รายงานการวิจัย

เรื่อง

การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดตอข้าวแบบต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์

The designs and development stubble cutting machine to power take-off of the tractor

สราวุฒิ ดาแก้ว

สามารถ บุญอาจ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณแผ่นดินด้านการวิจัย ปีงบประมาณ 2561)

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดตอข้าวแบบต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์

The designs and development stubble cutting machine to power take-off of the tractor

สราวุฒิ ดาแก้ว

สามารถ บุญอาจ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณแผ่นดินด้านการวิจัย ปีงบประมาณ 2561)

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดตอข้าวแบบต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์

The designs and development stubble cutting machine to power take-off of the tractor

สราวุฒิ ดาแก้ว

สามารถ บุญอาจ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณแผ่นดินด้านการวิจัย ปีงบประมาณ 2561)

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดตอข้าวแบบต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์

The designs and development stubble cutting machine to power take-off of the tractor

สราวุฒิ ดาแก้ว

สามารถ บุญอาจ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณแผ่นดินด้านการวิจัย ปีงบประมาณ 2561)

หัวข้อวิจัย การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดตอข้าวแบบต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์
ผู้ดำเนินการวิจัย สราวุฒิ ดาแก้ว
สามารถ บุญอาจ
หน่วยงาน คณะเทคโนโลยีเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ปี พ.ศ. 2561

บทคัดย่อ

เครื่องตัดตอซังข้าวใบมีด มีขนาด 0.58 × 1 × 0.78 เมตร จะใช้ต้นกำลังจากเพลาอำนวยกำลัง (Power Take - Off, PTO) จากแทรกเตอร์ขนาดกำลัง 31 แรงม้า ส่งกำลังมาที่ชุดเฟืองทดเพื่อเปลี่ยนทิศทางการหมุนไปยังมอเตอร์ตามที่ติดกับใบมีดให้ทำงานในลักษณะหมุน ในการทดสอบใช้พื้นที่เป็นระยะทาง 0.80 × 40 เมตร (ความกว้างใบตัด × ระยะทาง) โดยใช้ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ 1,000 และ 2,000 รอบต่อนาที ใช้เกียร์ต่ำ (Low 3) และใช้เกียร์สูง (High 1) และใช้ความเร็วรอบของเพลาอำนวยกำลังที่ 540 และ 800 รอบต่อนาที

ผลการทดสอบเกียร์ต่ำ (Low3) ความเร็วรอบของเพลาอำนวยกำลังที่ 800 รอบต่อนาทีและความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 2,000 รอบต่อนาที ได้ความสามารถทางทฤษฎี 1.31ไร่ต่อชั่วโมง ได้ความสามารถในการทำงานจริง 0.93 ไร่ต่อชั่วโมง และได้ประสิทธิภาพในการทำงานทางไร่ 71.26 เปอร์เซ็นต์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Research Title The designs and development stubble cutting machine to power take-off of the tractor

Researcher Sarawut Dakaew

Samart Boonart

Organization Faculty of Agricultural Technology

Rajabhat Maha Sarakham University

Year 2018

ABSTRACT

Stubble cutting machine to power take-off size is 0.58 × 1 × 0.78 meters to take the power from the PTO (Power Take - Off, PTO) of the tractor was 31 hp power to the gearbox to change direction for rotating to the transmission pulley, drive belt to a pulley attached to the blade according squirrel cage to work in the rotation. In tests using a distance of 0.80 × 40 m (length × width blades), using the engine speed at 1,000 and 2,000 rpm use low gear (Low3) and high transmission (High 1) and the speed of the power take-off at 540 and 800 rpm.

The result found that low gear (Low3) PTO speed of 800 rpm and the engine speed to 2,000 rpm, has a theory. 1.31 acres per hour, the ability to actually run 0.93 acres per hour. And efficiency in working in the fields 71.26 percent.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากเจ้าหน้าที่ประจำห้องทดลองทางเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์ทดสอบ และเตรียมเครื่องมือจนงานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จรุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้ที่สนใจที่จะนำไปศึกษาและพัฒนา เพื่อเป็นการเพิ่มพูนความรู้และใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดตอข้าวแบบต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ ต่อไป

นอกจากนี้คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่ให้ทุนสนับสุนนในการทำวิจัยครั้งนี้ จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

คณะผู้วิจัย

2562

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ข

กิตติกรรมประกาศ..... ค

สารบัญ..... ง

สารบัญตาราง..... ช

สารบัญภาพ..... ซ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญ..... 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 1

ขอบเขตการวิจัย..... 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 3

ตอซังข้าว..... 3

ผลเสียจากการเผาตอซัง..... 5

ระบบส่งกำลังของรถแทรกเตอร์..... 7

ระบบส่งกำลังที่นิยมใช้กับรถแทรกเตอร์ในปัจจุบัน..... 7

คานลากและจุดต่อพ่วง..... 9

เพลาอำนวยกำลัง..... 9

เฟือง..... 12

การหาอัตราทด..... 14

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 14

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 17
วัสดุอุปกรณ์ 17
วิธีการสร้างและทดสอบ 18

บทที่ 4 ผลการวิจัย 25
ผลการศึกษา 25
อภิปรายผลการทดลอง 28

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ 29
สรุปและผลการวิจัย 29
ข้อเสนอแนะ 29

บรรณานุกรม 30

ภาคผนวก 32
ภาคผนวก ก ตัวอย่างเครื่องตัดตอซังข้าว 33

ประวัติผู้วิจัย 37

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงปริมาณตอซังและฟางข้าวในแต่ละภาคของประเทศไทย (ล้านตันต่อปี).....	4
3.1	วัสดุที่ใช้ในการสร้างเครื่องตัดตอซังข้าว.....	17
3.2	อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างและเครื่องมือทดสอบ.....	17
4.1	การทดสอบโดยใช้เกียร์ต่ำ (Low 3).....	25
4.2	การทดสอบโดยใช้เกียร์สูง (High 1).....	26

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ต้นข้าว	4
2.2	ตอซังข้าว	4
2.3	แสดงเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์	5
2.4	แสดงการสูญเสียของตอข้าวที่ถูกเผาทำลายหน้าดินที่มากรมพัฒนาที่ดินกระทรวงเกษตรและสหกรณ์	6
2.5	ระบบส่งกำลังของรถแทรกเตอร์	7
2.6	ระบบส่งกำลังที่นิยมใช้กับรถแทรกเตอร์	8
2.7	เพลาอำนวยกำลังรถแทรกเตอร์	10
2.8	เพลาอำนวยกำลังชนิดความเร็วต่าง ๆ	11
2.9	การทำงานของเพลาอำนวยกำลังชนิดความเร็วคู่	11
2.10	เฟืองดอกจอกที่เพลาทำมุมฉากกัน	12
2.11	เฟืองดอกจอกที่เพลาไม่ทำมุมฉากกัน	12
2.12	เฟืองตรง	13
2.13	เฟืองเฉียง	13
3.1	โครงสร้างเครื่องตัดหญ้า	18
3.2	ชุดติดตั้งใบมีด	19
3.3	ชุดใบมีด	19
3.4	เครื่องตัดตอซังข้าวแบบใบมีด	20
3.5	แบบระบบถ่ายทอดกำลัง	20
3.6	ชุดเฟืองทด	21
3.7	ชุดเก็บตอซังข้าว	21
3.8	เครื่องตัดหญ้าแบบใบมีด	22
3.9	พื้นที่ในการทดสอบ	23
4.1	เปรียบเทียบความสามารถในการทำงานจริง	27
4.2	เปรียบประสิทธิภาพการทำงานทางไร่	28
ก.1	ขั้นตอนการทำเครื่องตัดตอซังข้าว	34

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
MAHASARAKHAM RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

ข้าวถือว่าเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ในด้านของการบริโภค ทั้งภายในและต่างประเทศ ซึ่งมีพื้นที่ในการเพาะปลูกประมาณ 60 ล้านไร่ โดยกระจายตัวอยู่ทั่วทุกพื้นที่ของประเทศ ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกข้าวมากที่สุดรองลงมาได้แก่ภาคเหนือและภาคใต้ ตามลำดับโดยประเทศไทยสามารถผลิตข้าวได้ประมาณ 35 ถึง 40 ล้านตันต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2559) โดยในช่วงประมาณเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคมของทุก ๆ ปีจะเป็นฤดูการเก็บเกี่ยว

โดยในการเก็บเกี่ยวข้าวกลุ่มเกษตรกรจะใช้ 2 วิธีคือใช้รถเกี่ยวข้าวและใช้แรงงานคนซึ่งทั้ง 2 วิธีนั้นจะมีตอข้าวที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวประมาณ 40 เซนติเมตรและเศษพืชที่เหลือทิ้งในพื้นที่การเกษตรซึ่งพบว่าส่วนมากเกษตรจะใช้วิธีการเผาเนื่องจากเป็นการประหยัดเวลาแรงงานและค่าใช้จ่าย แต่ผลกระทบจากการเผานั้นจะก่อให้เกิดมลพิษมากมายเช่นทำลายโครงสร้างดินที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชลงอย่างต่อเนื่องทุกปีทำลายแมลงควบคุมศัตรูพืชสูญเสียน้ำในดินก่อให้เกิดเขม่าควันฝุ่นละอองก๊าซพิษส่งผลเสียต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม จากการศึกษาพบว่าตอข้าวที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวสามารถนำมาขายให้กับโรงงานไฟฟ้าชีวมวลและนำมาผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพได้แต่อย่างไรก็ตามกลุ่มเกษตรเกษตรยังคงนิยมการเผาตัดตอข้าวมากกว่าเนื่องจากประหยัดเวลาและที่สำคัญไม่มีอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่สามารถใช้ในการตัดตอข้าวได้

