเอง โดยเฉลี่ยแล้ว จะใช้วัสดุดังต่อไปนี้ - อิฐบล็อค 76 ก้อนๆ ละ 2.50 บาท เป็นเงิน 190 บาท - ทรายหยาบประมาณ 0.5 คิวๆ ละ 150 บาท เป็นเงิน 75 บาท - ปูนซีเมนต์ประมาณ 2 ถุงๆ ละ 80 บาท เป็นเงิน 160 บาท สรุปแล้วลงทุนครั้งเดียว จะใช้เงินประมาณ 425 บาท ต่อหนึ่งบ่อ แต่สามารถใช้งานได้นานหลายปี จะใช้ฟางเท่าใดในการปรุงแต่งฟางแต่ละครั้ง การปรุงแต่งคุณภาพฟางแต่ละครั้ง ควรประมาณให้พอเพียงกับจำนวนโคที่เลี้ยงไว้ในฟาร์ม หรือตามจำนวนโคที่ต้องการให้ กิน (เช่น โคที่กำลังให้นม โคสาว เป็นต้น) โดยกะให้ใช้หมดกองภายใน 3 - 4 สัปดาห์ และทำติดต่อกันโดยกองใหม่สามารถเปิด ใช้ได้เมื่อกองแรกหมดพอดี โค 1 ตัว น้ำหนักประมาณ 380 - 400 กก. จะกินได้ประมาณ 7 - 9 กก./วัน อย่างไรก็ตามการทำกองเล็กๆ (ไม่เกิน 2,000 กก.) แล้วใช้หมดภายใน 3 - 4 สัปดาห์ จะได้ผลดีกว่ากองใหญ่แล้วเลี้ยงในระยะนานขึ้น เพราะ ถ้าทิ้งไว้เป็นเวลานานๆ ปริมาณไนโตรเจนซึ่งเป็นแหล่งโปรตีนในฟางปรุงแต่งจะลดลง ถ้าทิ้งไว้นานฟางจะยุ่ยและทำให้ความน่ากินลดลง การทำกองสูงมากๆ แอมโมเนียที่เกิดจากการสลายตัวของยูเรียจะกระจายไม่ทั่วกอง การทำกองสูงๆ อันตรายต่อผู้ปฏิบัติและยากต่อการนำไปใช้

อัตราของฟางต่อน้ำต่อปุ๋ยยูเรีย ฟาง/น้ำ/ปุ๋ยยูเรีย = 100/100/6

<u>อุปกรณ์ที่ใช้ในการปรุงแต่งฟางข้าว</u>

1. ตาชั่ง
2. บัวรดน้ำ
3. แผ่นพลาสติกใส บาง (พลาสติกในราคาถูกชนิดที่ใช้ทำเห็ดฟาง)
4. ฟางข้าวไม่ขึ้นราในที่นี้จะใช้ฟางอัดฟ่อนเพราะสะดวกในการทำและการนำไปใช้ จำนวน 16 ฟ่อน (โดยประมาณ ฟาง 1 ฟ่อน หนักประมาณ 20 กก. ฟาง 16 ฟ่อน หนักประมาณ 320 กก.)
5. ปุ๋ยยูเรียประมาณ 20 กก.
6. น้ำประมาณ 320 กก.
7. กระสอบหรือวัสดุอื่นสำหรับคลุมชั้นบนสุดเพื่อไม่ให้ฟางปรุงแต่งสัมผัสแดดโดยตรง

<u>วิธีทำฟางปรุงแต่ง</u>

แบ่งฟาง ยูเรีย และน้ำ ออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆ กัน คือ ฟางส่วนละ 8 ฟ่อน น้ำ 160 กก. และปุ๋ยยูเรีย 10 กก. เรียงฟาง 8 ฟ่อน แรกลงไปในบ่อก่อน โดยวางตั้งฟ่อนฟางขึ้น แกะลวดหรือเชือดที่มัดฟางออก(ไม่จำเป็นต้องกระจายฟาง) รดน้ำเปล่าที่ไม่ได้ผสมยูเรียประมาณ 60 กก. ให้ทั่วก่อน จากนั้นละลายปุ๋ยยูเรีย 10 กก. กับน้ำ 100 กก. นำไปรดฟางที่อยู่ในบล็อคให้ทั่ว การทำเช่นนี้จะช่วยให้ยูเรียกระจายไป ตามเส้นฟางอย่างทั่วถึง ส่วนฟางที่เหลือก็ทำในลักษณะเดียวกัน โดยวางซ้อนขึ้นไปด้านบนได้เลย เรียงฟางเต็มบ่อแล้ว ใช้พลาสติกใสคลุมด้านบน โดยวางพลาสติกให้เลื่อมกันและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหนี่ยบชายลงไปด้านข้างในบ่อให้เรียบร้อยเพื่อป้องกันการรั่วซึมของแอมโมเนีย คลุมด้วยกระสอบเพื่อไม่ให้กองฟางสัมผัสแดดโดยตรง ใช้ดินหรือวัตถุหนักๆ วางทับบนกระสอบไม่ให้ลมพัดกระสอบปลิว

การนำมาใช้ การปรุงแต่งคุณภาพฟางข้าวจะใช้เวลาประมาณ 3 สัปดาห์ จึงจะเริ่มเปิดมาใช้ได้ การเปิดกองก่อนกำหนดจะทำให้การปรุงแต่งไม่สมบูรณ์ วิธีการเปิดกองมาใช้จะเปิดจากทางด้านกว้างของบ่อ โดยนำวัสดุคลุมออกและเปิดพลาสติกพับตามขวาง นำฟางปรุงแต่งฟ่อนที่ติดอยู่ริมสุดทั้งชั้นบนและล่างออกมาใช้ก่อนตามปริมาณที่ต้องการในแต่ละวัน แล้วปิดพลาสติกและวัสดุคลุมตามเดิม ทำเช่นนี้ทุกวันจนกระทั่งหมดกองเริ่มเริ่มเปิดกองใหม่ต่อไป ฟางที่ปรุงแต่งคุณภาพแล้วเมื่อนำออกมาจากกองจะมีกลิ่นแอมโมเนียแรงมาก ซึ่งมีความน่ากินต่อโคน้อย จึงจำเป็นต้อง นำมาผึ่งในร่มให้หมดกลิ่นเสียก่อน โดยใช้เวลาประมาณ 2 - 3 ชั่วโมง ในตอนกลางวันหรืออาจจะเปิดบ่อในตอนค่ำและผึ่งฟางไว้ตลอดคืน รุ่งเช้าสามารถนำมาเลี้ยงโคได้เมื่อเปิดกองแล้วให้กินให้หมดภายใน 3 - 4 สัปดาห์

ประโยชน์ของการเลี้ยงโคด้วยฟางปรุงแต่ง

1. ฟางที่ปรุงแต่งจะมีความน่ากินต่อโคเทียบเท่าอาหารหยาบอย่างดี เช่น หญ้าแห้ง หญ้าสด หญ้าหมัก เพราะย่อยง่ายและรสชาติดี

2. ฟางที่ปรุงแต่งแล้วจะมีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ซึ่งเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญ เพิ่มขึ้นอีก 2.2 - 2.5 เท่า การย่อยได้เพิ่มขึ้น 8% และ มีคุณค่าทางอาหารทัดเทียมหญ้าแห้ง

3. ฟางปรุงแต่งมีราคาต่ำกว่าหญ้าแห้ง หรือหญ้าหมัก ทั้งยังทำได้ง่ายกว่า

4. การทำฟางปรุงแต่งเป็นการเก็บสำรองอาหารให้โคกินในฤดูแล้งซึ่งขาดแคลนหญ้า และทำให้โคมีการเจริญเติบโตลักษณะสมบูรณ์ สุขภาพดี เช่นเดียวกับช่วงฤดูฝนที่มีหญ้าอุดมสมบูรณ์ และนอกจากนี้โคจะเจริญเติบโตได้ดีเท่ากับเลี้ยงด้วยหญ้าสด หรือหญ้าแห้ง

5. การเลี้ยงโคด้วยฟางปรุงแต่งจะใช้ต้นทุนการผลิตต่อโค 1 ตัวต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับการเลี้ยงด้วยหญ้าสด หญ้าแห้ง หญ้าหมัก

6. การนำฟางข้าวมาปรุงแต่งคุณภาพเป็นทางเดียวที่เกษตรกรที่ไม่มีพื้นที่ปลูกสร้างแปลงหญ้า สามารถเก็บถนอมอาหารที่มีคุณภาพ ไว้ใช้ในฤดูแล้งได้ เพราะฟางเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรซึ่งอยู่ทั่วไปทุกพื้นที่ และราคาถูก

สิ่งจำเป็นในการเลี้ยงโคด้วยฟางปรุงแต่ง

1. โคทุกตัวควรได้รับอาหารข้นอย่างน้อยวันละ 1.5 กก. และได้รับแร่ธาตุอย่างพอเพียง

2. โคทุกตัวต้องได้รับวิตามินเอและอีเสริม โดยอาจจะได้จากหญ้าสด หรือใบกระถินสด วันละประมาณ 5 กก. หรือให้กินวิตามิน เอและอีกประมาณวันละ 1 ช้อนชา ต่อตัว หรืออาจจะฉีดวิตามินเอดีอี ให้ในอัตรา 5 ซีซี. ต่อตัวต่อเดือน

3. ต้องมีน้ำให้โคกินตลอดเวลา การขาดน้ำจะทำให้โคกินฟางปรุงแต่งลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ข้อควรระวัง</u>

1. ระวังอย่าให้พลาสติกที่คลุมมีรูหรือบ่อซีเมนต์แตกหรือมีรอยรั่ว
2. วิธีทำควรแยกทำทีละชั้น
3. ต้องละลายยูเรียกับน้ำให้เข้ากันให้ดีเสียก่อน
4. ไม่ใช้กับโคอายุต่ำกว่า 6 เดือน

ตารางที่ 2.5 แสดงส่วนประกอบโภชนะทางเคมีของฟางชนิดต่างๆ

โภชนะ	ฟางธรรมดา	ฟางหมักยูเรีย		ฟางราดสารละลายยูเรีย – กากน้ำตาล
		สด	แห้ง	
วัตถุแห้ง (DM)	90.0	57.0	90.0	63.48
โปรตีนรวม (CP)	2.76	4.99	7.88	7.02
เยื่อใย (CF)	38.13	21.11	33.33	-
เถ้า (Ash)	14.54	11.6	18.3	-
ไขมัน (EE)	2.00	3.09	4.88	1.92
คาร์โบไฮเดรต (NFE)	32.27	16.21	25.61	-
โภชนะย่อยได้ทั้งหมด (TDN)	40.2	28.22	44.55	-
โปรตีนย่อยได้ (DP)	0	2.69	4.24	-
การย่อยได้ของวัตถุแห้ง	50.0	68.56	53.0	51.94

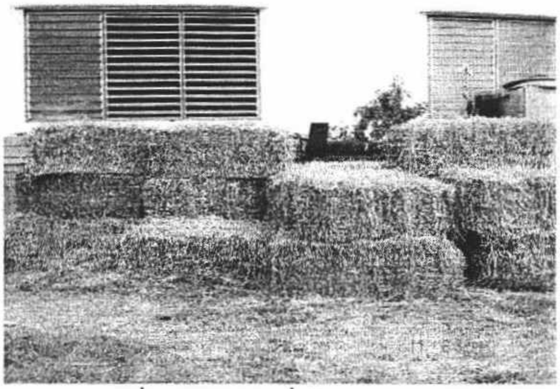
2.5 คุณสมบัติทางกายภาพของฟางข้าว

คุณสมบัติทางกายภาพของฟางข้าวที่ศึกษาได้แก่ ลักษณะทั่วไปของฟ่อนฟางข้าว มุมเสียดทานของฟ่อนฟางข้าวบนผิวโลหะเรียบ

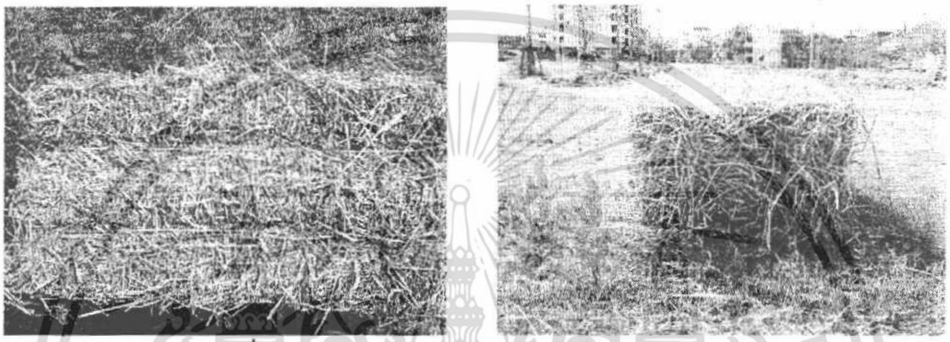
2.5.1 ลักษณะทั่วไปของฟ่อนฟางข้าว

ฟางข้าวที่ใช้ในการศึกษาถูกอัดเป็นฟ่อน มีมิติเฉลี่ยเป็น 35*49*90 เซนติเมตร น้ำหนักโดยเฉลี่ย 12.35 กิโลกรัม (ดังตารางในภาคผนวก) ความชื้นมาตราฐานเปียก 8.96% ฟางแต่ละฟ่อนประกอบด้วยชั้นฟางประมาณ 6 – 10 ชั้น โดยมีความหนาประมาณ 10 – 17 เซนติเมตร เป็นชั้นภาคตัดขวาง ซึ่งจะแยกกันภายในก้อนฟางเมื่อปลดเชือกมัดและหมุนพลิกไป 90° เชือกที่ใช้มัดเป็นเชือกเกลียวโดยมัดเป็น 2 แถว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 ฟ่อนฟางทั่วไปของเกษตรกร