จากปัญหาดังกล่าวทางผู้วิจัยจึงมีความต้องการที่จะออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดตอข้าวแบบต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์เพื่อใช้แก้ปัญหาในการป้องกันการเผาตอข้าวโดยตอข้าวที่ใช้เครื่องตัดจะถูกเก็บไว้ในรถพ่วงท้ายของรถแทรกเตอร์โดยมีหลักการทำงานคล้ายกับเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์เพื่อความสะดวกในการเก็บตัวเครื่องยังสามารถเคลื่อนที่ได้เพื่อนำเข้าไปในแปลงนาเพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการทำงานอีกทั้งยังเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับกลุ่มเกษตรและชุมชน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อให้การศึกษานี้ ครอบคลุมประเด็นปัญหา จึงกำหนดวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดตอข้าวแบบต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์

2. เพื่อทดสอบสมรรถนะของเครื่องตัดตอข้าวแบบต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์

3. เพื่อเป็นการเสริมสร้างรายได้ให้กับกลุ่มเกษตรกรและแก้ไขปัญหาการเผาตอข้าว

ขอบเขตการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยการออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดตอข้าวแบบต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์มีความชัดเจนมากขึ้น ดังนั้นผู้ศึกษาได้กำหนดขอบเขตและข้อจำกัดของงานวิจัยดังนี้

1. ออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดตอข้าวแบบต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

2. ออกแบบชุดตัดตอข้าวโดยการส่งกำลังผ่านเพลา PTO สามารถตัดตอข้าวได้เหลือความยาวน้อยกว่า 10 เซนติเมตร

3. นำผลงานวิจัยที่ได้ประยุกต์ใช้กับหน่วยงานภาครัฐและเอกชน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เครื่องตัดตอข้าวแบบต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์
2. ได้ทดสอบสมรรถนะของเครื่องตัดตอข้าวแบบต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์
3. ได้เสริมสร้างรายได้ให้กับกลุ่มเกษตรกรและแก้ไขปัญหาการเผาตอข้าว

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทนี้เป็นการอธิบายแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่เกี่ยวข้องโดยแบ่งหัวข้อการนำเสนอเพื่อให้เกิดความสะดวกในการทำความเข้าใจ ดังนี้

1. ตอซังข้าว
2. ผลเสียจากการเผาตอซัง
3. ระบบส่งกำลังของรถแทรกเตอร์
4. ระบบส่งกำลังที่นิยมใช้กับรถแทรกเตอร์ในปัจจุบัน
5. คานลากและจุดต่อพ่วง
6. เพลาอำนวยกำลัง
7. เฟือง
8. การหาอัตราทด
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รายละเอียดของแต่ละหัวข้อจะอธิบายดังต่อไปนี้

ตอซังข้าว

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณร้อยละ 20 ของพื้นที่ทั้งประเทศได้ผลผลิตข้าว 24 ล้านตันมีฟางข้าวเฉลี่ยประมาณปีละ 25.45 ล้านตันและมีปริมาณตอซังข้าวที่ตกค้างอยู่ในนาข้าว 16.9 ล้านตันต่อปีดังนั้นจึงนับได้ว่ามีปริมาณฟางข้าวและตอซังข้าวมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตอซังพืชชนิดอื่นโดยมีปริมาณฟางข้าวและตอซังมากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือคือจำนวน 13.7 และ 9.1 ล้านตันต่อปีรองลงมาคือภาคกลางและภาคตะวันออกมีจำนวนฟางข้าวและตอซัง 6.2 และ 4.1 ล้านตันต่อปีและในพื้นที่ปลูกข้าว 1 ไร่มีปริมาณฟางข้าวและตอซังโดยเฉลี่ยปีละ 650 กิโลกรัม ตอซังข้าวหรือฟางข้าวเป็นวัสดุที่ย่อยสลายง่ายมีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเฉลี่ย 99:1 มีปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชได้แก่ไนโตรเจนฟอสฟอรัสและโปแทสเซียมเฉลี่ย 0.51 0.14 และ 1.55 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณธาตุอาหารรองของพืชได้แก่แคลเซียมแมกนีเซียมและซัลเฟอร์เฉลี่ย 0.47 0.25 และ 0.17 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 2.1 ต้นข้าว (ปิยะ ไชยเกิด. 2552)

ภาพที่ 2.2 ตอซังข้าว (ปิยะ ไชยเกิด. 2552)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 2.1 แสดงปริมาณตอซังและฟางข้าวในแต่ละภาคของประเทศไทย (ล้านตันต่อปี)

ภาค	ข้าวนาปี		ข้าวนาปรัง		รวม
	ตอซัง	ฟางข้าว	ตอซัง	ฟางข้าว	
เหนือ	2.80	4.24	0.12	0.19	**7.36**
ตะวันออกเฉียงเหนือ	9.03	13.61	0.11	0.18	**22.93**
กลางและตะวันออก	3.32	5.01	0.79	1.20	**10.32**
ใต้	0.63	0.95	0.04	0.07	**1.69**
ปริมาณรวม	**15.80**	**23.81**	**1.08**	**1.64**	**42.33**

ภาพที่ 2.3 แสดงเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์ (บุญเจิด กาญจนา, 2552)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ผลเสียจากการเผาตอซัง

เกษตรกรที่เตรียมพื้นที่สำหรับปลูกข้าวโดยทำการเผาตอซังข้าวเพื่อให้เกิดความสะดวกในการไถเตรียมดินหรือเพื่อต้องการกำจัดวัชพืชและแมลงศัตรูพืชนั้นจะมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินทั้งทางด้านกายภาพเคมีและชีวภาพเนื่องจากความร้อนจากการเผาตอซังกล่าวคือ

1. ทำให้โครงสร้างของดินเปลี่ยนแปลงไปอนุภาคของดินจับตัวกันแน่นและแข็งทำให้รากพืชแคระแกร็นไม่สมบูรณ์และอ่อนแอการหาอาหารลดลงรวมทั้งเชื้อโรคพืชสามารถเข้าทำลายได้ง่าย

2. สูญเสียอินทรียวัตถุและธาตุอาหารในดินคาร์บอนและอินทรียวัตถุในดินเมื่อถูกเผาจะกลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูญเสียไปในบรรยากาศส่วนธาตุอาหารจะแปรสภาพให้อยู่ในรูปที่สามารถสูญเสียไปจากดินได้ง่าย

3. ทำลายจุลินทรีย์และแมลงที่เป็นประโยชน์ในดินทำให้ปริมาณและกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินลดลงเช่นกิจกรรมการเปลี่ยนก๊าซไนโตรเจนจากบรรยากาศให้อยู่ในรูปของสารประกอบไนโตรเจนที่พืชใช้ประโยชน์ได้การแปรสภาพอนินทรีย์ฟอสฟอรัสให้อยู่ในรูปของฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้และการย่อยสลายอินทรียสารเป็นการเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดินนอกจากนั้นตัวอ่อนของแมลงศัตรูพืช เช่น ตัวห้ำตัว

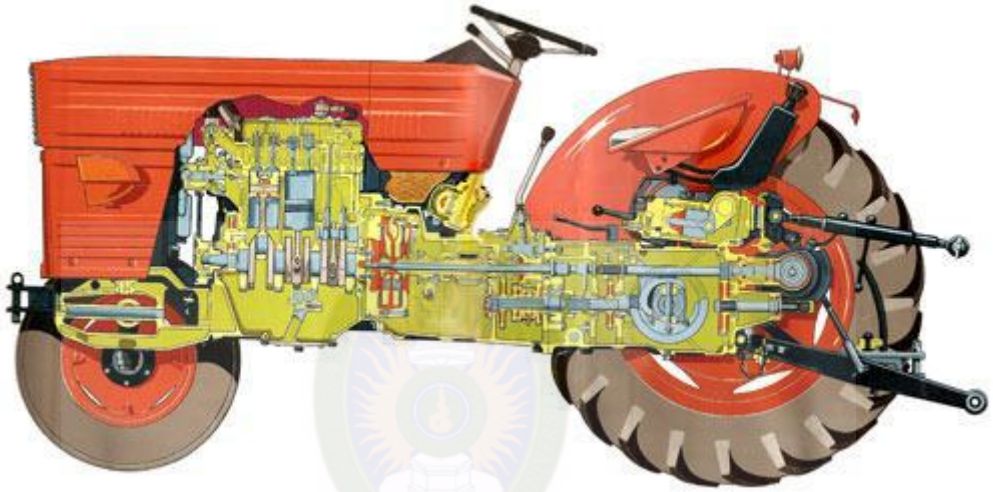
เบียนที่อาศัยอยู่ในดินหรือตอซังพืชรวมทั้งจุลินทรีย์ที่สามารถควบคุมโรคพืชถูกเผาทำลายไปซึ่งหากระบบนิเวศน์ของดินไม่สมดุลจะทำให้การแพร่ระบาดของโรคเกิดได้ง่ายขึ้น