ภาพที่ 2.4 และ 2.5 มิติด้านบนและด้านข้างของฟ่อนฟาง

2.5.2 มุมเสียดทานของฟ่อนฟางข้าวบนผิวโลหะเรียบ

ฟางที่ใช้ศึกษามีลักษณะเป็นฟางข้าวอัดฟ่อน สีเหลือง ลำต้นเล็ก มีมิติ (35*49*90 เซนติเมตร) น้ำหนักโดยเฉลี่ย 12.35 กิโลกรัม โดยการนำฟ่อนฟางมาวางบนผิวโลหะเรียบและค่อยๆ ยกแผ่นโลหะที่ปลายด้านหนึ่งให้เอียงทีละเล็กน้อย จนกระทั่งฟ่อนฟางเริ่มเคลื่อนที่ลงมาด้วยความเร็วค่อนข้างคงที่ วัดค่าความสูงและระยะฐานโดยใช้ลูกดิ่งช่วยในการวัด และคำนวณค่ามุดเสียดทานของฟ่อนฟางข้าวบนพื้นผิวโลหะเรียบ

จากการทดลอง 5 ครั้ง (ดังตารางในภาคผนวก) ค่าเฉลี่ยมุมเสียดทานของฟ่อนฟางบนผิวโลหะเรียบมีค่าเท่ากับ 19.77° หรือมีค่าประมาณ 20° กับแนวราบ

2.5.3 ความชื้นของฟางข้าว

<u>วิธีการทดลอง</u> :

นำฟางข้าวจำนวนหนึ่งมาหาค่าความชื้นโดยวิธีใช้ตู้อบ ด้วยการชั่งน้ำหนักฟางและภาชนะบรรจุที่แห้งก่อนอบ จากนั้นนำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 114 ชั่วโมง แล้วนำฟางในภาชนะบรรจุออกจากตู้อบใส่ลงในโถดูดความชื้นทิ้งไว้ให้เย็นจึงนำมาชั่งน้ำหนักภายหลังการอบ

ความชื้นมาตรฐานเปียกหรือความชื้นปกติ คำนวณได้จากสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$MC_w = 100\,(w - d\,)\,/\,w \qquad \text{.............................(1)}$$

และความชื้นมาตรฐานแห้ง คำนวณได้จากสูตร

$$MC_d = 100\,(w - d)\,/\,d \qquad \text{.............................(2)}$$

เมื่อ	MC_w	คือ	ความชื้นมาตรฐานเปียก , %
	MC_d	คือ	ความชื้นมาตรฐานแห้ง , %
	w	คือ	มวลของวัสดุ (ก่อนอบ) , g
	d	คือ	มวลของวัสดุแห้ง (หลังอบ) ,g

จากการทดลอง 5 ครั้ง (ดังตารางในภาคผนวก) ความชื้นมาตรฐานเปียก และ ความชื้นมาตรฐานแห้งของฟางข้าวมีค่าโดยเฉลี่ย 8.96 % และ 9.84% ตามลำดับ

2.6 การศึกษาเครื่องหั่นวัสดุเกษตรในประเทศ

จากการสำรวจการใช้เครื่องหั่นเศษต้นพืชลำต้นอ่อน พบว่า มีการใช้เครื่องจักรกลสำหรับหั่นต้นข้าวโพด หญ้าเลี้ยงสัตว์ และฟาง อยู่ 4 แบบ ซึ่งหลักการทำงานจะคล้ายคลึงกัน คือ กลไกสำคัญจะประกอบด้วย 2 ระบบ คือ ระบบหั่นตัด และ ระบบป้อน ส่วนรูปแบบ ตลอดจนประสิทธิภาพของการทำงานของแต่ละแบบจะแตกต่างกันไป ซึ่งสรุปได้ดังนี้

2.6.1 แบบพูเล่ย์ติดใบมีด

เครื่องหั่นแบบนี้เบื้องต้นพัฒนาและผลิตเพื่อใช้ในการหั่นต้นข้าวโพด และหญ้าสำหรับเลี้ยงสัตว์ มีโครงสร้างแบบง่ายๆ โดยระบบหั่นตัดใช้พูเล่ย์ร่องบี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 45.7 เซนติเมตร ซึ่งมีแกนเสริมลักษณะโค้งเชื่อมระหว่างขอบกับดุมเพลาพูเล่ย์ จำนวน 4 แกน มีใบมีดโค้งหนาประมาณ 3 มม. ติดบนแกนเสริม 2 ใบ ในตำแหน่งห่างกัน 180 องศา ชุดใบมีดนี้จะหมุนหั่นตัดต้นพืชที่เคลื่อนที่เข้ามาด้วยระบบป้อนตรงบริเวณโครงเครื่องที่ติดใบมีดรับอยู่กับที่ในลักษณะคล้ายเขียงของการหั่นตัด ส่วนระบบป้อนประกอบด้วยลูกกลิ้งทรงกระบอก 2 อัน ผิวรอบๆ มีปุ่มเหล็กลักษณะเป็นฟันแหลมหมุนสวนทางกัน ไม่สามารถปรับระยะห่างและความเร็วของลูกกลิ้งได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.6

จากข้อมูลผู้ผลิต ต้องใช้เครื่องยนต์ 3 แรงม้า หรือ มอเตอร์ไฟฟ้า 1.5 แรงม้า ความเร็วพูเลย์ติดใบมีดประมาณ 400-500 รอบต่อนาที อัตราการหั่นต้นข้าวโพด หรือหญ้า 1-2 ตัน/ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของเครื่องรุ่นนี้

ระบบกลไกแบบง่าย ไม่ต้องมีการดูแลบำรุงรักษามาก ราคาถูก คือ เครื่องละประมาณ 5,000 บาท โดยไม่รวมเครื่องต้นกำลัง ซึ่งอยู่ในระดับที่เกษตรกรที่มีอาชีพเลี้ยงสัตว์ทั่วไปสามารถหาซื้อไว้ใช้งานได้

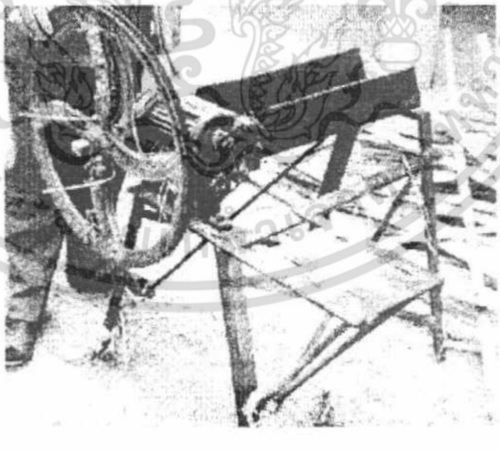
ข้อเสียของเครื่องรุ่นนี้

1. เนื่องจากใบมีดตัดมีลักษณะโค้งทำให้เกิดการตวัดเข้าหาศูนย์กลางของเพลาพูเล่ย์ ในกรณีที่ใช้ตัดต้นที่มีเปลือกนอกแข็งและมีลำต้นขนาดใหญ่ เช่นต้นข้าวโพด สามารถใช้งานได้ แต่ในกรณีที่ใช้ตัดหญ้าเลี้ยงสัตว์ หรือ ฟาง ซึ่งมีลำต้นขนาดเล็ก ใบมีดหั่นตัดและใบมีดรับไม่คม หรือมีระยะห่างกันเกินไป จะไม่สามารถตัดหั่นหญ้าและฟางข้าวให้ขาดจากกันได้ ทำให้เกิดแรงกระชาก ซึ่งนอกจากจะทำให้ฟางข้าวที่หั่นได้มีขนาดความยาวที่ไม่แน่นอนแล้ว หญ้าหรือฟางที่ตัดหั่นไม่ขาดยังถูกหมุนไปพันที่แกนเพลา และสะสมเพิ่มขึ้นจนเครื่องไม่สามารถทำงานต่อไปได้ สำหรับฟางอัดฟ่อน ระบบใบมีดหั่นตัดของเครื่องหั่นแบบนี้จะไม่สามารถหั่นตัดได้

2. ไม่สามารถหาระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งป้อนให้เหมาะสมกับขนาดของวัสดุที่จะทำการหั่นตัด การป้อนฟางอัดฟ่อน จึงต้องมีการฉีกแยกกระจายฟางที่อัดเป็นก้อนก่อนให้เป็นชิ้นเล็กๆ ทำให้ต้องใช้แรงงานและเวลาในการทำงานมาก

3. สภาพของการทำงานของเครื่องมีความปลอดภัยต่ำ เนื่องจากชุดใบมีดหั่นตัดไม่มีฝาครอบเครื่องป้องกันอันตรายจากการใช้งาน

ดังนั้นสรุปได้ว่า เครื่องหั่นแบบพูเล่ย์ติดใบมีด ไม่เหมาะสมที่จะใช้หั่นฟางข้าว



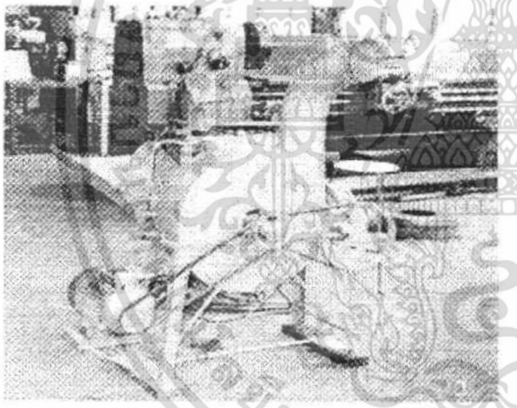
ภาพที่ 2.6 เครื่องหั่นแบบพูเล่ย์ติดใบมีด

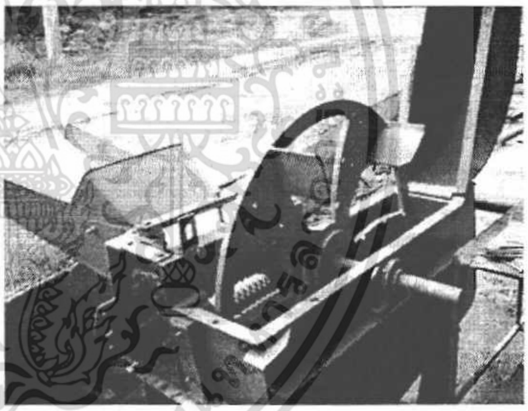
2.6.2 แบบดุมใบพัดติดใบมีด

ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการหั่นหญ้าเลี้ยงสัตว์ โดยระบบหั่นตัดนั้นประกอบด้วย ดุมเหล็กหล่อซึ่งด้านหนึ่งเป็นจานวงแหวน ซึ่งมีปีกเหล็กยื่นออกตั้งฉากกับหน้าจาน ทำหน้าที่เหมือนใบพัด อีกด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนึ่งของปีกเหล็กแต่ละอันจะมีแผ่นเหล็กวางขนานกับจานวงแหวน ซึ่งมีปีกเหล็กยื่นออกตั้งฉากกับหน้าจาน จำนวน 2 ใบ ห่างกันประมาณ 180 องศาทำหน้าที่เหมือนใบพัด อีกด้านหนึ่งของปีกเหล็กแต่ละอัน จะมีแผ่นเหล็กขนานกับจานวงแหวน โดยมีใบมีดติดอยู่บนเหล็กแผ่นนี้ แผ่นละ 1 ใบ ส่วนใบมีดรับจะติดตั้งอยู่บนโครงเครื่อง ขนานกับแนวเส้นผ่าศูนย์กลางของดุมใบมีด โดยชุดดุมใบมีดนี้จะมีฝาครอบด้านบน ข้างหนึ่งของฝาครอบบนจะมีช่องทางออกให้วัสดุที่ถูกหั่นตัดแล้วถูกใบพัดดุมใบมีดพัดเป่าออกมา โดยปล่องทางออกนี้สามารถหมุนปรับทิศทางของการเป่าทิ้งได้ตามความต้องการ สำหรับระบบป้อนนั้นจะรับการถ่ายทอดกำลังผ่านสายพานจากเครื่องต้นกำลัง เข้าสู่ชุดเฟืองเกียร์ขับเคลื่อน 4 ตัว ซึ่งแต่ละตัวสามารถเปลี่ยนสลับกันได้ เพื่อปรับอัตราทดความเร็วระหว่างใบมีดกับชุดป้อน ทำให้สามารถปรับขนาดความยาวของการตัดได้ตามต้องการ ชุดเฟืองเกียร์นี้จะส่งกำลังไปยังลูกกลิ้งป้อนต้นพืช โดยผ่านห้องเฟืองเกียร์บังคับการหมุนของลูกกลิ้ง คือ สามารถให้ลูกกลิ้งหยุดหมุนในขณะที่ดุมใบมีดหมุนอยู่ หรือว่าหมุนเดินหน้าและถอยหลังได้ในกรณีเกิดการติดขัดที่ระบบป้อน ลูกกลิ้งป้อนของเครื่องแบบนี้จะเป็นทรงกระบอก มีปุ่มฟันโดยรอบ จำนวน 2 อัน หมุนสวนทางกัน โดยลูกกลิ้งอันบนสามารถปรับเลื่อนได้โดยการควบคุมของสปริง เพื่อให้เกิดการปรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งให้เหมาะสมกับขนาดของวัสดุที่จะหั่นตัดดังแสดงในภาพที่ 2.7 และ 2.8





ภาพที่ 2.7 และ 2.8 เครื่องหั่นแบบดุมใบพัดติดใบมีด

ข้อดีของเครื่องรุ่นนี้

สามารถปรับความยาวของการหั่นตัดได้ตามความต้องการ เพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการที่จะนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการใช้เลี้ยงสัตว์

ข้อเสียของเครื่องรุ่นนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีกลไกยุ่งยากสลับซับซ้อน ต้องใช้ความละเอียดและความประณีตเที่ยงตรงสูงในการผลิต ทำให้ราคาแพง (ประมาณเครื่องละ 35,000 - 40,000 บาท โดยไม่รวมเครื่องต้นกำลัง) นอกจากนี้แล้วเครื่องดังกล่าวยังมีข้อจำกัดในการใช้หั่นฟางทั่วไปด้วย