4. สูญเสียน้ำในดินการเผาตอซังพืชทำให้ผิวดินมีอุณหภูมิสูงถึง 90 องศาเซลเซียส น้ำในดินจะระเหยสู่บรรยากาศอย่างรวดเร็วให้ความชื้นของดินลดลง

ภาพที่ 2.4 แสดงการสูญเสียของตอข้าวที่ถูกเผาทำลายหน้าดินที่มากรมพัฒนาที่ดินกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (http://www.ldd.go.th/menu_moc/POSTER/rice/rice.htm)

ระบบส่งกำลังของรถแทรกเตอร์

ระบบส่งกำลังของรถแทรกเตอร์จะทำหน้าที่ถ่ายทอดกำลังที่ได้รับจากเครื่องต้นกำลังอันได้แก่ เครื่องยนต์ไปให้กับล้อขับ เพลาอำนวยกำลังและพูลเลย์ขับสายพานที่ใช้อุปกรณ์พิเศษอื่น ๆ ระบบส่งกำลังจะทำหน้าที่สาคัญอยู่ 4 ประการด้วยกัน คือ



ภาพที่ 2.5 ระบบส่งกำลังของรถแทรกเตอร์ (ประณต กุลประสูติ, 2544)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(1) ตัด-ต่อกำลังงานระหว่างเครื่องยนต์กับเครื่องส่งกำลัง

(2) เลือกความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์หรือเครื่องจักรกล

(3) ทำให้รถแทรกเตอร์หรือเครื่องจักรกลเกิดการเคลื่อนที่ถอยหลัง

(4) ทำให้กำลังงานที่จัดส่งไปยังล้อขับมีความสมดุลขณะที่ทำการหันเลี้ยวรถแทรกเตอร์ หรือเครื่องจักรกล

ระบบส่งกำลังที่นิยมใช้กับรถแทรกเตอร์ในปัจจุบัน

ยังจำแนกออกได้เป็น 4 แบบด้วยกัน คือ

ภาพที่ 2.6 ระบบส่งกำลังที่นิยมใช้กับรถแทรกเตอร์ (ประณต กุลประสูติ, 2544)

1. ระบบส่งกำลังแบบธรรมดา

ระบบส่งกำลังแบบธรรมดาหรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าขับตรง (direct drive) เป็นแบบที่นิยมใช้กันมากที่สุดกับรถแทรกเตอร์ในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก และขนาดกลาง

ระบบส่งกำลังแบบนี้ มีส่วนประกอบขั้นพื้นฐานอยู่ 4 อย่างด้วยกัน คือ

(1) คลัตช์ (clutch)

(2) เครื่องส่งกำลังแบบธรรมดา (manual shift transmission)

(3) เฟืองท้าย (differential)

(4) เฟืองขับท้าย (final drive)

2. ระบบส่งกำลังแบบเพาเวอร์ชีฟต์ (Power shift transmission system)

สำหรับระบบส่งกำลังแบบนี้ประมาณร้อยละ 99 จะใช้ทอร์คอนเวอร์เตอร์ในการตัด-ต่อการส่งกำลังระหว่างเครื่องยนต์กับเครื่องส่งกำลังโดยที่ตัวเครื่องส่งกำลังเองจะเป็นแบบที่ใช้น้ำมันที่มีความดันสูงมาช่วยเปลี่ยนแปลงความเร็วและกลับทิศทางในการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์หรือเครื่องจักรกลระบบกำลังแบบนี้เป็นที่นิยมใช้กันมากกันรถแทรกเตอร์ขนาดใหญ่ และใหญ่มาก

3. ระบบส่งกำลังแบบไฮโดรสแตติก (hydrostatic transmission system)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ระบบส่งกำลังแบบไฮโดรสแตติกเป็นระบบส่งกำลังอีกแบบหนึ่งที่ใช้ของเหลวเป็นสื่อในการถ่ายทอดกำลังงานที่ได้รับจากเครื่องยนต์ไปยังล้อ ระบบส่งกำลังแบบนี้เครื่องยนต์จะทำหน้าที่ขับปั้มไฮดรอลิกให้หมุน จากนั้นมอเตอร์ไฮดรอลิกก็จะเปลี่ยนรูปจากความดันของน้ำมันให้เป็นแรงบิด และการหมุนอย่างต่อเนื่องเพื่อขับล้อของรถแทรกเตอร์หรือเครื่องจักรกลทำให้รถแทรกเตอร์หรือเครื่องจักรกลเคลื่อนที่ตามต้องการ

4. ระบบส่งกำลังแบบไฮโดรไดนามิก (hydrodynamic transmission system)

ระบบส่งกำลังแบบนี้ ส่วนประกอบที่สาคัญในระบบจะเหมือนกับระบบส่งกำลังแบบขับตรงและแบบเพาเวอร์ชีฟต์เกือบทุกประการจะแตกต่างกันไปบ้างก็เพียงแต่ระบบนี้จะใช้ทอร์คอนเวอร์แทนการใช้คลัตช์ในการตัดต่อการส่งกำลังงานระหว่างเครื่องยนต์กับเครื่องส่งกำลังส่วนตัวเครื่องส่งกำลังเองก็จะเป็นแบบที่ใช้น้ามันไฮดรอลิกที่มีความดันสูงมาช่วยในการเปลี่ยนแปลงความเร็วและกลับทิศทางในการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์หรือเครื่องจักร ระบบส่งกำลังแบบนี้มีส่วนประกอบขั้นพื้นฐานอยู่ 4 อย่างด้วยกัน คือ

(1) ทอร์กคอนเวอร์เตอร์ (torque converter)

(2) เครื่องส่งกำลัง (transmission)

(3) เฟืองท้าย (differential)

(4) เฟืองขับท้าย (final drive)

คานลากและจุดต่อพ่วง

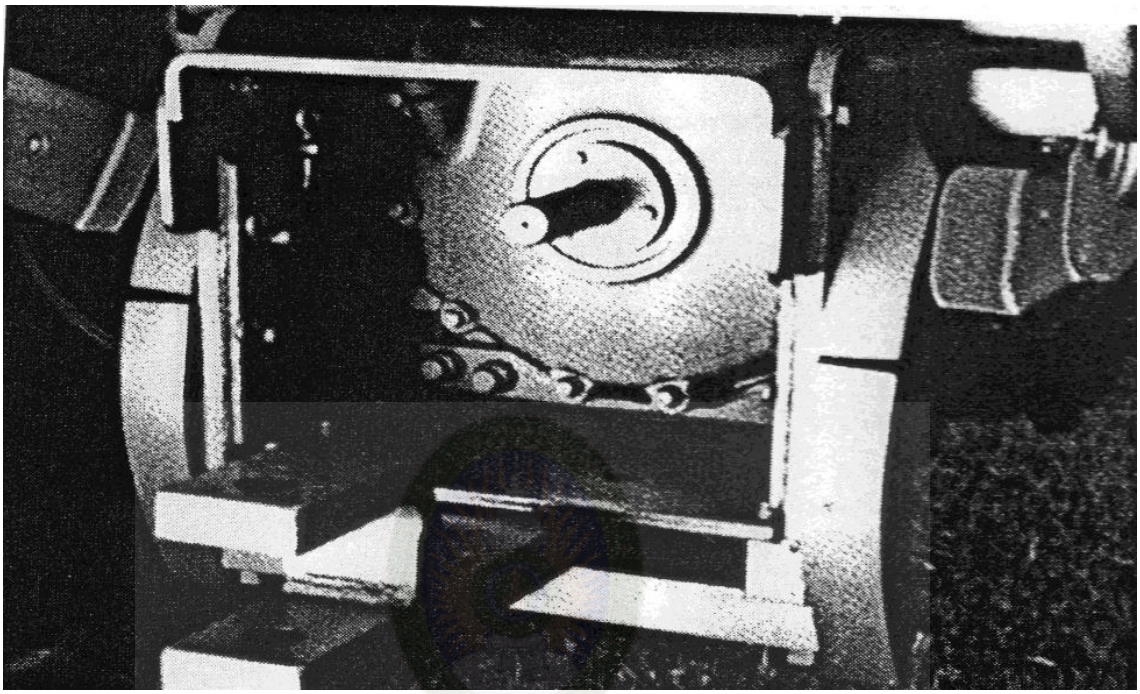
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คานลากและจุดต่อพ่วง (Drawbar and hitches) ทำหน้าที่เป็นจุดต่อพ่วงกับเครื่องทุ่นแรงชนิดต่าง ๆ จุดต่อพ่วงแบบ 3 จุด (Three point hitches) หรือแบบติดตั้งเป็นจุดต่อพ่วงกับเครื่องมือทุ่นแรงแบบมาตรฐาน ซึ่งประกอบด้วยแขนล่าง (Lower link) ก้านยก (Lift link) คันยก (Rock shaft) และแขนกลาง (Top link)

เพลาอำนวยกำลัง

เพลาอำนวยกำลัง เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ในเครื่องส่งกำลังของรถแทรกเตอร์ เพลาชนิดนี้ได้ถูกออกแบบสร้างเพื่อใช้ในการขับเครื่องมือทุ่นแรงอื่น ๆ อาทิ เครื่องตัดหญ้า เครื่องอัดฟาง เครื่องเก็บข้าวโพด และเครื่องเกี่ยวหญ้า เป็นต้น ดังภาพที่ 2.7

มาตรฐานความเร็วรอบของเพลาอำนวยกำลังซึ่งมีกาหนดโดยสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน จาแนกออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ชนิดความเร็วรอบ 540 รอบต่อนาที และชนิดความเร็วรอบ 1,000 รอบต่อนาที



ภาพที่ 2.7 เพลาอำนวยกำลังรถแทรกเตอร์ (ประณต กุลประสูติ, 2544)

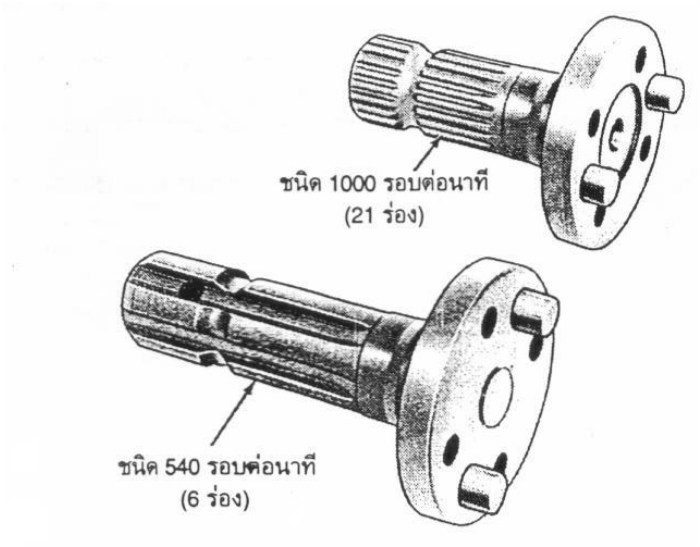
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(1) ชนิดความเร็ว 540 รอบต่อนาที

เพลาอำนวยกำลังชนิดนี้ยังสามารถจำแนกออกตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลาได้เป็น 2 แบบ ด้วยกันคือ แบบที่ใช้เพลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 มิลลิเมตร และแบบที่ใช้เพลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 มิลลิเมตรโดยที่เพลาแต่ละขนาดก็จะมีการเซาะรองที่แตกต่างกัน กล่าวคือ เพลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 มิลลิเมตร จะมีการเซาะร่องไว้ที่เพลา 6 ร่อง ขณะที่เพลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 มิลลิเมตร จะมีการเซาะร่องไว้ที่เพลาถึง 27 ร่อง

(2) ชนิดความเร็วรอบ 1,000 รอบต่อนาที

เพลาอำนวยกำลังชนิดนี้สามารถจำแนกออกตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลาได้เป็น 2 แบบ ด้วยเช่นกัน โดยมีขนาดเดียวกันกับเพลาอำนวยกำลังชนิดความเร็ว 540 รอบต่อนาที สำหรับเพลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 มิลลิเมตร เพลาจะถูกเซาะร่องไว้ 21 ร่อง ขณะที่เพลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 มิลลิเมตรจะถูกเซาะร่องเพียงแค่ 20 ร่อง

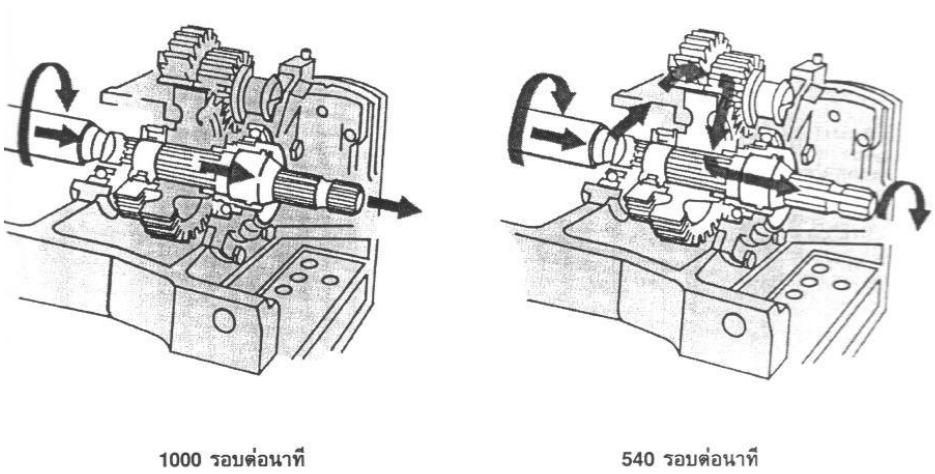


ภาพที่ 2.8 เพลาอำนวยกำลังชนิดความเร็วต่าง ๆ (จำเนียร ศิลปะวานิช, 2538)

(3) เพลาอำนวยกำลังชนิดความเร็วคู่

รถแทรกเตอร์ขนาดกลางและขนาดใหญ่โดยทั่วไป อาจติดตั้งเพลาอำนวยกำลังความเร็วเดียวชนิด 540 รอบต่อนาที หรือ ชนิด 1,000 รอบต่อนาทีก็ได้ ซึ่งในเพลาอำนวยกำลังชนิดนี้จะมีทั้งชนิดที่เพลาอำนวยกำลังแต่ละความเร็วแยกออกจากกันแบบถาวร หรืออาจจะเป็นชนิดเพลาอำนวยกำลังทุกความเร็วอยู่รวมกัน แต่สามารถสับเปลี่ยนหรือเลือกใช้ความเร็วใดความเร็วหนึ่งได้ที่เรียกว่าเพลาอำนวยกำลังชนิดความเร็วคู่

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 2.9 การทำงานของเพลาอำนวยกำลังชนิดความเร็วคู่ (จำเนียร ศิลปะวานิช, 2538)

เฟือง

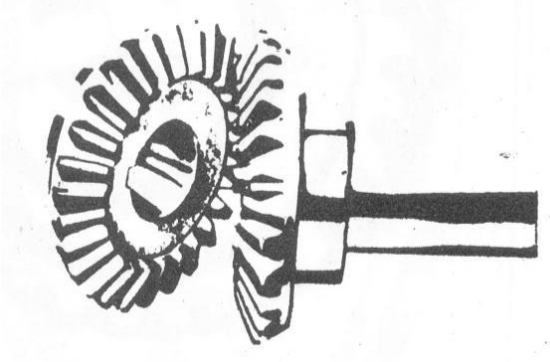
1. เฟืองดอกจอก

เมื่อเพลาสองเพลาวางทำมุมต่อกัน เส้นแนวแกนตัดกันเป็นมุม 90 องศา ปกติจะใช้เฟืองดอกจอกเป็นตัวส่งกำลัง เมื่อเพลาทำมุมฉากและเฟืองสองตัวมีขนาดเท่ากัน เราเรียกเฟืองดอกจอกชนิดนี้ว่า pinion gear การส่งกำลังขับเฟืองดอกจอกไม่จาเป็นที่เพลาจะทำมุมฉากเสมอไป แกนเพลาอาจจะตัดกันเป็นมุมมากหรือน้อยกว่าก็ได้

หลักการทำงานของเฟืองดอกจอก ถ้ามีเพลาสองเพลาทำมุมซึ่งกันและกัน และเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลาทั้งสองตัดกัน รูปแบบของการส่งกำลังขับจากเพลาหนึ่งไปยังอีกเพลาหนึ่งจะอาศัยความฝืดหรือแรงเสียดทานของล้อกรวยกลม ในการส่งกำลังขับมาก ๆ นั้น ล้อกรวยกลมทั้งสองอาจจะลื่นไถลได้ซึ่งทำให้การส่งกำลังเป็นไปอย่างสม่าเสมอในกรณีเช่นนี้ถ้าเราสร้างฟันเฟืองขึ้น โดยรอบผิวของล้อกรวยกลมให้ขับกันแล้วจะทำให้ล้อกรวยกลมมีการส่งกำลังขับในรูปแบบที่แน่นอนกว่า จากหลักการดังกล่าวเฟืองที่สร้างขึ้นนี้เรียกว่า เฟืองดอกจอก (bevel gear)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 2.10 เฟืองดอกจอกที่เพลาทำมุมฉากกัน (จำเนียร ศิลปะวานิช, 2538)



ภาพที่ 2.11 เฟืองดอกจอกที่เพลาไม่ทำมุมฉากกัน (จำเนียร ศิลปะวานิช, 2538)

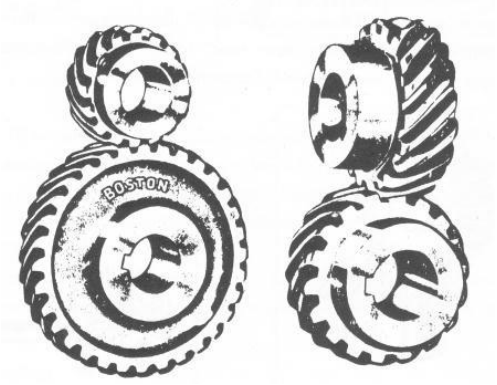
2. เฟืองตรง (spur gear)

เฟืองตรงเป็นเฟืองที่ใช้ส่งกำลังขับระหว่างเพลาสองเพลาที่ขนานกัน ฟันของเฟืองชนิดนี้มีลักษณะตรงและขนานกับเพลาของตัวมันเอง เมื่อเฟืองสองตัวมีขนาดที่แตกต่างกันขับกันเฟืองตัวใหญ่เรียกว่า เกียร์ เฟืองตัวเล็กเรียกว่า pinion เฟืองตรงจะใช้ส่งกำลังขับสาหรับงานที่ต้องการความเร็วขับไม่มากนัก