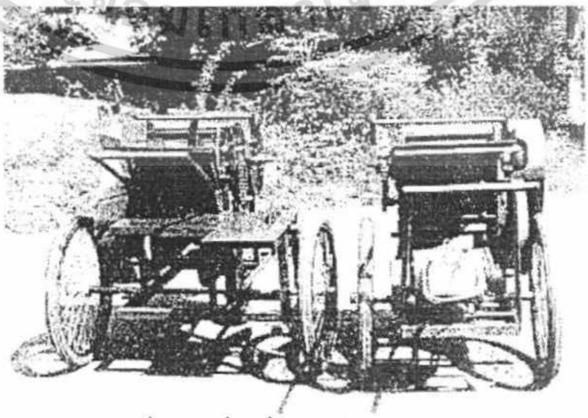
ดังนั้นสรุปได้ว่าไม่เหมาะสมที่จะพัฒนาเครื่องหั่นแบบนี้สำหรับใช้หั่นฟาง

2.6.3 แบบชุดใบมีดทรงกระบอก

เครื่องหั่นแบบนี้พัฒนาโดยภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน (ภาพที่ 2.9) โดยระบบหั่นตัดประกอบด้วย โครงชุดใบมีด ซึ่งมีลักษณะเป็นทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 240 มม. และชุดยึดใบมีด ประกอบติดอยู่บนโครงทรงกระบอก ใ นลักษณะเอียงทำมุม 10 องศา ชุดใบมีดนี้ประกอบด้วยใบมีด 6 ใบ วางรอบโครง โดยมีระยะห่างระหว่างใบมีดเท่ากัน และมีใบมีดรับ 1 ใบ ติดตั้งอยู่กับโครงเครื่อง เอียงทำมุม 43 องศา กับระนาบแนวราบ

ในการทำงาน ทรงกระบอกติดใบมีดจะหมุนหั่นตัดวัสดุที่ถูกป้อนเข้ามาพาดบนใบมีดรับที่ตั้งอยู่กับที่ สำหรับระบบป้อนนั้น ประกอบด้วยลูกกลิ้ง 2 ชุดๆ ละ 2 อัน ขนาดไม่เท่ากัน ลูกบนจะมีขนาดใหญ่กว่า คือ มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 76 มม. ในขณะที่ลูกล่างมีเส้นผ่าศูนย์กลางเพียง 57 มม. ลูกกลิ้งทั้ง 2 อัน มีขนาดเท่ากัน คือ ยาว 380 มม. ภายหลังได้มีการปรับปรุงลดขนาดลงเหลือ 300 มม. และจะหมุนสวนทางกัน เพื่อดึง-ผลักวัสดุเข้าสู่เครื่อง ลูกกลิ้งแต่ละชุดทำด้วยวัสดุแตกต่างกัน คือ ชุดหนึ่งทำด้วยยางสำหรับใช้กับฟางข้าว อีกชุดหนึ่งทำด้วยเหล็กสำหรับใช้กับพืชอาหารสัตว์สดที่มีคุณสมบัติค่อนข้างแข็ง สำหรับลูกกลิ้งเหล็กนั้นที่ผิวจะเซาะเป็นร่องตามความของลูกกลิ้ง ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งทั้งสองจะปรับขนาดได้อย่างอัตโนมัติตามขนาดของวัสดุที่กำลังหั่นตัด

จากรายงานผลการทดสอบสมรรถนะการทำงานระยะสั้นพบว่า สามารถหั่นตัดฟางที่ผ่านการอัดฟ่อนมาแล้วได้ชั่วโมงละ 82.2 กิโลกรัม ที่ความเร็วรอบชุดใบมีด 203 รอบต่อนาที



ภาพที่ 2.9 เครื่องหั่นแบบใบมีดทรงกระบอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 แบบใบมีดไขว้

เครื่องหั่นแบบนี้พัฒนาจากต่างประเทศเพื่อหั่นฟางข้าว โดยศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ได้จัดซื้อไว้ใช้เพื่อหั่นฟางในงานวิจัยการเพาะเห็ด (ภาพที่ 2.10) เครื่องหั่นแบบนี้เป็นการผสมผสานระหว่างเครื่องแบบดุมใบพัด กับแบบทรงกระบอก โดยชุดใบมีดหั่นตัดประกอบด้วยเหล็กแผ่นโครงหลัก จะวางเยื้องไขว้และเชื่อมติดเป็นชิ้นส่วนเดียวกันด้วยเหล็กแผ่น ซึ่งด้านหนึ่งไสเป็นมุมคมตามด้านยาวทำมุม 45 องศา วางขวางในระนาบของส่วนยาวสุดของด้านกว้างของเหล็กโครงหลัก บนเหล็กแผ่นเชื่อมขวางนี้จะเจาะร่อง 3 ร่อง ตามด้านยาวของเหล็กเพื่อเป็นที่ยึดใบมีด และสามารถปรับแต่งตำแหน่งของใบมีด

ใบมีดรับมีลักษณะแตกต่างกับเครื่องหั่นแบบอื่น ที่ได้กล่าวมาแล้ว กล่าวคือ ปลายคมของใบมีดรับโดยทั่วไปจะเป็นแนวเส้นตรง แต่ปลายคมของใบมีดรับของเครื่องหั่นแบบนี้จะแอ่นเป็นส่วนโค้งเข้าหาแนวกึ่งกลางของใบมีดรับ เพื่อให้รับสอดคล้องกับปลายคมใบมีดหั่นตัด ใต้เหล็กโครงยึดใบมีดมีเหล็กแผ่นอีก 1 แผ่น เชื่อมติดอยู่กับเหล็กโครงหลักและเหล็กโครงยึดใบมีด ในลักษณะทำมุมประมาณ 90 องศา กับระนาบ ช่วยเสริมความแข็งแรงให้กับโครงใบมีดหั่นตัด และทำหน้าที่เป็นใบพัดในขณะที่ชุดใบมีดหั่นตัดหมุนทำงาน เป่าฟางที่ถูกหั่นแล้วออกจากเครื่องทางด้านหน้า ด้านหนึ่งของแกนเพลาชุดใบมีดหั่นตัดจะมีพูเล่ย์ติดอยู่เพื่อรับการถ่ายทอดกำลังจากเครื่องต้นกำลังด้วยสายพาน ส่วนปลายแกนเพลาด้านตรงข้ามจะมีล้อช่วยแรง (Fly wheel) ติดตั้งอยู่

ระบบป้อน ประกอบด้วย ลูกกลิ้ง 2 อัน เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 90 มม. ลูกกลิ้งบนจะมีสันนูนสี่เหลี่ยม ขนาดความกว้างประมาณ 15 มม. ตามความยาวของลูกกลิ้ง จำนวน 6 แถว ส่วนลูกล่างนั้นจะมีผิวเรียบตลอด ลูกกลิ้งทั้ง 2 อัน จะหมุนสวนทางกัน ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งจะเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับขนาดความหนาของวัสดุที่ป้อน ทำให้วัสดุถูกกดยึดอย่างมั่นคงอย่างอัตโนมัติ ซึ่งจะทำให้เกิดการหั่นตัดอย่างมีประสิทธิภาพตลอดเวลา

ภาพที่ 2.10 เครื่องหั่นแบบใบมีดไขว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของเครื่องรุ่นนี้

1. สามารถหั่นฟางได้ทั้งฟางเรียงมัดกำ และฟางอัดฟ่อน ระบบกลไกต่างๆของเครื่องไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากนัก สามารถผลิตโดยโรงงานเอกชนภายในประเทศได้

2. ออกแบบสร้างให้เครื่องตั้งอยู่บนโครงที่แข็งแรง มีล้อใหญ่ขนาดล้อรถยนต์ 4 ล้อ สามารถเคลื่อนย้ายไปปฏิบัติในที่ต่างๆได้สะดวก

ข้อเสียของเครื่องรุ่นนี้

1. ฟางที่ถูกหั่นแล้วถูกพ่นกระจายมาก ยุ่งยากต่อการเก็บรวบรวม จนต้องเจาะรูโครงขอบด้านล่างของชุดใบมีดหั่นตัด เพื่อต่อสายยางให้มีน้ำไหลเข้าไปขังอยู่ข้างใน ฟางที่ถูกหั่นแล้วก็จะถูกใบพัดพาให้จุ่มน้ำก่อนถูกเป่าออกจากเครื่องโดยไม่ฟุ้งกระจายจนเกินไป เนื่องจากน้ำหนักเพิ่มขึ้นจากการจุ่มน้ำ ในลักษณะเช่นนี้นอกจากจะทำให้เกิดความยุ่งยากและมีข้อจำกัดในการใช้งานแล้ว ยังทำให้เครื่องสึกกร่อนเสียหายเร็ว และต้องใช้พลังงานในการใช้งานเพิ่มมากขึ้นด้วย ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องเพิ่มขึ้นด้วย

2. ฟางท่อนที่ได้มีขนาดยาวเกินไป จากการเปลี่ยนอัตราทดรอบความเร็วของการป้อน โดยการสลับเฟืองเกียร์ทดรอบระหว่างชุดใบมีดหั่นตัดกับลูกกลิ้งป้อน ทำให้ความเร็วของลูกกลิ้งป้อนอันล่างอยู่ระหว่าง 110 -140 รอบต่อนาที ลดลงเกือบ 5 เท่า ฟางที่หั่นได้จะสั้นลงกว่าเดิมประมาณ 5 เท่า แต่ฟางท่อนก็ยังฟุ้งกระจายก่อความยุ่งยากในการเก็บรวบรวม

3. หน้ากว้างของการหั่นตัดของเครื่องมีขนาด 33 ซม. แคบเกินไปสำหรบฟางอัดฟ่อน ซึ่งมีขนาด 36 x 46 ซม. ทำให้ต้องฉีกดึงแยกฟางให้มีขนาดเล็กลงกว่าหน้าตัด เพื่อให้สามารถป้อนเข้าเครื่องได้ ทำให้เสียเวลาและแรงงานมาก

2.7 การศึกษาเครื่องหั่นฟางในต่างประเทศ

ผลิตโดย Greenheyes fram ใช้สำหรับหั่นฟางและพ่นออกไปปูพื้นคอกสัตว์เพื่อให้แห้งและสะอาด ตัวเครื่องติดตั้งอยู่หลังแทรกเตอร์เพื่อความสะดวกในการเข้าทำงานในพื้นที่ ใช้ต้นกำลังจากเพลา PTO สามารถหั่นฟางได้ทีละ 1 ฟ่อน เพื่อความสะดวกในการทำงานจึงออกแบบให้มีส่วนบรรทุกฟางฟ่อนที่ส่วนท้ายของเครื่องโดยสามารถบรรทุกได้ 4 ฟ่อน ในระหว่างการทำงานเครื่องจะถูกยกให้พ้นจากพื้นโดยระบบไฮดรอลิกของแทรกเตอร์ ดังแสดงในภาพที่ 2.11

ภาพที่ 2.11 เครื่องหั่นฟางสำหรับใช้ปูพื้นคอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่อง

2.8.1 อัตราทด (Velocity ratio) m_{ω}

ใช้ในการออกแบบชุดถ่ายทอดกำลัง คืออัตราส่วนระหว่างความเร็วเชิงมุมของเฟืองขับต่อความเร็วเชิงมุมของเฟืองตาม ถ้าให้ “1” และ “2” แทนเฟืองขับและเฟืองตาม ตามลำดับ จากความรู้ทางด้านกลศาสตร์จะได้ว่า

$$m_{\omega} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{N_2}{N_1} \qquad \text{...(3)}$$

โดยที่ ω = ความเร็วเชิงมุม, rad/s

n = ความเร็วรอบ, rpm

d = เส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์, mm หรือ in

N = จำนวนฟัน

2.8.2 การคำนวณสมรรถนะการทำงานของเครื่องสับ (Capacity of cut)

$$\text{สมรรถนะการสับ (กิโลกรัม/ชั่วโมง)} = \frac{\text{ปริมาณฟางที่สับได้ (กรัม) x 60}}{\text{1000 x เวลา(นาที)}} \qquad \text{.....................(4)}$$

2.8.3 ความต้องการกำลัง (Power requlrement)

$$\text{ความต้องการกำลัง(วัตต์)} = \frac{\text{2¶ x T (นิวตัน-เมตร) x N (รอบ/นาที)}}{60} \qquad \text{.......................(5)}$$

2.8.4 การคำนวณความชื้นของวัสดุ (MOISTURE CONTENT WET BASUS - %)

$$\text{MC (\% w.b.)} = \frac{\text{Wt of wet material – Wt of dry materal x 100}}{\text{Wt of wet material}} \qquad \text{..............................(6)}$$

2.8.5 การคำนวณการทดความเร็วรอบของล้อสายพาน

SH – i x D – i = SH –L x D – L

อัตราทด (ratio) = SH – i / SH – L หรือ

= D – L / D – i ....(7)

กำหนดให้

SH – i = ความเร็วรอบของล้อสายพานขับ , รอบ/นาที

D – i = เส้นผ่านศูนย์กลางของสายพานขับ , มิลลิเมตร หรือ นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SH – L = ความเร็วรอบของล้อสายพานตาม , รอบ/นาที

D – L = เส้นผ่านศูนย์กลางของล้อสายพานตาม , มิลลิเมตร หรือนิ้ว

2.8.6 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การเก็บฟางไม่หมด

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเก็บฟางไม่หมด (\%) (Percent loss)} = \frac{\text{น้ำหนักของฟางที่ไม่ถูกเก็บ(กิโลกรัม)}}{\text{น้ำหนักของฟางทั้งหมด(กิโลกรัม)}} \times 100 \quad \text{........(8)}$$