ภาพที่ 2.12 เฟืองตรง (จำเนียร ศิลปะวานิช, 2538)

3. เฟืองเฉียง (helical gear)

ใช้สำหรับการส่งกำลังขับระหว่างเพลาที่ขนานกันหรือเพลาทำมุมต่อกัน เฟืองเฉียงมีลักษณะการขับที่เรียบและมีเสียงเงียบกว่าเฟืองตรงในขณะที่มีขนาดและระยะฟิตเท่ากัน อย่างไรก็ตาม เมื่อเฟืองชนิดนี้หมุนจะทำให้เกิดแรงชุดที่ปลายเพลา (end thrust) จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้แบริ่งรองรับเพลาเพื่อแก้ปัญหา (จำเนียร, 2538)



ภาพที่ 2.13 เฟืองเฉียง (จำเนียร ศิลปะวานิช, 2538)

การหาอัตราทด

อัตราทดความเร็วรอบ คือ ความเร็วที่วัตถุเคลื่อนที่ในเส้นรอบวงรอบจุดศูนย์กลางของวงกลม ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่เป็นวงกลม สมการที่ใช้คำนวณหาขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางของตัวขับ ตัวตาม และความเร็วรอบของตัวขับและตัวตามซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.1

$$I = \frac{N_1}{N_2} = \frac{D_2}{D_1} \qquad (2.1)$$

เมื่อ

I คือ อัตราทด

N_1 คือ ความเร็วของตัวขับ (รอบต่อนาที)

N_2 คือ ความเร็วของตัวตาม (รอบต่อนาที)

D_1 คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวขับ (มิลลิเมตร)

D_2 คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวตาม (มิลลิเมตร)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ปิยะ ไชยเกิด (2552) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการเผาฟางข้าวและการจัดการฟางในรูปแบบต่าง ๆ ต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตข้าวพบว่าชาวนาควรจะจัดการฟางขาวโดยปลอยเศษฟางขาวที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวใหสลายตัวในแปลงโดยไมตองสับฟางขาวหรือใสเชื้อจุลินทรียทั้งนี้เพื่อชดเชยปริมาณอินทรียวัตถุที่สลายไปในดินเปนแหลงคารบอนสำหรับจุลินทรียดินและเปนการหมุนเวียนธาตุอาหารบางสวนที่ขาวดูดมาจากดินชาวนาจึงไมควรเผาฟางขาวเนื่องจากเปนการเพิ่มปริมาณคารบอนไดออกไซดในบรรยากาศซึ่งเปนสาเหตุหนึ่งที่ทำใหเกิดภาวะเรือนกระจกถามีการจัดการฟางขาวดวยวิธีนี้ติดตอกันเปนระยะเวลาที่ยาวนานขึ้นจะชวยลดปริมาณการใชปุยไนโตรเจนและปุยโพแทชไดบางสวนเนื่องจากปริมาณไนโตรเจนฟอสฟอรัสโพแทสเซียมและกำมะถันที่อยูในฟางขาวและตนตอซึ่งเหลืออยูในแปลงมี 3.34 กก.N/ไร, 0.18 กก.P/ไร, 10.00 กก.K/ไร และ 0.22 กก.S/ไร

ปรารภ คันธวัน (2548) ได้ศึกษาเกี่ยวกับแนวทางลดการเผาฟางข้าวของเกษตรกรบ้านโนนจั่นตำบลทุ่งทองอำเภอทรายทองวัฒนาจังหวัดกำแพงเพชรพบว่าสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกษตรเผาฟางข้าวเพราะฟางข้าวเป็นอุปสรรคต่อการไถเตรียมดินในการปลูกข้าวและต้องเร่งเตรียมดินปลูกข้าวใหม่โดยเฉพาะแนวของฟางข้าวที่รถเกี่ยวนวดพ่นออกมาจะมีฟางข้าวเป็นจำนวนมากที่เป็นอุปสรรคต่อการ

ไถเตรียมดินเพราะฟางไม่มีการกระจายตัวกองสุมกันหนาเป็นแนวยาวเมื่อไถปั่นจะติดจอบหมุนทำให้ไถไม่เข้าถ้าใช้รถไถเดินตามจะหนุนผานไถไม่เข้าเป็นอุปสรรคต่อการทำเทือกถ้าฟางข้าวกองสุมกันจะทำให้ข้าวบริเวณนั้นได้รับความเสียหายเนื่องจากฟางข้าวจะลอยบนดินเมล็ดข้าวไม่สามารถหยั่งรากลงดินได้จะแห้งตายหลังจากงอกออกมาประมาณ 7-10 วันมีเกษตรกรบางรายคิดว่าการเผาฟางจะช่วยฆ่าไข่ของแมลงศัตรูพืชช่วยทำลายโรคแมลงถ้าไม่เผารถไถปั่นจะไม่ไถปั่นเตรียมดินให้

สมเดช อิงคะวะระ (2545) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบการต้านทานการสึกหรอของสลักข้อโซ่ตีนตะขาบรถเกี่ยวข้าวที่ใช้งานในประเทศจากผลการวิจัยสามารถใช เปนแนวทางเบื้องตนในการพิจารณาเลือกใชสลักขอโซฯไดงายขึ้นซึ่งการกำหนดคุณลักษณะทางดานกรรมวิธีทางความรอนใหกับสลักขอโซฯ วาคุณลักษณะใดดีที่สุดและเหมาะสมตอการนำไปใชงานเพื่อใหสลักขอโซฯมีประสิทธิภาพในการตานทานการสึกหรอดีที่สุดนั้นจึงควรที่จะดำเนินการศึกษาโดยละเอียดและใชการทดสอบในระยะยาวอีกทั้งในการเลือกใชวัสดุชนิดใหมมาทำการผลิตสลักและเปลี่ยนขั้นตอนการผลิตจากการชุบผิวแข็งดวยวิธีกระแสเหนี่ยวนำเปนการเพิ่มความแข็งที่ผิวดวยวิธีคารบูไรเซชั่น (Carburization) อาจจะเปนวิธีการผลิตสลักขอโซรถเกี่ยวขาวที่ทำใหสลักขอโซฯมีแนวโนมของอัตราการสึกหรอที่ดีขึ้นจึงควรที่จะมีการศึกษาและวิจัยโดยละเอียดถึงคุณลักษณะทางดานกรรมวิธีทางความรอนและความตานทานการสึกหรอเพื่อหาคุณลักษณะที่เหมาะสมตอการนำไปใชงานอีกทั้งยังเปนการพัฒนาและพึ่งพาตนเองทางเทคโนโลยีการผลิตชิ้นสวนเครื่องจักรกลการเกษตรภายในประเทศซึ่งถาผูผลิตในประเทศไดปรับปรุงใหมีคุณลักษณะเฉพาะคลายกับของตางประเทศได ก็จะทำใหผูใชเลือกใชของที่ผลิตในประเทศซึ่งจะเปนการชวยลดการนำเขาชิ้นสวนดังกลาวจากตางประเทศได

ทวีชัย นิมาแสง (2554) ออกแบบและสร้างเครื่องตัดหญ้าแบบนั่งขับขนาดเล็ก เครื่องต้นแบบทดลองมีขนาด 92 × 173 ×112 เซนติเมตร เครื่องยนต์เบนซินมีขนาด 5.5 กำลังม้า ถูกติดตั้งเพื่อใช้กับระบบเคลื่อนที่และระบบประจุกระแสไฟฟ้าให้แบตเตอรี่ในขณะที่มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 0.2 กำลังม้าในการขับชุดใบมีดตัดหญ้าด้วยความเร็ว 2,035 รอบต่อนาที ความสูงในการตัดสามารถปรับได้โดยชุดเฟืองสะพานกับเฟืองตรงซึ่งควบคุมโดยมอเตอร์ความเร็วต่ำจากการทดสอบสมรรถนะในการทำงาน 3 ครั้งบนสนามหญ้าที่มีขนาด 5×20 เมตร ผลการทดลองแสดงค่าเฉลี่ยความสามารถในการทำงานเชิงพื้นที่มีค่าเท่ากับ 0.58 ไร่ต่อชั่วโมง ที่ประสิทธิภาพ 50.1 เปอร์เซ็นต์ และยังพบว่า ความเร็วเฉลี่ยในการทำงานเท่ากับ 6.12 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเบนซิน 1.7 ลิตรต่อไร่

บุญเจิด กาญจนา (2552) ได้ประดิษฐ์เครื่องตัดหญ้าและเก็บใบไม้ ที่นำมาเสนอนี้ มีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 3 ชุดคือ ชุดต้นกำลังและส่งกำลัง ใช้แทรกเตอร์ขนาด 20 แรงม้าเป็นต้นกำลังและส่งกำลังด้วยเพลาอำนวยกำลัง ชุดตัดหญ้าจะอยู่เยื้องศูนย์กลางเครื่องด้านหน้า มีใบมีด 2 ใบ และชุดเก็บหญ้าจะเป็นแปรงขนาดกว้าง 1 เมตร 4 ใบ ปัดทวนกับแนวการเคลื่อนที่ของแทรกเตอร์ โดยมี