2.8.7 การคำนวณสมรรถนะเชิงวัสดุ (Material Capacity)

$$\text{สมรรถนะเชิงวัสดุ(กก./ชม.)} = \frac{\text{น้ำหนักของฟางที่สับได้(กก.)}}{\text{เวลาที่ใช้(ชม.)}} \quad \text{........(9)}$$

2.8.8 การออกแบบเพลาตัน

ใช้ทฤษฎีการออกแบบเพลาตันตามโค้ดของ ASME วิธีการดังกล่าวนี้ใช้ทฤษฎีความเค้นสูงสุด และไม่พิจารณาถึงความล้าหรือความเค้นหนาแน่นที่เกิดขึ้นบนเพลา ซึ่งเป็นการออกแบบโดยวิธีสถิตยศาสตร์

เพลาส่วนมากจะอยู่ภายใต้ความเค้นที่เป็นวัฏจักร ทั้งนี้เพราะเพลาหมุนอยู่ตลอดเวลา นอกจากนั้นแรงที่กระทำยังอาจจะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาก็ได้ ดังนั้นเพลาจึงเกิดความเสียหายเนื่องมาจากความล้าเป็นส่วนใหญ่ สำหรับวิธีการคำนวณของ ASME ใช้วิธีการแบบสถิตยศาสตร์ ดังนั้นจึงต้องมีตัวประกอบความล้า (fatigue factor) มาเกี่ยวข้องด้วย

ความเค้นดึงหรือกด $\sigma_a = \dfrac{4F}{\pi\left(d^2\right)}$ ....(10)

ความเค้นดัด $\sigma_b = \dfrac{32C_m Md}{\pi\left(d^4\right)}$ ....(11)

ความเค้นเฉือน $\tau_{xy} = \dfrac{16C_t Td}{\pi\left(d^4\right)}$ ....(12)

ความเค้นกดหรือความเค้นดึงรวมคือ $\sigma = \sigma_a + \sigma_b$ ....(13)

(ในกรณีนี้ไม่มีแรงกระทำในแนวแกน ดังนั้น $\sigma_a = 0$)

จากทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด

$$\tau = \left[\tau^2_{xy} + \left[\frac{\sigma}{2}\right]^2\right]^{1/2} \quad \text{........(14)}$$

ถ้าให้ C_m = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการดัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C_t = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด

แทนค่าสมการที่ (1), (2), (3) และ (4) ลงในสมการที่ (5) แล้วจัดรูปใหม่จะได้ว่า

$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau}\left[(C_t T)^2 + (C_m M)^2\right]^{1/2} \qquad \text{.....(15)}$$

ค่าตัวประกอบความล้าสามารถเลือกใช้ตามลักษณะของแรงที่มากระทำ ซึ่งหาดูได้จากตารางที่ 6

2.8.9 การคำนวณหาขนาดสายพานแบน

การเลือกขนาดของสายพานในทางปฏิบัตินั้นมักจะเลือกจากกำลังงานที่แก้ไข (corrected power) ซึ่งหาได้จากสมการ

$$P = W_p \times N_s \times \frac{1}{N_a} \qquad \text{.....(16)}$$

โดยที่

P = กำลังงานที่แก้ไข

W_p = กำลังงานที่ต้องการส่ง

N_s = ตัวประกอบใช้งาน หาค่าได้จากตารางที่ 9

N_a = ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส หาค่าได้จากตารางที่ 11 จากนั้นจึงคำนวณหาความกว้างของสายพานได้จากสมการ

$$b = \frac{25P}{P_0} \qquad \text{.....(17)}$$

โดยที่

P_0 = กำลังงานที่สายพานกว้าง 25 mm ส่งได้ หาค่าได้จากตารางที่ 8

b = ความกว้างสายพาน

การคำนวณหามุมสัมผัส α และความยาวของสายพาน L ในแต่ละกรณีทำได้โดยใช้สมการดังต่อไปนี้

สำหรับการขับแบบ open drive

$$\alpha_1 = \pi - 2\sin^{-1}\left(\frac{D-d}{2C}\right) \qquad \text{.....(18)}$$

$$\alpha_2 = \pi + 2\sin^{-1}\left(\frac{D-d}{2C}\right) \qquad \text{.....(19)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$L = \left(4C^2 - (D-d)^2\right)^{1/2} + \frac{1}{2}\left(D\alpha_1 + d\alpha_2\right) \quad \text{.....................(20)}$$

โดยที่

α = มุมสัมผัส (angle of contact) เป็น rad

L = ความยาวของสายพาน

C = ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของล้อขับ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการสร้าง

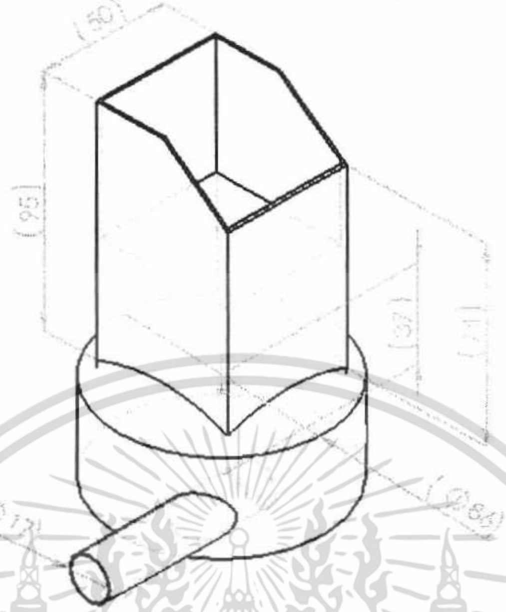
ทำการออกแบบและสร้างเครื่องหั่นแบบใหม่เพื่อขจัดปัญหาการหั่นฟางของเครื่องหั่นแบบเดิมคือเกษตรกรต้องทำการแยกฟางออกแล้วจึงค่อยทำการป้อน ซึ่งทำให้การทำงานเกิดความล่าช้า และสิ้นเปลืองแรงงาน ซึ่งส่วนประกอบของเครื่องที่ทำการออกแบบและสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

3.1 ถังบรรจุฟ่อนฟาง

มีลักษณะเป็นถังโลหะสี่เหลี่ยมโดยออกแบบให้สามารถบรรจุฟ่อนฟางที่มีจำหน่ายในท้องตลาด คือมีลักษณะเป็นลูกบาศก์สี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 50 ซม. ยาว 55 ซม. สูง 95 ซม. ปากถังอยู่ที่ส่วนบนหันออกมาทางด้านข้างเพื่อความสะดวกในการใส่ฟ่อนฟางให้มีทิศตั้งฉากกับการวางตัวของใบมีด ที่ส่วนล่างเป็นถังกลมมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 86 ซม. สูง 37 ซม. ด้านหน้าของถังมีปล่องลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 17 ซม. เพื่อใช้เป็นช่องทางออกของฟางที่หั่นแล้ว ซึ่งปล่องลมนี้จะสามารถใช้สายยางสวมใส่ได้ ทำให้การพ่นไปเก็บในพื้นที่ทำได้ง่ายขึ้นและยังทำให้ฟางที่หั่นแล้วไม่ฟุ้งกระจายจากการเป่าด้วยลม ได้อีกด้วย ถังบรรจุฟ่อนฟางนี้จะออกแบบให้สามารถเปิดปิดได้ทำให้การดูแลรักษาทำได้สะดวก

ภาพที่ 3.1 ถังบรรจุฟ่อนฟาง

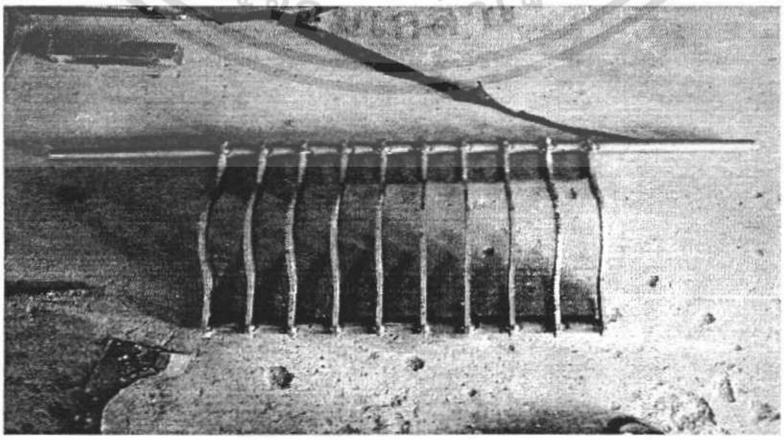
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 แสดงแบบถังบรรจุฟ่อนฟาง

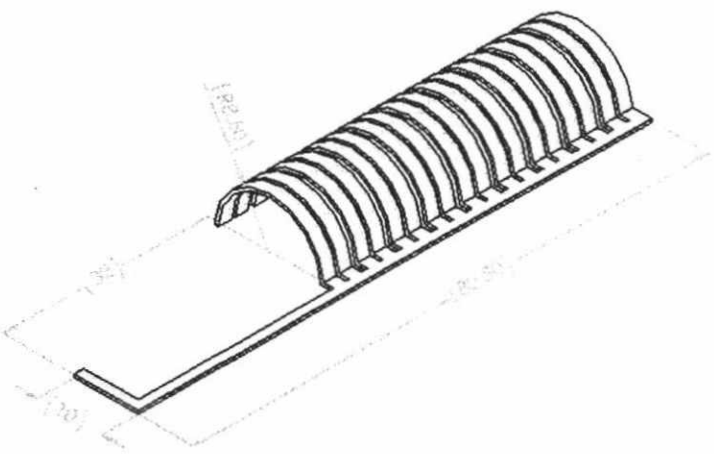
3.2 ตะแกรงป้องกันการกระแทก

เป็นตะแกรงโลหะที่มีขนาดความยาว 50 ซม. ครอบคลุมตลอดความยาวของชุดใบมีดเป็นรูปทรงครึ่งวงกลมที่มีรัศมี 8.50 ซม. เท่ากับเพลาของใบมีด ติดตั้งอยู่เหนือชุดใบมีดทำหน้าที่ป้องกันการกระแทกที่เกิดกับชุดใบมีดอันเนื่องมาจากการบรรจุฟ่อนฟาง ตะแกรงจะมีช่องวางที่ตำแหน่งของใบมีดเพื่อให้ใบมีดโผล่พ้นออกมาหั่นฟ่อนฟางได้



ภาพที่ 3.3 ตะแกรงป้องกันการกระแทก

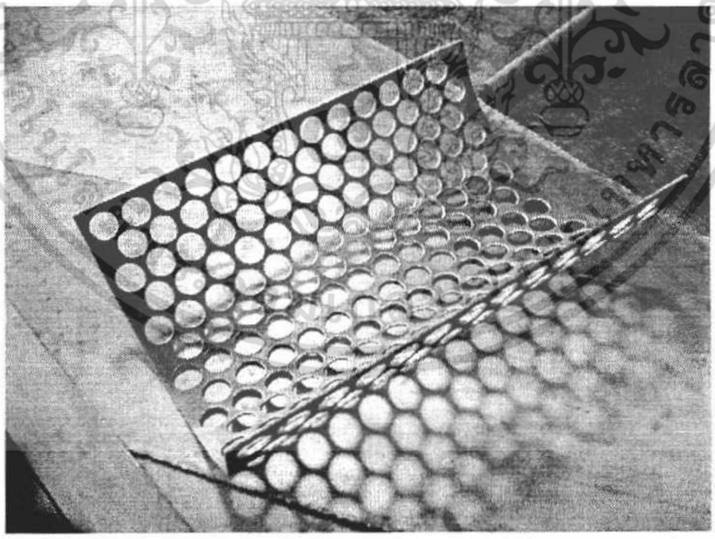
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 แสดงแบบตะแกรงป้องกันการกระแทก

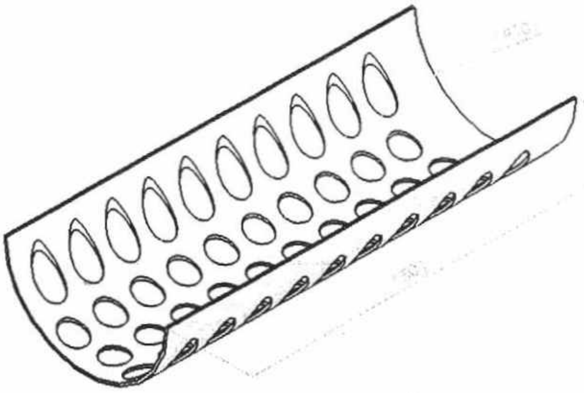
3.3 ตะแกรงกำหนดขนาดเส้นฟาง

เป็นตะแกรงโลหะที่มีความยาว 50 ซม. ครอบคลุมตลอดความยาวของชุดใบมีดเป็นรูปทรงครึ่งวงกลม ติดตั้งอยู่ใต้ชุดใบมีดเพื่อรองรับเส้นฟางที่ตกลงมา ทำการเจาะรูที่ตะแกรงให้มีขนาด 5 ซม. ตามความยาวของเส้นฟางที่ต้องการ ถ้าเส้นฟางที่ตกลงมามีความยาวมากกว่าขนาดของรูตะแกรง เส้นฟางจะไม่สามารถผ่านไปได้



ภาพที่ 3.5 ตะแกรงกำหนดขนาดเส้นฟาง

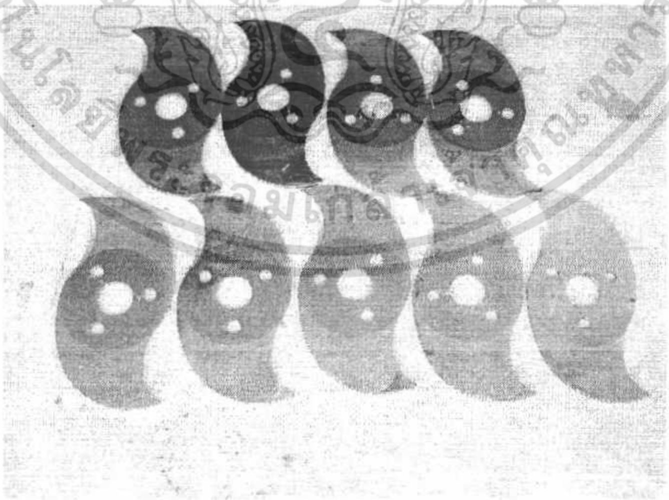
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.6 แสดงแบบตะแกรงกำหนดขนาดเส้นฟาง