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การทำงานคือเมื่อต่อพ่วงเครื่องมือเข้ากับแทรกเตอร์แบบกึ่งติดตั้ง แล้วเดินเครื่องโดยใช้เกียร์เพลาอำนวยกำลังที่เกียร์ 1 และระดับความเร็วที่ H (หรือเครื่องคูโบตาจะเป็น 1) และใช้เกียร์เดินหน้าเกียร์ 2 เดินเครื่องที่ความเร็วรอบเครื่อง 1,900 รอบต่อนาที จะได้ความเร็วรอบของเพลาอำนวยกำลัง 540 รอบต่อนาที ส่งกำลังผ่านไปชุดเฟืองทด 1:4 ของความเร็วเพลาตามต่อด้วยเพลาขับ ความเร็วของแปรงในการเก็บหญ้า 207 รอบต่อนาที ความเร็วตัด 6:4 เมตรต่อวินาที ใช้ความเร็วรอบในการตัด 1,104 รอบต่อนาที ใช้ความเร็วตัด 46.24 เมตรต่อวินาที หน้ากว้างในการตัด 0.80 เมตร หน้ากว้างในการเก็บ 1 เมตร ความเร็วของแทรกเตอร์ 6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ความกว้างในการเก็บ 1 เมตร ความเร็วของแทรกเตอร์ 6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ได้ความสามารถในการทำงาน 3 ไร่ต่อชั่วโมง และได้ประสิทธิภาพของเครื่องฯ 72.3 เปอร์เซ็นต์

มงคล กวางวโรภาส (2551) ทดสอบรถตัดหญ้าชนิดนั่งขับขนาดเล็กเพื่อใช้ในสวนผลไม้และในพื้นราบ โดยรถตัดหญ้าชนิดนี้เป็นชนิดนั่งขับสี่ล้อใช้เครื่องยนต์ดีเซลที่มีขนาด 8-10 แรงม้าเป็นต้นกำลัง การถ่ายทอดกำลังของตัวรถใช้ห้องเกียร์แบบรถไถเดินตามชนิดบีบคลัชเลี้ยว มีเกียร์เดินหน้าสองจังหวะและถอยหลังหนึ่งจังหวะในการเลี้ยวใช้วิธีเหยียบคลัชเบรค ล้อด้านที่ต้องการเลี้ยวร่วมกับการหักพวงมาลัย ทำให้เลี้ยวได้วงแคบโดยมีรัศมีวงเลี้ยวเพียง 2.7 เมตร ชุดกลไกตัดหญ้าประกอบด้วยใบมีดสองชุดหมุนสวนทางกัน เพื่อให้หญ้าที่ถูกตัดเหวี่ยงออกไปทางด้านหลัง ทั้งตัวรถและชุดกลไกตัดหญ้ารับกำลังจากเครื่องยนต์ผ่านพูเล่ย์และสายพานมายังห้องเกียร์ ขีดความสามารถในการตัดหญ้าบนพื้นราบชั่วโมงละ 1.4 ไร่ มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงชั่วโมงละ 1.2 - 1.4 ลิตร ใบมีดเป็นชนิดหมุนตามแนวราบใช้หลักการตัดแบบกระทบตัดความเร็วตามแนวเส้นรอบวงของใบมีดเท่ากับ 40 เมตรต่อวินาที ความกว้างในการตัด 0.8 เมตร ความเร็วขณะทำการตัดประมาณ 1.1 เมตรต่อวินาที

สัมพันธ์ อดจันทร์และ สุธน ราษฎรอาศัย (2547) ทดลองการทำงานของรถตัดหญ้าแบบนั่งขับ ที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 1,953, 2,122, 2,354 และ2,512 รอบต่อนาทีตามลำดับ ผลการทดลองปรากฏว่าที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 2,122 รอบต่อนาที ประสิทธิภาพในการตัดโดยความเร็วของการเคลื่อนที่ของรถตัดหญ้าที่เฉลี่ย 1.73 กิโลเมตรต่อชั่วโมงได้พื้นที่ 0.64 ไร่ต่อชั่วโมง คิดเป็นประสิทธิภาพในการทำงานทางไร่ 98.43 เปอร์เซ็นต์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยมีขั้นตอนและรายละเอียดของงาน ดังนี้

1. วัสดุอุปกรณ์
2. วิธีการสร้างและทดสอบ

วัสดุอุปกรณ์

ตารางที่ 3.1 วัสดุที่ใช้ในการสร้างเครื่องตัดตอซังข้าว

ลำดับ	รายการ		จำนวน
1	เหล็กซี	ขนาด 4 นิ้ว	1 เส้น
2	เหล็กฉาก	ขนาด 2.5 × 2.5 นิ้วขนาดความหนา 5 มิลลิเมตร	1 เส้น
3	เหล็กฉาก	ขนาด 2.5 × 2.5 นิ้ว ขนาดความหนา 3 มิลิเมตร	1 เส้น
4	เหล็กแบน	ขนาด 2.5 นิ้ว ขนาดความหนา 3 มิลลิเมตร	1 เส้น
5	เหล็กแบน	ขนาด 3.5 นิ้ว ขนาดความหนา 3 มิลลิเมตร	1 เส้น
6	เหล็กแผ่น	ขนาด 1 × 5 เมตร ขนาดความหนา 1.5 มิลลิเมตร	1 แผ่น
7	พลูเล่ย์	ขนาด Ø9 นิ้ว รูเพลา Ø1 นิ้ว	1 อัน
8	พลูเล่ย์	ขนาด Ø6 นิ้ว รูเพลา Ø2.5 นิ้ว	1 อัน
9	ลูกปืนตุ๊กตา	ขนาด Ø20 มิลลิเมตร	2 ตัว
10	ลูกปืนตุ๊กตา	ขนาด Ø76 มิลลิเมตร	1 ตัว
11	สายพานร่อง A	ขนาด 810 มิลลิเมตร	1 เส้น
12	ชุดเฟืองทด		1 ชุด

ตารางที่ 3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างและเครื่องมือทดสอบ

ลำดับ	รายการ	จำนวน
1	ตู้เชื่อมไฟฟ้า	1 เครื่อง
2	เครื่องเจียระไนมือไฟฟ้า	1 เครื่อง
3	เครื่องเจาะแท่น	1 เครื่อง

ลำดับ	รายการ	จำนวน
4	เครื่องตัดเหล็ก	1 เครื่อง
5	เครื่องวัดความเร็วรอบเพลา	1 เครื่อง

วิธีการสร้างและทดสอบ

1. วิธีการสร้างเครื่องตัดตอซังข้าว มีดังนี้

1.1 ศึกษาข้อมูลจากคู่มือการใช้งานของแทรกเตอร์ โดยเกียร์ต่ำ (Low3) และเกียร์สูง (High 1) เป็นเกียร์ที่ใช้งานทางด้านการตัดตอซังข้าว

1.2 สร้างโครงเครื่องตัดหญ้าโดยใช้เหล็กชีขนาด 4 นิ้วขนาด 0.6 × 1 เมตร ดังภาพที่ 3.1 เพื่อเป็นโครงยึดอุปกรณ์

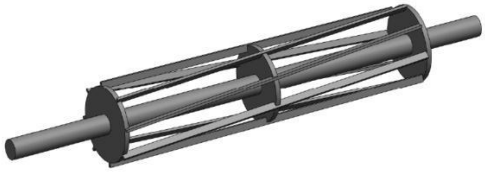
(ก) โครงสร้างเครื่องที่ออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์ (ข) โครงสร้างเครื่องที่สร้าง

ภาพที่ 3.1 โครงสร้างเครื่องตัดหญ้า

1.3 สร้างชุดติดตั้งใบมีด

โครงสร้างของชุดติดตั้งใบมีดจะมีขนาดของความยาวเท่ากับ 800 มิลลิเมตร ชุดใบมีดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 180 มิลลิเมตร มุมเอียงของใบมีดมี ขนาด 50 องศาเพื่อใช้เป็นโครงสำหรับติดใบมีดดังภาพที่ 3.2

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



(ก) ชุดติดตั้งใบมีดที่ออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์ (ข) ชุดติดตั้งใบมีดที่สร้าง

ภาพที่ 3.2 ชุดติดตั้งใบมีด

1.4 สร้างใบมีด

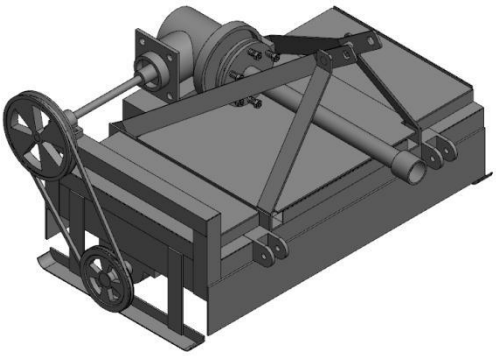
ชุดใบมีดทาจากเหล็กแผ่น มีขนาดความหนา 3.5 มิลลิเมตร ยาว 800 มิลลิเมตร นำมาเจาะรูทั้งหมด 4 รู ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูที่เจาะเท่ากับ 12 มิลลิเมตร และจึงนามาเจียระไนให้ได้มุมเอียง 45 องศา เพื่อให้เกิดความคมของใบมีดดังภาพที่ 3.3 เพื่อใช้เป็นใบมีดในการตัดหญ้า

(ก) ชุดใบมีดที่ออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์ (ข) ชุดใบมีดที่สร้าง

ภาพที่ 3.3 ชุดใบมีด

1.5 ประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ

นำชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ทำเสร็จแล้วมาประกอบเข้าด้วยกัน



(ก) ระบบถ่ายทอดกาลังที่ออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์

(ข) ระบบถ่ายทอดกาลังที่สร้าง

ภาพที่ 3.4 เครื่องตัดตอซังข้าวแบบใบมีด

1.6 ระบบถ่ายทอดกำลัง

ระบบถ่ายทอดกำลังเป็นการส่งถ่ายทอดกำลังมาจากเพลาอำนวยกำลังของแทรกเตอร์ ซึ่งเพลาอำนวยกำลังที่ใช้จะมีรอบที่ 540 และ 800 รอบต่อนาที และส่งมายังชุดเฟืองทดเพื่อเปลี่ยนแกนหมุนของเพลาชุดเฟืองทดจะต่อกับพลูเล่ย์ขับ จากนั้นก็ส่งมายัง พลูเล่ย์ตามซึ่งติดกับใบมีดกรงกระรอก ดังภาพที่ 3.5

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

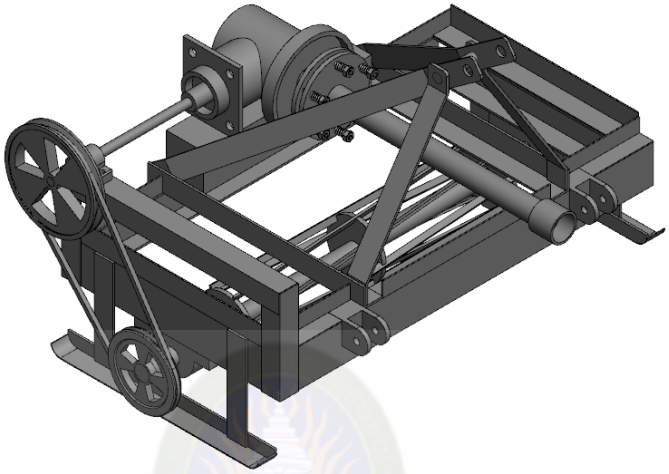
ภาพที่ 3.5 แบบระบบถ่ายทอดกำลัง

ภาพที่ 3.6 ชุดเฟืองทด

ภาพที่ 3.7 ชุดเก็บตอซังข้าว

1.7 หลักการทางานของเครื่องตัดตอซังข้าวแบบใบมีดติดท้ายแทรกเตอร์

เครื่องตัดหญ้าแบบใบมีดกรงกระรอกติดท้ายแทรกเตอร์จะทำงานโดยใช้เพลาอำนวยกำลังของแทรกเตอร์เป็นต้นกำลังส่งกำลังมายังชุดเฟืองทดเพื่อเปลี่ยนทิศทางการหมุนของเพลา ซึ่งจะติดกับพลูเล่ย์ขับจากนั้นจะถ่ายทอดกำลังด้วยสายพานไปยังพลูเล่ย์ตามที่ติดกับ ใบมีดแบบกรงกระรอกจะทำให้ใบมีดแบบกรงกระรอกทำงานในลักษณะหมุน ดังภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.8 เครื่องตัดหญ้าแบบใบมีด

2. การทดสอบการทางานของเครื่องตัดหญ้าแบบใบมีด

2.1 การทดสอบการทางานของเครื่อง

การทดสอบการตัดหญ้าในระยะทาง 0.8 × 40 เมตร (ความกว้างใบตัด × ระยะทาง) โดยใช้ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ 1,000 และ 2,000 รอบต่อนาทีใช้เกียร์ต่ำ (Low3) และเกียร์สูง (High1) และใช้ความเร็วรอบของเพลาอานวยกำลังที่ 540 และ 800 รอบต่อนาที หาเวลาการทำงานของเครื่องและของกลไกการทำงานของเครื่อง ดังภาพที่ 3.9 และภาพที่ 3.10

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 3.9 พื้นที่ในการทดสอบ

2.3 การคำนวณหาประสิทธิภาพ

แทรกเตอร์เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 2.61 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เครื่องตัดตอซังข้าวใบมีดมีความกว้าง 0.80 เมตร เคลื่อนที่ได้ระยะทาง 40 เมตร ใช้เวลาในการทดสอบ 1.49 นาที

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1. หาความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี (Theoretical Field Capacity, TFC.)

จากสูตร

ความสามารถทางทฤษฎี (TFC.) = ความกว้าง x ความเร็ว

แทนค่า

ความสามารถทางทฤษฎี (TFC) = 0.80 m × 2.61 km/hr x 1 km x 1 ไร่/ 1,600 m^2

(TFC) = 1.31 ไร่/ชั่วโมง

2. หาความสามารถในการทำงานจริง (Effective Field Capacity, EFC.)

จากสูตร

ความสามารถในการทางานจริง (EFC.) = (พื้นที่ที่ทำงานได้ /เวลาที่ทำงาน)

แทนค่า

= (0.8 m x 40 m) / 1.49 min

= 21.47 m^2/min

= (21.47 m^2/min) x (60 min/hr) x (1 ไร่/1,600 m^2)

(EFC.) = 0.80 ไร่/ ชั่วโมง

3. หาประสิทธิภาพการทำงานทางไร่ (Field Efficiency, EFF.)

จากสูตร

ประสิทธิภาพการทำงานทางไร่ (EFF.) = (ความสามารถทางไร่/ความสามารถทางทฤษฎี) × 100

แทนค่า

= (0.8/1.305) ×100

= 61.30%

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 4

ผลการวิจัย

บทนี้เป็นการแสดงผลการวิจัยของการออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดตอข้าวแบบต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ เพื่อทดสอบสมรรถนะของเครื่องตัดตอซังข้าว ผลการศึกษาจะได้แสดงดังต่อไปนี้

ผลการศึกษา

การทดสอบกำหนดค่าความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ 1,000 และ 2,000 รอบต่อนาทีและกำหนดความเร็วรอบของเพลาอำนวยกำลังที่ 540 และ 800 รอบต่อนาที โดยใช้เกียร์ต่ำ (Low 3) และเกียร์สูง (High 1) ขนาดพื้นที่ในการทดลองกว้าง 0.80 เมตร ยาว 40 เมตร

ตารางที่ 4.1 การทดสอบโดยใช้เกียร์ต่ำ (Low 3)

ครั้งที่	เวลาในการทดสอบ (min.)			
	PTO 540rpm.		PTO 800rpm.	
	1,000 rpm.	2,000 rpm.	1,000 rpm.	2,000 rpm.
1	1.49	1.36	1.42	1.30
2	1.48	1.37	1.40	1.29
3	1.50	1.38	1.41	1.28
เฉลี่ย	1.49	1.37	1.40	1.29
EFC	0.80	0.87	0.85	0.93
EFF	61.30 %	66.66 %	65.68 %	71.26 %

หมายเหตุ TFC. คือ ประสิทธิภาพการทำงานทางทฤษฎี มีค่าเท่ากับ 1.31 ไร่ต่อชั่วโมง
EFC. คือ ความสามารถในการทำงานจริง (ไร่ต่อชั่วโมง)
EFF. คือ ประสิทธิภาพการทำงานทางไร่ (เปอร์เซ็นต์)

การทดสอบใช้เกียร์ต่ำ (Low3) โดยใช้ความเร็วรอบของเพลาอำนวยกำลัง 540 รอบต่อนาที ที่ความเร็วรอบ 1,000 รอบต่อนาที ใช้เวลาในการเคลื่อนที่เฉลี่ย 1.49 นาทีได้ประสิทธิภาพการทำงานทางไร่เท่ากับ 61.30 เปอร์เซ็นต์ และที่ความเร็วรอบ 2,000 รอบต่อนาที ใช้เวลาในการเคลื่อนที่เฉลี่ย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.37 นาที ได้ประสิทธิภาพการทำงานทางไร่ 66.66 เปอร์เซ็นต์ แต่ความเร็วรอบของเพลาอำนวยกำลัง 800 รอบต่อนาที ที่ความเร็วรอบ1,000 รอบต่อนาที ใช้เวลาในการเคลื่อนที่เฉลี่ย 1.40 นาทีได้ประสิทธิภาพการทำงานทางไร่ 65.68 เปอร์เซ็นต์ และที่ความเร็วรอบที่ 2,000 รอบต่อนาที ใช้เวลาในการเคลื่อนที่เฉลี่ย 1.29 นาที ได้ประสิทธิภาพการทำงานทางไร่ 71.26 เปอร์เซ็นต์

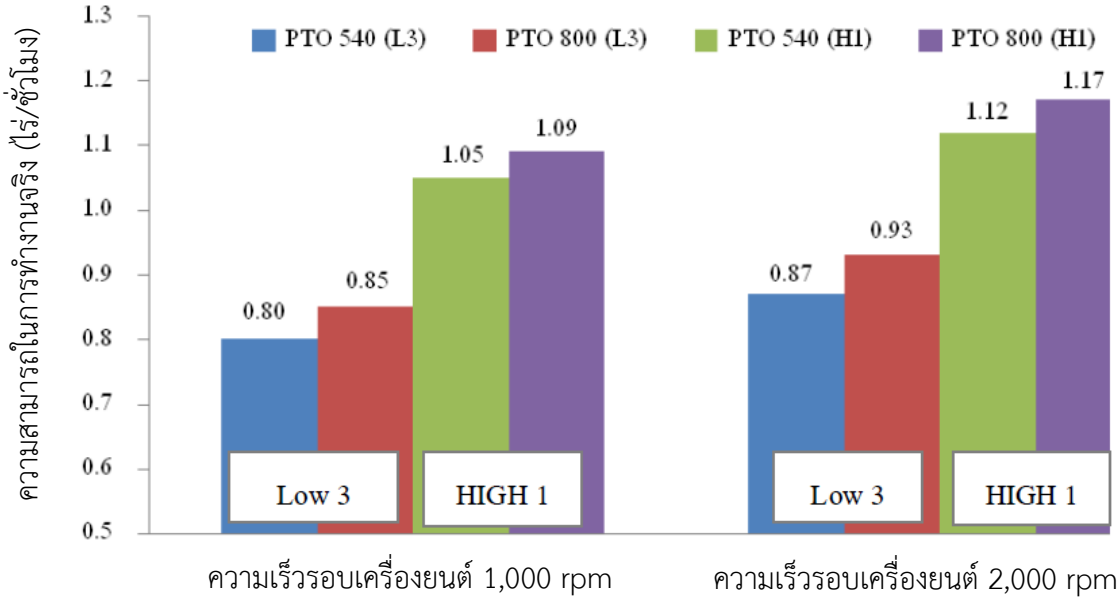
ตารางที่ 4.2 การทดสอบโดยใช้เกียร์สูง (High 1)