3.4 ชุดใบมีด

เป็นใบมีดทำจากโลหะมีลักษณะเป็นรูปตัว s ส่วนปลายจะมีลักษณะเป็นรูปส่วนโค้งและทำให้มีคมตัดด้วยการเจียระไนในส่วนปลาย มีจำนวนใบมีดทั้งหมด 9 ใบมีด เพื่อกำหนดให้ความยาวของฟางที่หั่นในขั้นแรกมีความยาว 5 เซนติเมตร เจาะรูเพื่อยึดน๊อตติดตั้งเข้ากับหน้าแปลนใบมีด โดยทำการเจาะรูแรกของทุกๆใบให้ห่างเอียงกัน40องศา เพื่อให้เกิดการกินงานแบบเกลียว และเจาะรูตรงกลางเพื่อใช้สำหรับติดตั้งเข้ากับเพลาเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 ซ.ม. โดยติดตั้งให้ใบมีดโผล่พ้นช่องวางของตะแกรงป้องกันการกระแทก เพื่อให้ใบมีดทำการหั่นฟ่อนฟางได้

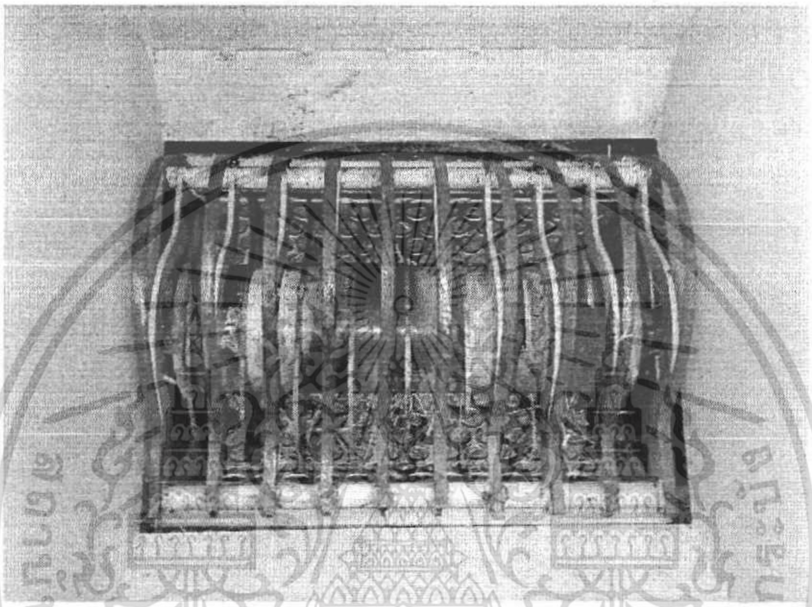


ภาพที่ 3.7 ชุดใบมีด

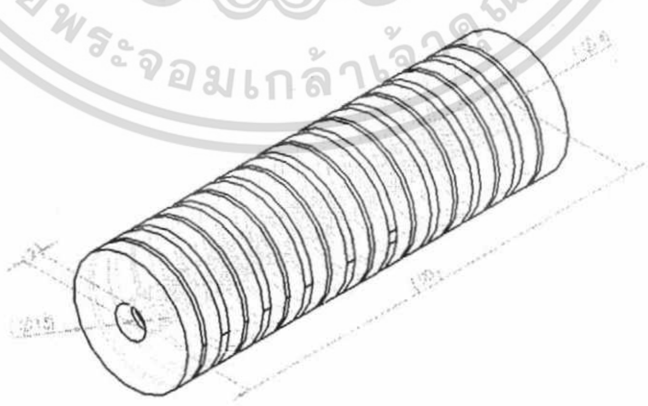
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ชุดหน้าแปลนใบมีด

มีลักษณะเป็นหน้าแปลนเจาะรูเพื่อติดตั้งใบมีดประกบทั้งสองด้านและมีรูตรงกลางไว้สำหรับติดตั้งกับเพลาเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 ซ.ม. โดยมีความยาวตลอดชุดใบมีด 50 ซม. ติดตั้งอยู่บนเพลาหมุนที่ได้รับการถ่ายทอดกำลังจากเครื่องต้นกำลัง หน้าแปลนที่ใช้เป็นโลหะตันเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. หนา 2 ซม.



ภาพที่ 3.8 ชุดหน้าแปลนใบมีด

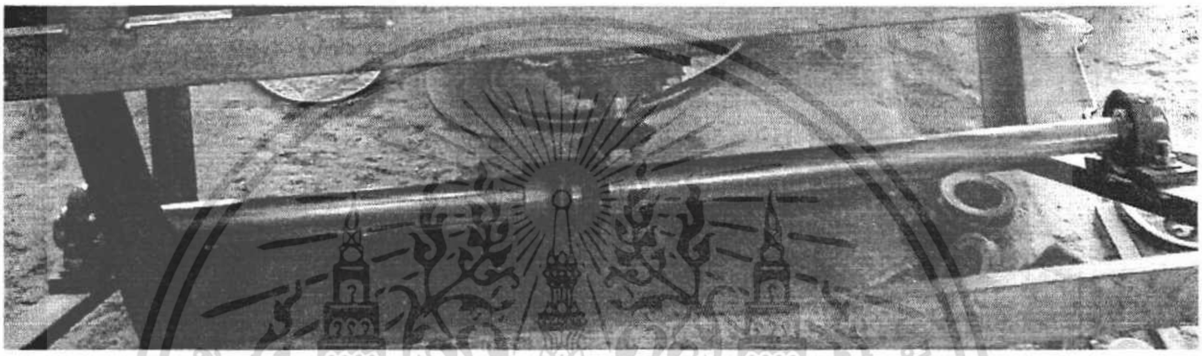


ภาพที่ 3.9 แสดงแบบชุดหน้าแปลนใบมีด

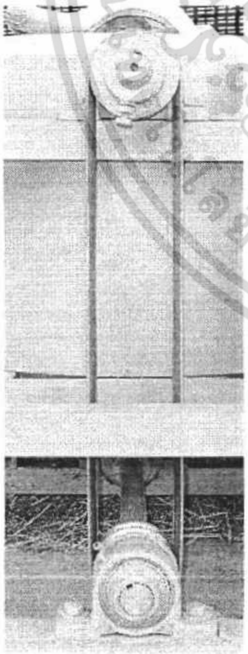
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ชุดส่งกำลังและใบพัด

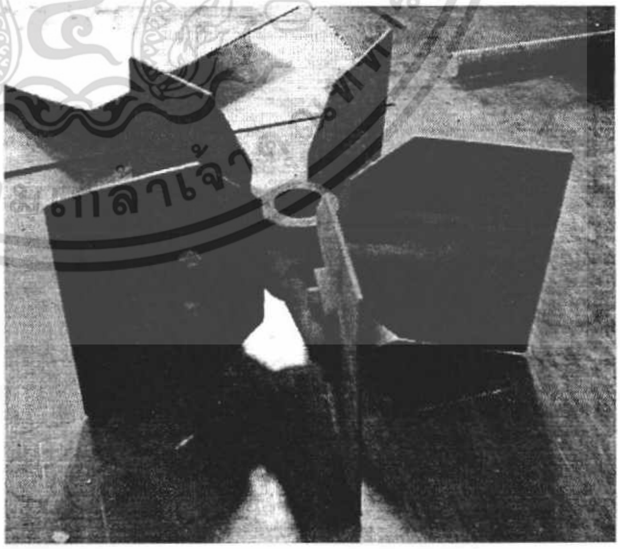
ประกอบด้วย ต้นกำลัง เพลาสำหรับติดตั้งชุดใบมีดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 ซม. ยาว 90 ซม. เฟืองตรง เฟืองดอกจอกและใบพัด ทั้งนี้ต้นกำลังจะสามารถเปลี่ยนเป็น เครื่องยนต์หรือใช้กำลังจากเพลา PTO ของรถแทรกเตอร์ก็ได้ การออกแบบต้องคำนึงถึง อัตราการถ่ายทอดกำลังไปยังชุดใบมีดทำให้ใบมีดสามารถตัดผ่านฟ่อนฟางไปได้ อัตราการทดรอบไปยังใบพัดเพื่อกำหนดความเร็วรอบของใบพัดที่ใช้เพื่อการเป่าฟางที่หั่นแล้ว และความเหมาะสมระหว่างการใช้ต้นกำลังกับอัตราการผลิตที่ต้องการ



ภาพที่ 3.10 ชุดส่งกำลังเฟืองดอกจอก

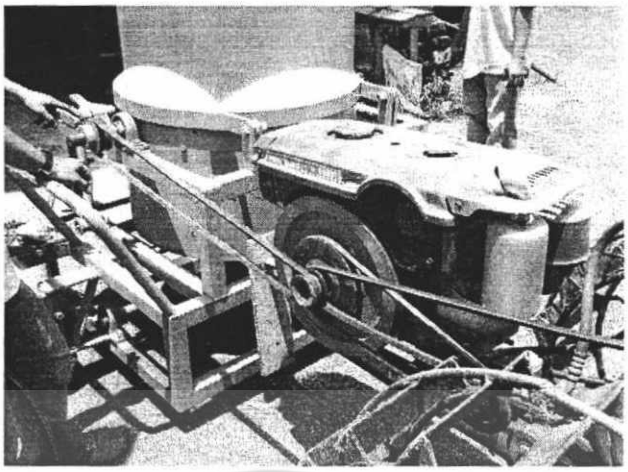


ภาพที่ 3.11 ชุดส่งกำลังสายพาน



ภาพที่ 3.12 ใบพัด

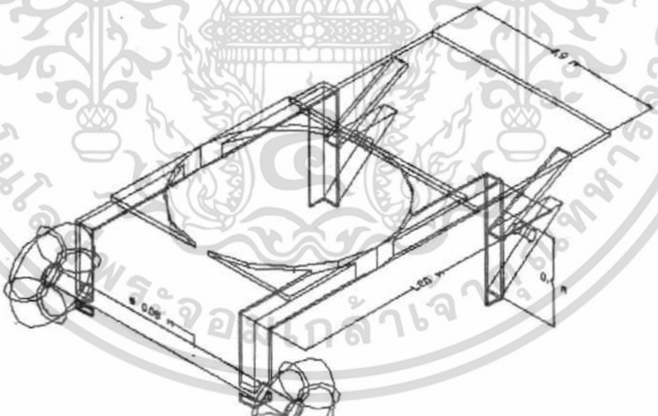
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.13 เครื่องต้นกำลังขนาด 9 แรง

3.7 โครงเหล็ก

ใช้สำหรับติดตั้งส่วนประกอบต่างๆของเครื่อง โดยมีการติดตั้งล้อและจุดยึดเพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย และยังมีฐานเพื่อการติดตั้งเครื่องต้นกำลังที่ส่วนท้ายของโครงด้วยโครงเหล็กนี้มีขนาดความกว้าง 0.9 ม. ความยาว 1.20 ม. ความสูง 0.4 ม. ฐานเพื่อการติดตั้งเครื่องต้นกำลังมีขนาดความกว้าง 0.9 ม. ความยาว 0.65 ม. และเพลาที่ใช้ในการติดตั้งล้อมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 ซม.



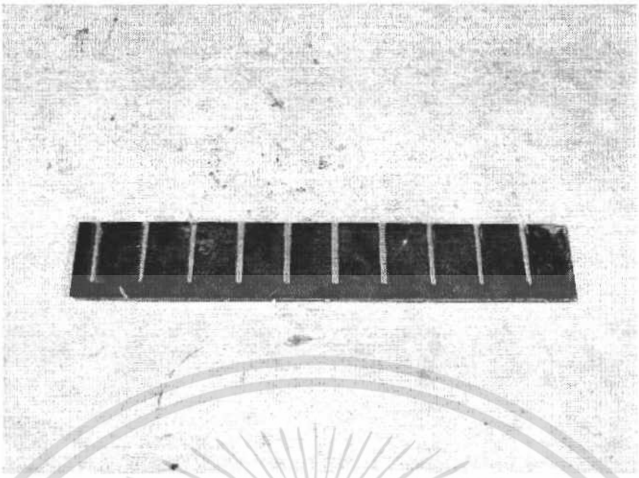
ภาพที่ 3.14 แสดงแบบโครงเหล็กสำหรับติดตั้ง

3.8 เหล็กรองรับการตัดเฉือนฟ่อนฟางข้าว

มีลักษณะเป็นเหล็กแผ่นขนาดกว้าง 6 mm ยาว 564 mm หนา 6 mm โดยจะมีช่องว่างกว้าง 6 mm จำนวน 9 ช่องเท่ากับใบมีด ทำการกัดร่องให้มีความลึก 5 mm โดยจะสลับกับช่องแบ่งขนาดซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

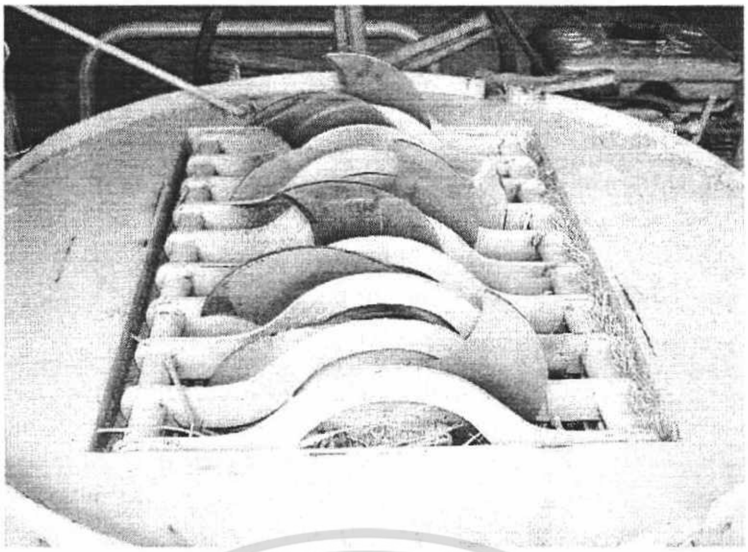
จะกว้าง 564 mm จำนวน 10 ช่อง มีหน้าที่เป็นตัวรองรับและตัดเฉือนฟ่อนฟางข้าวให้ขาดออกจากกัน เหล็กรองรับการตัดเฉือนฟ่อนฟางข้าวจะมีอยู่ 2 ชิ้น คือ ชิ้นที่อยู่ฝั่งด้านซ้าย และชิ้นที่อยู่ฝั่งด้านขวา



ภาพที่ 3.15 เหล็กรองรับการตัดเฉือนฟ่อนฟางข้าว

ภาพที่ 3.16 ภาพด้านบนชุดใบมีดตัดของเครื่องหั่นย่อยฟางอัดฟ่อน
ซึ่งประกอบด้วย ชุดใบมีด ตะแกรงกันกระแทก และชุดหน้าแปลนใบมีด

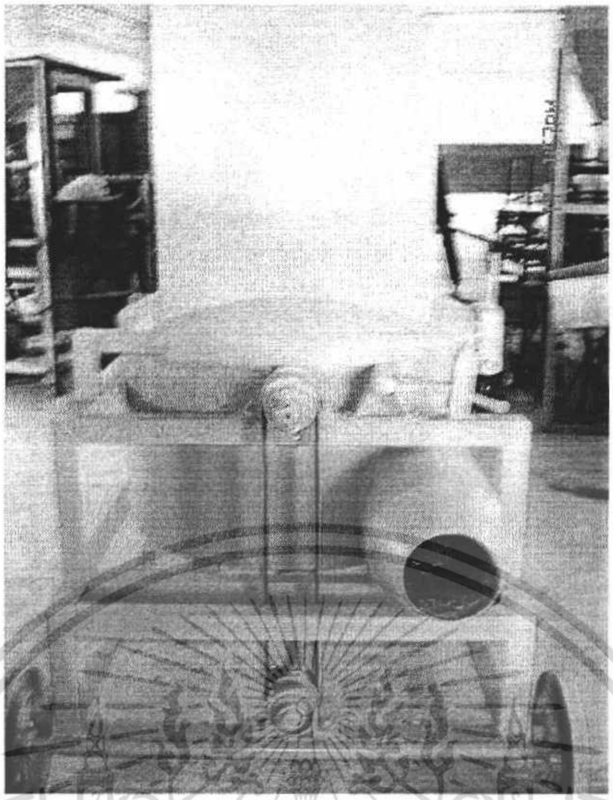
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



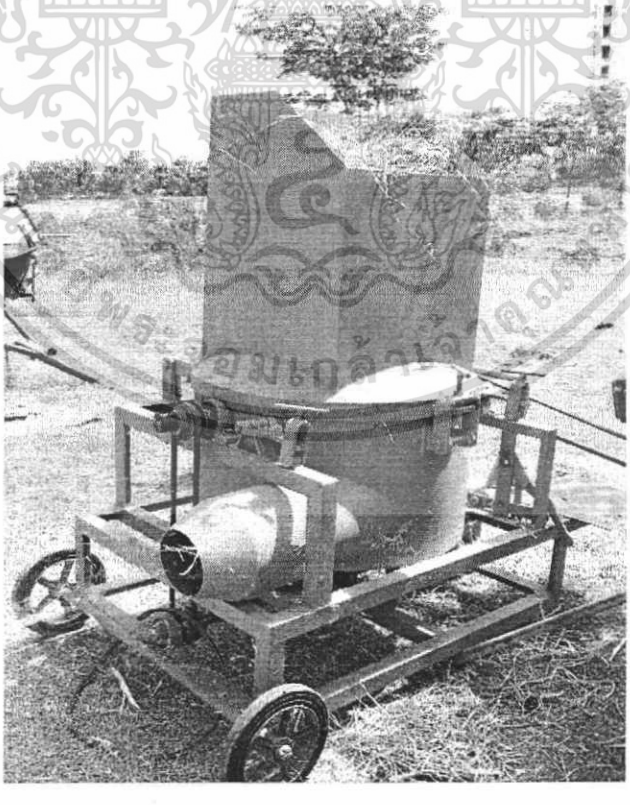
ภาพที่ 3.17 ภาพด้านข้างชุดตัดของเครื่องหั่นย่อยฟางอัดฟ่อน

ภาพที่ 3.18 เครื่องหั่นย่อยฟางอัดฟ่อนด้าน Isometric

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

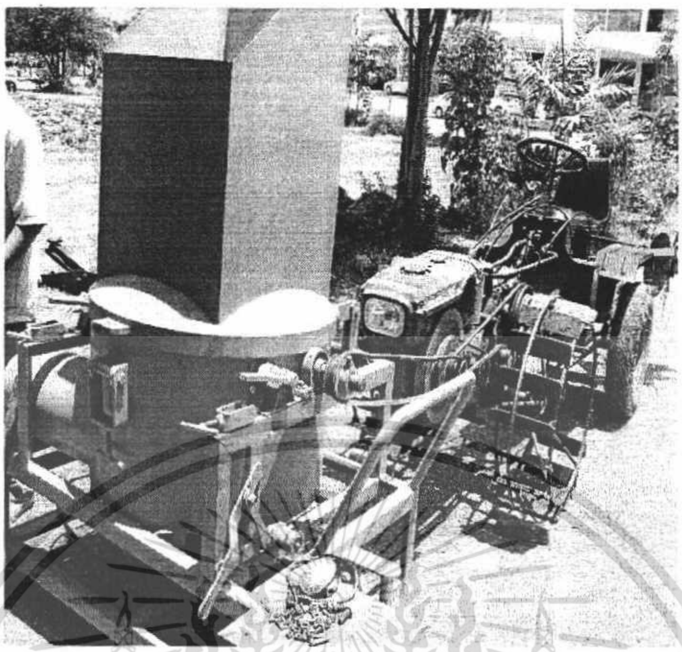


ภาพที่ 3.19 เครื่องหั่นย่อยฟางอัดฟ่อนด้านหน้า



ภาพที่ 3.20 เครื่องหั่นย่อยฟางอัดฟ่อนด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.21 เครื่องหั่นย่อยฟางอัดฟ่อนด้านหลัง

ภาพที่ 3.22 ฟางที่หั่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 การคำนวณการออกแบบ

- หาเส้นผ่าศูนย์กลางพู่เลย์ตัวตามที่แกนเพลาใบมีด

จากสูตร

$$m_{\omega} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

โดย n = ความเร็วรอบ, rpm

d = เส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์, mm หรือ in

<u>คำนวณ</u>

$m = \frac{n2}{n1}$ (ความเร็วรอบเครื่องต้นกำลัง 900 rpm ความเร็วรอบใบมีดที่ต้องการ 750 rpm)

$m = \frac{900}{750}$

$m = 1.2$

$1.2 = \frac{x}{3.5}$

$x = 4.2 \sim 4$ นิ้ว

เพราะฉะนั้นจึงเลือกใช้พู่เลย์ที่แกนเพลาใบมีด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลอง

หลังจากที่ได้ทำการพัฒนาเครื่องหั่นย่อยฟางอัดฟ่อนแล้ว ในบทที่4นี้จะเป็นการนำเครื่องดังกล่าวมาทดสอบประสิทธิภาพ โดยการทดสอบจะเป็นการทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องหั่นย่อยที่ความเร็วรอบต่างๆกัน เพื่อจะหาความเร็วรอบที่เหมาะสมของเครื่องที่มีประสิทธิภาพในการหั่นย่อยฟางอัดฟ่อนได้ดีที่สุด

4.2 จุดประสงค์การทดลอง

1. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องหลังจากที่ได้พัฒนาแล้ว
2. เพื่อหาขนาดของเครื่องต้นกำลังและใบมีดที่เหมาะสม ซึ่งทำให้มีประสิทธิภาพในการหั่นย่อยฟางอัดฟ่อนมากที่สุด

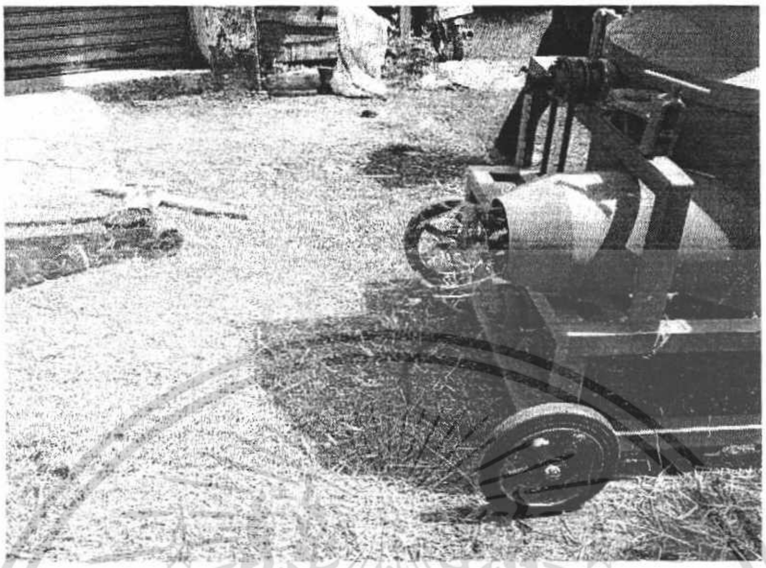
4.3 วิธีการทดลอง

4.3.1 การทดสอบประสิทธิภาพการหั่น

ใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบโดยการจำแนกทางเดียว (one-way experiment) โดยการทดสอบข้อสมมุติฐานเกี่ยวกับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนของข้อมูลหลายชุดพร้อมๆกัน

ทำการทดสอบโดยใช้ต้นกำลังเครื่องยนต์ดีเซลขนาด 9 แรงม้า กำหนดความเร็วรอบของใบมีด 3 ความเร็วรอบ คือ 650 700 และ 750 รอบต่อนาทีโดยใช้เวลาในการหั่นแต่ละระดับความเร็วรอบของใบมีด 20 นาทีซึ่งมีการทำ 5 ซ้ำในแต่ละความเร็วรอบทำการสุ่มเก็บตัวอย่างจากกการทดสอบการหั่นในแต่ละครั้ง ครั้งละ 600 กรัม แล้วนำมาแยกขนาด เป็น 2 ส่วน คือเส้นฟางที่ได้ขนาดมีความยาวน้อยกว่า 5 เซนติเมตร กับที่ไม่ได้ขนาดคือเส้นฟางที่มีความยาวมากกว่า 5 เซนติเมตร โดยการใช้ตะแกรงคัดแยก

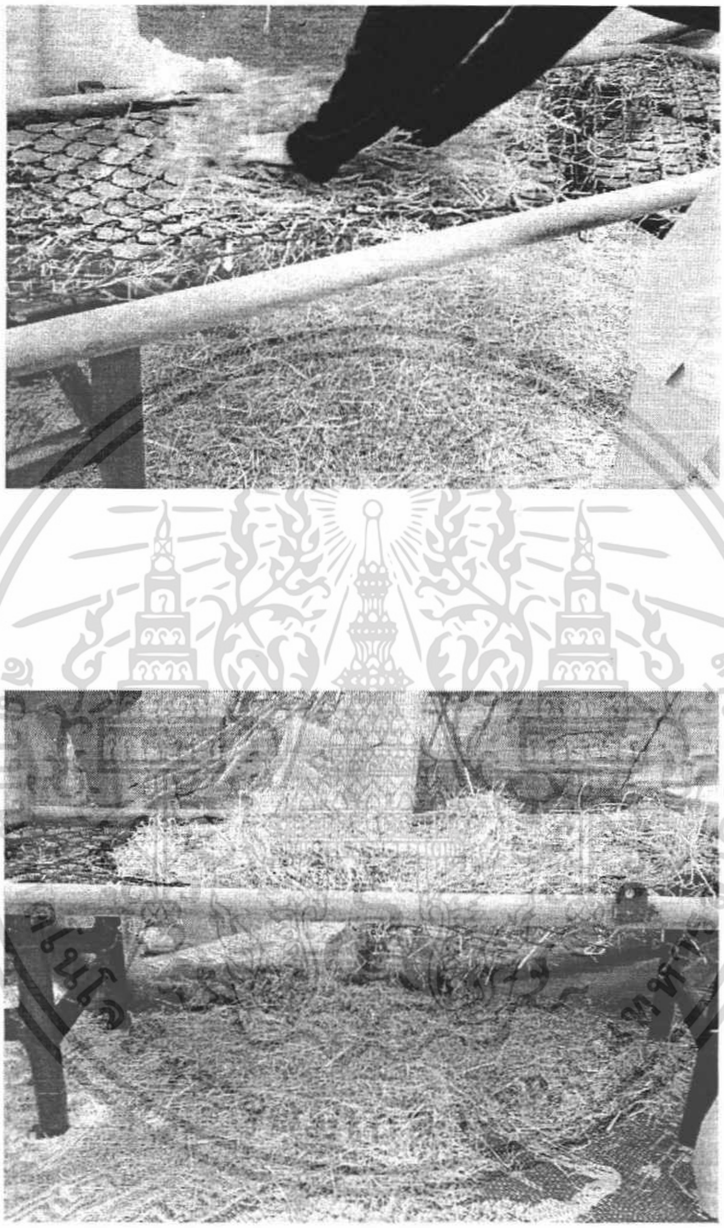
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 การทดสอบหั่นฟางอัดฟ่อน

ภาพที่ 4.2 ฟางที่ได้จากการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



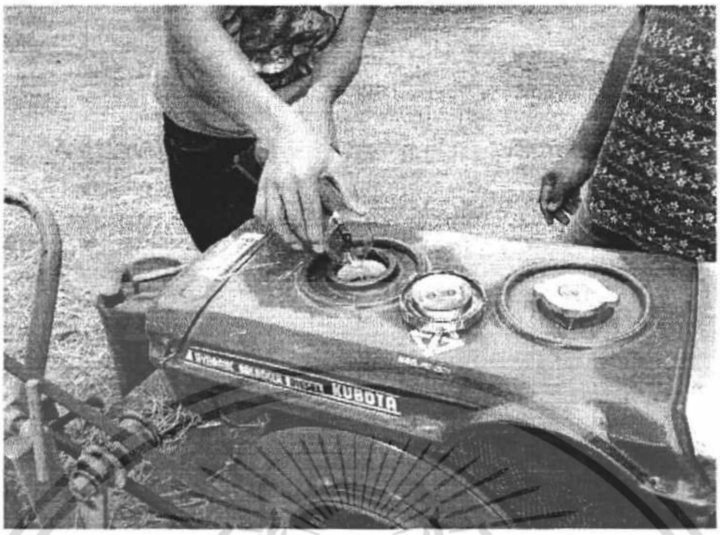
ภาพที่ 4.3 การคัดแยกเส้นฟาง

4.3.2 การทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

ทำการทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงโดยทำการวัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิงในถังก่อนที่จะเริ่มทำการทดสอบ โดยใช้ไม้วัดระดับน้ำมันจากนั้นทำการเดินเครื่องทดสอบเป็นเวลา 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นาที ทำการเก็บตัวอย่างแล้วจึงทำการตวงน้ำมันโดยการใช้กระบอกตวงแล้วจึงทำการเติมน้ำมันลงในถังให้ได้ปริมาตรเท่าเดิม ดังรูป



ภาพที่ 4.4 การทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

4.4 ผลการทดลอง

4.4.1 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง ได้ผลการทดลองดังนี้

650 rpm	700rpm	750rpm
400g	460g	500g
400g	480g	460g
420g	440g	480g
400g	400g	500g
460g	460g	440g

ตารางที่ 4.1 น้ำหนักของฟางที่ได้ขนาดจากการคัดแยกในแต่ละครั้ง (g)

จากตารางที่1 การทดสอบแสดงให้เห็นว่าเมื่อทำการทดสอบที่ความเร็วรอบที่เพิ่มสูงจะทำให้ได้น้ำหนักฟางที่ได้ขนาดเพิ่มขึ้นด้วย แต่ในการทดสอบการหั่นในแต่ละความเร็วรอบ น้ำหนักของฟางที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คัดแยกได้นั้นมีน้ำหนักที่ไม่เท่ากันอันเนื่องมาจากอัตราการเข้าสู่ชุดใบมีดของฟาง ที่ไม่สามารถตกลงอย่างอิสระเข้าสู่ชุดใบมีดได้อย่างต่อเนื่อง จึงทำให้ชุดใบมีดไม่สามารถทำการหั่นได้อย่างต่อเนื่อง

650rpm	700rpm	750rpm
66.67	76.67	83.33
66.67	80.00	76.67
70.00	73.33	80.00
66.67	66.67	83.33
76.67	76.67	73.33

ตารางที่ 4.2 ประสิทธิภาพการหั่นที่ได้ในแต่ละการทดสอบ (%)

จากตารางที่ 2 ทำการหาประสิทธิภาพการหั่นที่ได้ในแต่ละการทดสอบโดยใช้น้ำหนักของฟางที่ได้ขนาด หารด้วยน้ำหนักของฟางตัวอย่างที่เก็บมา 600 กรัม แล้วคูณด้วย 100 จะเห็นว่าประสิทธิภาพที่ได้ในแต่ละครั้งมีความแตกต่างกัน ซึ่งในการวิเคราะห์หาความเหมาะสมว่าความเร็วรอบเท่าใดที่เหมาะสมที่จะใช้ในการหั่นนั้น ต้องนำการวิเคราะห์ความแปรปรวนหรือ Analysis of variance มาใช้ร่วมด้วย

	[illegible]	SS	MS	F_{test}	F_{table}
ระหว่างตัวอย่าง	2	250.370	125.185	5.929	3.890
ภายในตัวอย่าง	12	253.333	21.111		
รวม	14	503.703			

ตารางที่ 4.3 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน

จากตารางที่ 3 เป็นการทดสอบข้อสมมุติฐานเกี่ยวกับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนของข้อมูลหลายชุดพร้อมๆกัน โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนหรือ Analysis of variance ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนทั้งหมดที่มีผลต่อสมมุติฐาน จากแหล่งความแปรปรวนต่างๆกัน เป็นการทดสอบค่า F ที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์ หากผลการวิเคราะห์แสดงความแตกต่างทางสถิติ จะเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least significant difference (LSD) เมื่อทำการหาค่า F จากการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และค่า F จากตารางเรียบร้อยแล้ว ถ้าค่า $F_{test} < F_{table}$ จะยอมรับค่า H_o แต่ถ้าค่า $F_{test} > F_{table}$ จะปฏิเสธค่า H_o

เมื่อ

H_o = ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการหั่นที่ความเร็วรอบการหั่นทั้ง 3 ความเร็วรอบไม่ต่างกัน

H_1 = มีอย่างน้อย 1 ความเร็วรอบที่มีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการหั่นต่างจากความเร็วรอบอื่นๆ

จากตารางที่ 3 ค่า F จากการคำนวณมีค่ามากกว่าค่า F จากตาราง จึงปฏิเสธค่า H_o นั่นคือมีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการหั่นที่ความเร็วรอบการหั่นทั้ง 3 ความเร็วรอบ ดังนั้นจึงใช้วิธี LSD ในการเปรียบเทียบ โดยค่า LSD ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 9.20 ผลสรุปคือ ค่าเฉลี่ยของประชากร μ_1 และ μ_2 จะแตกต่างกันเมื่อ $\left|\overline{x_i} - \overline{x_j}\right| > LSD$ โดยที่ $\overline{x_i}$ และ $\overline{x_j}$ คือค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่ i และ j ตามลำดับ ดังเช่นตารางที่ 4

650,700	650,750	700,750
5.333	10	4.667
ไม่ต่าง	ต่าง	ไม่ต่าง

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการหั่น โดยการเปรียบเทียบแบบคู่

4.4.2 ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน

650rpm	700rpm	750rpm
400	460	430
411	437	450
417	427	455
406	429	467
400	433	465

ตารางที่ 4.5 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงในแต่ละการทดสอบ (cc) เมื่อทำการเดินเครื่อง 20 นาที

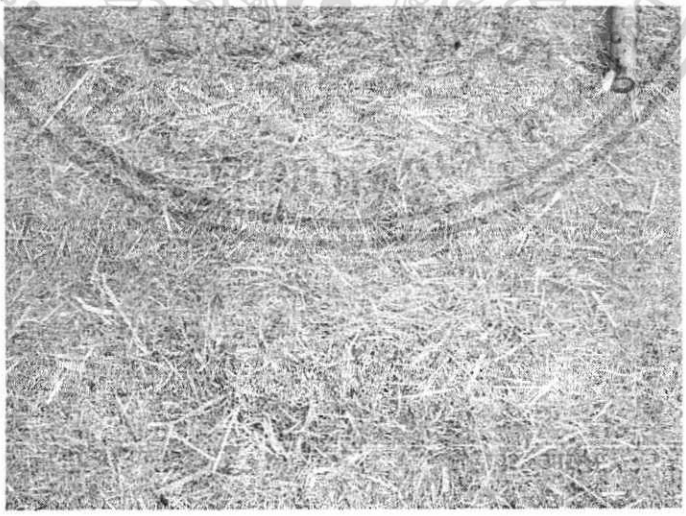
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 5 จะเห็นว่าอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการหั่นแต่ละความเร็วรอบโดยใช้เวลาในการเดินเครื่อง 20 นาทีนั้น มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันใกล้เคียงกัน โดยจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วรอบใบมีดเพิ่มขึ้น

650rpm	700rpm	750rpm
38.75	35.65	44.65
36.50	36.61	42.22
33.57	39.34	42.20
39.41	36.36	40.69
39.38	36.95	41.29

ตารางที่ 4.6 อัตราการหั่นฟางที่ได้ขนาดต่อการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (g/cc.)

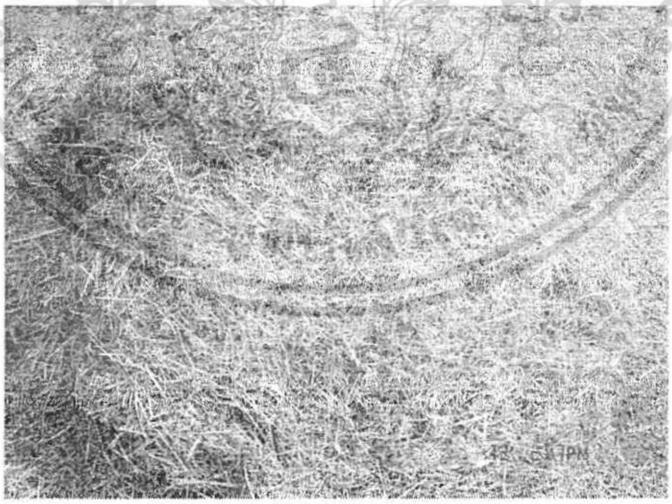
จากตารางที่ 6 เมื่อทำการคำนวณหาอัตราการหั่นต่อต้นทุนเชื้อเพลิงที่ใช้ ที่ความเร็ว 650 , 700 และ 750 รอบต่อนาที จะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 37.52 , 36.98 และ 42.21 g/cc. ตามลำดับ เมื่อเชื้อเพลิงดีเซลราคา 28.14 บาทต่อลิตร (ราคา ณ. วันที่ 10 พ.ย. 2550) ทำให้ต้นทุนราคาเชื้อเพลิงมีค่าเท่ากับ 0.75., 0.76 และ0.67 บาทต่อกิโลกรัม โดยเฉลี่ยตามลำดับ



ภาพที่ 4.5 ฟางที่ได้จากการทดสอบที่ความเร็วรอบใบมีด 650 รอบ/นาที

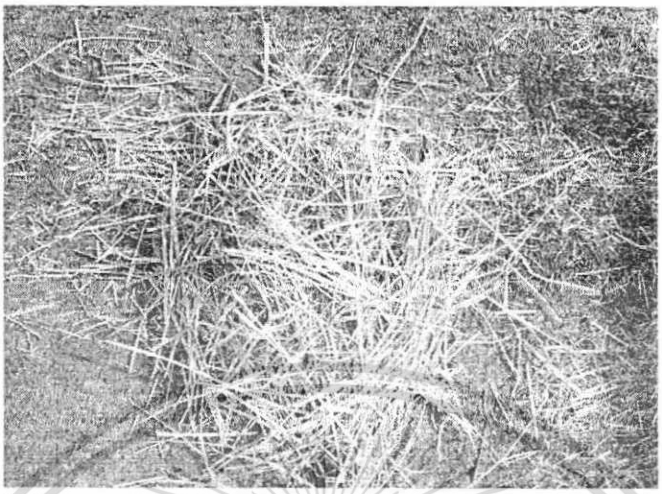
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.6 ฟางที่ได้จากการทดสอบที่ความเร็วรอบใบมีด 700 รอบ/นาที



ภาพที่ 4.7 ฟางที่ได้จากการทดสอบที่ความเร็วรอบใบมีด 750 รอบ/นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.8 ฟางที่ตัดไม่ได้ขนาด 3-5 ซม.

ภาพที่ 4.9 ฟางที่เหลือติดค้างอยู่ภายในตะแกรงกำหนดขนาดกับปล่องทางฟางออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. ประสิทธิภาพการหั่นที่ได้จากการทดสอบ ที่ความเร็วรอบใบมีด 750 รอบต่อนาที มีประสิทธิภาพสูงสุดคือมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 79.33 เปอร์เซนต์ รองลงมาคือที่ความเร็ว 700 รอบต่อนาที มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 74.67 เปอร์เซนต์ และต่ำสุดคือ ที่ความเร็ว 650 รอบต่อนาที และเมื่อทำการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย โดยการจำแนกทางเดียว (one-way experiment) ได้ผลดังนี้ ที่ความเร็วรอบ 650 กับ 700รอบต่อนาที มีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการหั่นไม่ต่างกัน ที่ความเร็วรอบ 650 กับ 750 รอบต่อนาที มีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการหั่นต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกันที่ความเร็ว 650 รอบต่อนาที จะมีหั่นประสิทธิภาพการหั่นที่น้อยกว่าที่ความเร็ว 750 รอบต่อนาที และที่ความเร็วรอบ 700 กับ 750 รอบต่อนาที มีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการหั่นไม่ต่างกันดังนั้นหากต้อง เลือกความเร็วรอบที่ต้องใช้ในการทำงานควรเลือกใช้ความเร็วรอบ 750 รอบต่อนาทีเพราะมีค่าค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการหั่นไม่ต่างกันกับการใช้ความเร็วรอบ 700 รอบต่อนาที แต่การเลือกใช้ความเร็ว 750 รอบต่อนาที จะทำให้เกิดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงที่ต่ำกว่า

2. อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากการทดสอบมีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันคือที่ความเร็ว 650 , 700 และ 750 รอบต่อนาที มีค่าเท่ากับ 37.52 , 36.98 และ 42.21 g/cc. และเมื่อคิดเป็นต้นทุนเฉพาะค่าน้ำมันเชื้อเพลิง จะมีค่าเท่ากับ 0.75., 0.76 และ0.67 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งฟางอัดฟ่อนมีน้ำหนักโดยเฉลี่ย เท่ากับ 20 กิโลกรัม นั่นคือที่ความเร็วรอบ 750 รอบต่อนาที มีต้นทุนในการหั่นฟางที่ต่ำที่สุดคือ 13.34 บาทต่อฟ่อน

5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการปรับปรุง

จากข้อมูลที่ได้สามารถนำไปสู่การพัฒนาเครื่องหั่นฟางสำหรับการทำอาหารผสม เพื่อเป็นการเพิ่มอัตราการผลิตที่ยังต่ำอยู่และลดต้นทุนที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิง ดังนี้

1. ติดตั้งชุดอุปกรณ์การป้อนฟางเข้าสู่ชุดใบมีดจากเดิมเป็นการปล่อยอย่างอิสระให้ฟางตกลงสู่ใบมีด ทำให้เกิดปัญหาการกินฟางของใบมีดคือถ้ามากไปใบมีดจะติดไม่สามารถหมุนต่อได้ แต่ถ้าน้อยเกินไปจะทำให้ได้อัตราการผลิตที่ต่ำ ดังนั้นหากออกแบบให้ชุดป้อนสามารถป้อนฟางได้อย่างต่อเนื่องจะสามารถแก้ปัญหานี้ได้

2. ติดตั้งชุดใบมีดเพิ่มเป็นแบบเพลาคู่เพื่อทำให้เกิดการดึงฟางเข้าสู่ชุดใบมีดได้อย่างต่อเนื่องและทำให้เกิดการหั่นแบบสองทางจะทำให้ฟางไม่ไปสะสมอยู่ที่ฝั่งตรงข้ามการหั่น

3. ติดตั้งเกียร์ทดช่วยเข้าไปอีกตัว เพื่อไม่เป็นการกินแรงเครื่องมากเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อาจจะใส่ฟลายวีล(ล้อช่วยแรง)ที่ชุดใบมีดอีกตัว เพื่อช่วยให้ใบมีดหมุนด้วยความเร็วคงที่ และเป็นการช่วยผ่อนแรงเครื่องอีกทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] นิตยสารสัตว์เศรษฐกิจ. (2545),เอกสารกองอาหารสัตว์, ฉบับที่433

[2] ภรต กุญชร ณ อยุธยา. 2541. **เครื่องสับเอนกประสงค์**. เอกสารเผยแพร่ในงานแสดงผลงานวิจัยเชิงประยุกต์ เพื่อใช้ในการพัฒนาเศรษฐกิจ "มหกรรมเทคโนโลยีรู้เพื่อรวย". 2 - 8 สิงหาคม 2541 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

[3] ภรต กุญชร ณ อยุธยา และคณะฯ. 2533. **เครื่องจักรกลเกษตรใหม่ ในโครงการพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับการผลิตโคนม**. ข่าวสารศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตร ฉบับประจำเดือน มกราคม - กุมภาพันธ์ 2533.

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

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

[6] วิโรจน์ ภัทรจินดา. **โคนม Dairy Cattle.** โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2546.

[7] http://www.greenheyes.com/pages/strawchopper01.htm

[8] สายัณห์ ทัดศรี.**พืชอาหารสัตว์เขตร้อน.**”บทบาทของพืชอาหารสัตว์ต่อการเกษตรไทย”. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์:กรุงเทพฯ,2547.หน้า 1-3

[9] สุรินทร์ นิยมางกูร **สถิติวิจัย** สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ, 2548
กณภัทร์ สุทธิวงศ์. **ชุดทดสอบกำลังของเครื่องจักรกลเกษตรขนาดเล็ก.** ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2543.

[10] ปฐมพร ฟูใจและจักรพงษ์ แย้มยิ้ม. 2547. **การศึกษาและประเมินผลชุดเครื่องมือแกะกลีบกระเทียม.** โครงงานวิศวกรรมปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ตารางที่ 1 มุมเสียดทานของฟ่อนฟางข้าวบนผิวโลหะเรียบ

ครั้งที่	ระยะแนวดิ่ง (cm)	ระยะแนวราบ (cm)	มุมเสียดทานของฟ่อนฟางข้าวบนผิวโลหะเรียบ (°)
1	35.50	98.40	19.84
2	35.50	98.40	19.84
3	35.50	98.40	19.84
4	34.00	98.40	19.06
5	36.30	98.40	20.25
MEAN	35.36	98.40	19.77

ตารางที่ 2 ความชื้นของฟางข้าว

ครั้งที่	น้ำหนักก่อนอบ (g)	น้ำหนักหลังอบ (g)	ความชื้น มาตรฐานเปียก (%)	ความชื้น มาตรฐานแห้ง (%)
1	40.58	36.74	9.46	10.45
2	37.82	34.55	8.65	9.46
3	45.46	41.63	8.42	9.20
4	39.29	35.48	9.70	10.74
5	41.64	38.08	8.55	9.35
MEAN	40.96	37.30	8.96	9.84
SD	2.89	2.76	0.58	0.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

การดึงแยกฟางข้าวออกจากฟ่อน และ การดึงแยกฟางข้าวในชั้นของฟ่อน

ค่าที่ได้จากการดึงแยกฟางข้าว แสดงในตารางที่ 13 ซึ่งพบว่า การดึงแยกฟางข้าวในชั้นของฟ่อนใช้แรงดึง (29.69 kg) มากกว่าการดึงแยกฟางข้าวออกจากฟ่อน (16.50 kg) ทั้งนี้เพราะการอัดตัวแน่นมากกว่าฟางทั้งฟ่อน การดึงแยกฟางในชั้นของฟ่อนจึงยากกว่าการดึงแยกฟางออกจากฟ่อน

ตารางที่ 3 แสดงการดึงแยกฟางข้าว

	การดึงแยกฟางข้าว ออกจากฟ่อน	การดึงแยกฟาง ในขั้นของฟ่อน
แรงดึงมากที่สุด (kg.)	16.50	29.69
เวลาที่ใช้ในการดึง(s)	84.50	96.58
พลังงานที่ถูกกลืน(J)	19.03	18.06
น้ำหนักฟางบนท่อน(Kg)	7.63	0.58
น้ำหนักฟางท่อนล่าง(Kg)	11.47	1.14
ความยาวฟางท่อนบนที่ดึงออก (cm)	46.33	5.40
ความยาวฟางท่อนล่างที่เหลืออยู่ (cm)	62.67	10.40

<u>หมายเหตุ</u>

* การดึงแยกฟางข้าวออกจากฟ่อน 2 ฟ่อน
* การดึงแยกฟางในชั้นของฟ่อน 5 ชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

ตารางที่ 4 ค่าตัวประกอบความล้า

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

ตารางที่ 5 ตัวประกอบใช้งาน N_s สำหรับสายพานแบน

ประเภทของงาน	ชั่วโมงทำงานต่อวัน				ชั่วโมงทำงานต่อวัน			
	น้อยกว่า10		มากกว่า10		น้อยกว่า10		มากกว่า10	
	สตาร์ตด้วยแรงเคลื่อน 85%	สตาร์ต์โดยตรง	สตาร์ตด้วยแรงเคลื่อน 85%	สตาร์ต์โดยตรง	สตาร์ตด้วยแรงเคลื่อน 85%	สตาร์ต์โดยตรง	สตาร์ตด้วยแรงเคลื่อน 85%	สตาร์ต์โดยตรง
<u>สำหรับงานหนัก</u> เครื่องย่อย , เครื่องตีและบดหิน	1.2	1.4	1.3	1.5	1.3	1.5	1.4	1.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 สมรรถนะในการส่งกำลังของสายพาน kw/25 mm สำหรับส่วนโค้งสัมผัส 180^0

ชั้น	RPM ของเพลาหมุนเร็ว	เส้นผ่านศูนย์กลางล้อสายพานเล็ก, mm										
		80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800
3	720	0.48	0.67	0.94	1.35	1.97	2.70	3.73	5.58	6.93	8.30	-
	960	0.62	0.86	1.19	1.71	2.50	3.40	4.64	6.79	8.15	-	-
	1440	0.88	1.21	1.67	2.38	3.40	4.51	5.94	-	-	-	-
	100	0.09	0.12	0.17	0.24	0.35	0.49	0.68	1.05	1.35	1.71	2.15
	200	0.15	0.22	0.31	0.45	0.65	0.90	1.26	1.92	2.47	3.13	3.91
	300	0.22	0.31	0.43	0.64	0.93	1.28	1.79	2.73	3.49	4.41	5.45
	400	0.29	0.40	0.56	0.82	1.19	1.64	2.29	3.48	4.44	5.56	6.79
	500	0.35	0.48	0.68	0.99	1.45	1.99	2.77	4.19	5.31	6.59	7.89
	600	0.41	0.57	0.79	1.16	1.69	2.32	3.22	4.85	6.10	7.46	8.72
	700	0.47	0.65	0.91	1.32	1.93	2.64	3.65	5.46	6.81	8.18	9.23
	800	0.53	0.74	1.02	1.48	2.15	2.95	4.05	6.02	7.41	8.71	-
	900	0.58	0.81	1.13	1.62	2.37	3.23	4.43	6.52	7.91	-	-
	1000	0.64	0.89	1.23	1.76	2.58	3.51	4.78	6.95	8.29	-	-
	1100	0.69	0.97	1.34	1.91	2.78	3.77	5.10	7.32	8.55	-	-
	1200	0.76	1.03	1.44	2.06	2.96	4.01	5.39	7.62	-	-	-
	1300	0.80	1.11	1.54	2.19	3.14	4.23	5.64	-	-	-	-
	1400	0.86	1.19	1.64	2.32	3.32	4.43	5.86	-	-	-	-
	1500	0.96	1.25	1.73	2.45	3.49	4.62	6.05	-	-	-	-
	1600	0.98	1.32	1.83	2.57	3.65	4.78	6.19	-	-	-	-
	1700	1.01	1.39	1.91	2.70	3.79	4.94	6.29	-	-	-	-

ชั้น	RPM ของเพลาหมุนเร็ว	250	315	400	500	630	800	1000
4	720	2.48	4.08	5.80	7.87	10.11	-	-
	960	-	5.03	7.01	9.10	-	-	-
	100	0.46	0.76	1.10	1.56	2.12	2.78	3.48
	200	0.84	1.39	2.01	2.84	3.86	5.05	6.27
	300	1.19	1.97	2.86	4.02	5.43	7.04	8.64
	400	1.52	2.52	3.64	5.10	6.84	8.76	10.53
	500	1.84	3.04	4.38	6.09	8.08	10.17	11.84
	600	2.14	3.53	5.06	6.97	9.13	11.21	-
	700	2.42	3.99	5.69	7.73	9.97	11.83	-
	800	2.69	4.42	6.25	8.37	10.56	-	-
	900	-	4.61	6.75	8.87	-	-	-
	1000	-	5.16	7.17	9.22	-	-	-
	1100	-	5.48	7.52	-	-	-	-
	1200	-	-	7.78	-	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส N_a สำหรับสายพานแบน

ผลต่างของเส้นผ่านศูนย์กลางล้อสายพาน, mm	ระยะห่างระหว่างศูนย์กลาง, C เป็น m															
	0.5	1	2	2.5	3	4	5	5.5	6	6.5	7.5	9	10	12	14	16
50	.98	.99	.99	.99	.99	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
100	.96	.98	.98								1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
150	.94	.97	.98													
200	.92	.96	.97													
250	.90	.95	.97	.97												
300	.88	.94	.96	.97			ตัวประกอบ = .99									
350	.85	.93	.95	.96	.97											
400	.83	.92	.95	.96	.97	.97										
450	.81	.91	.94	.95	.96	.97	ตัวประกอบ = .98									
500	.79	.90	.93	.95	.96	.97	.97									
550	.76	.89	.93	.94	.96	.97	.97	.97								
600	.74	.88	.92	.94	.95	.97	.97	.97								
650	.71	.87	.91	.93	.95	.96	.97	.97	.97							
700	.69	.85	.90	.93	.94	.96	.97	.97	.97	.97						
750	.63	.83	.90	.92	.94	.96	.96	.97	.97	.97						
800	.63	.82	.89	.92	.93	.95	.96	.97	.97	.97	.97					
850	.58	.82	.88	.91	.93	.95	.96	.96	.97	.97	.97					
900	.54	.81	.88	.91	.93	.95	.95	.96	.97	.97	.97					
950		.78	.85	.89	.91	.94	.95	.95	.96	.97	.97	.97				
1050		.74	.83	.88	.90	.93	.94	.95	.95	.96	.97	.97	.97			
1400		.70	.81	.86	.89	.92	.93	.94	.94	.95	.96	.97	.97	.97		
1500		.66	.79	.84	.88	.91	.92	.93	.94	.94	.93	.96	.97	.97	.97	
1700		.61	.76	.83	.86	.90	.92	.92	.93	.94	.95	.96	.97	.97	.97	.97
1800		.54	.74	.81	.85	.89	.91	.92	.93	.93	.94	.95	.96	.97	.97	.97
2000			.71	.79	.84	.89	.90	.91	.92	.93	.94	.95	.95	.96	.97	.97
2150			.69	.78	.82	.88	.89	.90	.92	.92	.93	.94	.95	.96	.97	.97
2300			.66	.76	.81	.87	.88	.90	.92	.92	.93	.94	.95	.95	.96	.97
2400			.63	.74	.80	.86	.88	.89	.91	.91	.92	.93	.94	.95	.96	.96
2600			.58	.72	.78	.85	.88	.88	.90	.90	.92	.93	.94	.95	.95	.96
2800			.54	.70	.77	.84	.87	.88	.89	.90	.91	.93	.94	.94	.95	.96
2900				.68	.75	.83	.86	.87	.88	.89	.91	.92	.93	.94	.95	.95
3000				.66	.74	.82	.84	.86	.88	.89	.90	.92	.93	.94	.95	.95
3200				.64	.73	.81	.83	.85	.87	.88	.89	.91	.93	.94	.94	.95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้