ครั้งที่	**เวลาในการทดสอบ (min.)**			
	PTO 540rpm.		**PTO 800rpm.**	
	1,000 rpm.	**2,000 rpm.**	**1,000 rpm.**	**2,000 rpm.**
1	1.13	1.07	1.09	1.02
2	1.15	1.08	1.10	1.03
3	1.14	1.06	1.11	1.01
เฉลี่ย	1.14	1.07	1.10	1.02
EFC	1.05	1.12	1.09	1.17
EFF	80.45 %	85.82 %	83.52 %	89.65 %

หมายเหตุ TFC. คือ ประสิทธิภาพการทำงานทางทฤษฎี มีค่าเท่ากับ 1.31 ไร่ต่อชั่วโมง
EFC. คือ ความสามารถในการทำงานจริง (ไร่ต่อชั่วโมง)
EFF. คือ ประสิทธิภาพการทำงานทางไร่ (เปอร์เซ็นต์)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

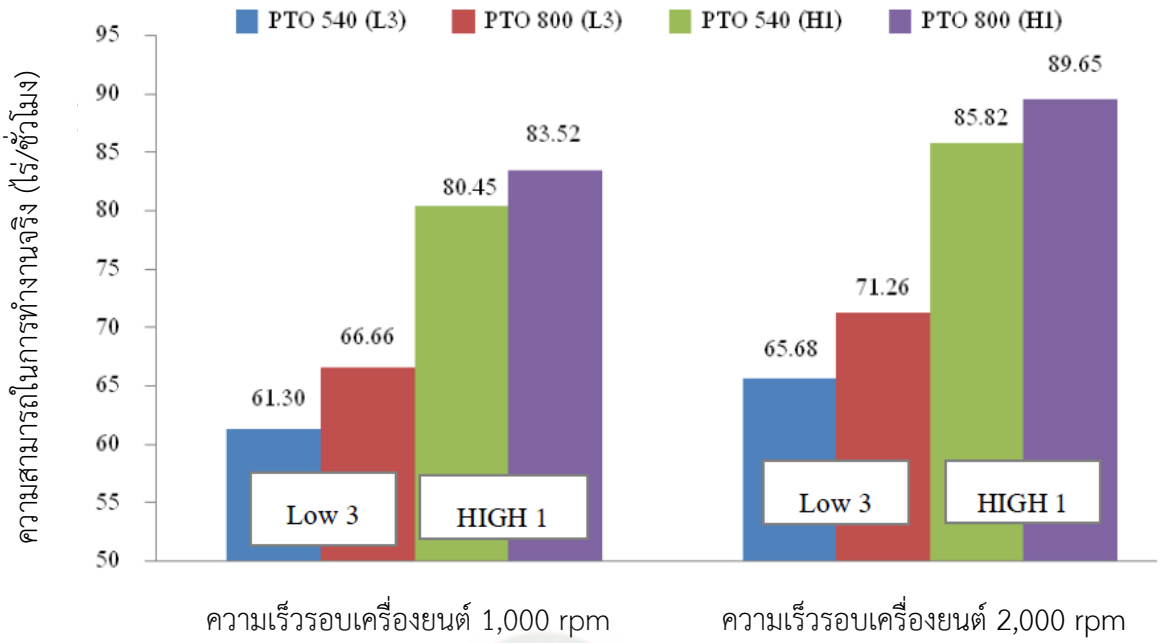
จากการทดสอบตัดตอซังข้าวในการใช้เกียร์สูง (High 1) โดยใช้ความเร็วรอบของเพลาอำนวยกำลังที่ 540 รอบต่อนาที ที่ความเร็วรอบ 1,000 รอบต่อนาที จะใช้เวลาการเคลื่อนที่เฉลี่ย 1.14 นาทีได้ประสิทธิภาพการทำงานทางไร่ 80.45 เปอร์เซ็นต์ และความเร็วรอบที่ 2,000 รอบต่อนาที จะใช้เวลาการเคลื่อนที่เฉลี่ย 1.07 นาที ได้ประสิทธิภาพการทำงานทางไร่ 85.82 เปอร์เซ็นต์ ส่วนความเร็วรอบของเพลาอำนวยกำลัง 800 รอบต่อนาที ที่ความเร็วรอบ 1,000 รอบต่อนาที จะใช้เวลาการเคลื่อนที่เฉลี่ย 1.10 นาที ได้ประสิทธิภาพการทำงานทางไร่ 83.52 เปอร์เซ็นต์ และที่ความเร็วรอบ 2,000 รอบต่อนาที จะใช้เวลาการเคลื่อนที่เฉลี่ย 1.02 นาที ได้ประสิทธิภาพการทำงานทางไร่ 89.65 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4.1 เปรียบเทียบความสามารถในการทำงานจริง

จากภาพที่ 4.1 เปรียบเทียบความสามารถในการทำงานจริงที่เกียร์ต่ำ (Low 3) ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 2,000 รอบต่อนาที ความเร็วรอบของเพลาอำนวยกำลังที่ 800 รอบต่อนาทีได้ความสามารถในการทำงานจริง 0.93 ไร่ต่อชั่วโมง ตัดตอซังข้าวได้เรียบและมีตอซังข้าวตัดไม่ขาดอยู่เล็กน้อย ส่วนเกียร์สูง (High 1) ทั้งสองความเร็วรอบเครื่องยนต์และเพลาอำนวยกำลังจะได้ความสามารถในการทำงานจริงมากกว่าแต่จะตัดตอซังข้าวไม่ค่อยขาดเนื่องจากแทรกเตอร์เดินเร็วจึงตัดตอซังข้าวได้ไม่เรียบ และในเกียร์ต่ำ (Low 3) ทั้งสองความเร็วรอบเพลาอำนวยกำลังจะตัดตอซังข้าวไม่ค่อยขาดเพราะความเร็วรอบของใบตัดหมุนไม่เร็วพอ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 4.2 เปรียบประสิทธิภาพการทำงานทางไร่

จากภาพที่ 4.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานทางไร่ ที่เกียร์ต่ำ (Low 3) ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 2,000 รอบต่อนาที ความเร็วรอบของเพลาอำนวยกำลังที่ 800 รอบต่อนาที ได้ประสิทธิภาพการทำงานทางไร่ 71.26 เปอร์เซ็นต์ ตัดตอซังข้าวได้เรียบกว่าเกียร์สูง (High 1) ทั้งสองความเร็วรอบของเครื่องยนต์และเพลาอำนวยกำลัง ที่ได้ประสิทธิภาพการทำงานทางไร่มากกว่าแต่จะตัดตอซังข้าวไม่ค่อยขาดเนื่องจากแทรกเตอร์เดินเร็วเกินไปจึงตัดตอซังข้าวได้ไม่เรียบ

อภิปรายผลการทดลอง

การเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานจริงและประสิทธิภาพการทำงานทางไร่เมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นจาก 1,000 เป็น 2,000 รอบต่อนาที ก็จะทำให้ความสามารถเพิ่มขึ้น และเมื่อความเร็วรอบของเพลาอำนวยกำลังเพิ่มจาก 540 เป็น 800 รอบต่อนาทีก็จะทำให้ความสามารถในการทำงานเพิ่มขึ้นและประสิทธิภาพการทำงานทางไร่เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

เครื่องตัดตอซังข้าวแบบใบมีดกรงกระรอก มีขนาด 580 × 1,000 × 780 มิลลิเมตร จะใช้ต้นกำลังจากเพลาอำนวยกำลัง (Power Take - Off , PTO) จากแทรกเตอร์ขนาดกำลัง 31 แรงม้า ส่งกำลังมาที่ชุดเฟืองทดเพื่อเปลี่ยนทิศทางการหมุนไปยังมอเตอร์ตามที่ติดกับใบมีดให้ทำงานในลักษณะหมุนในการทดสอบใช้พื้นที่เป็นระยะทาง 0.80 × 40 เมตร (ความกว้างใบตัด x ระยะทาง) โดยใช้ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ 1,000 และ 2,000 รอบต่อนาที ใช้เกียร์ต่ำ (Low 3) และใช้เกียร์สูง (High 1) และใช้ความเร็วรอบของเพลาอำนวยกำลังที่ 540 และ 800 รอบต่อนาที

ผลการทดสอบเกียร์ต่ำ (Low 3) ความเร็วรอบของเพลาอำนวยกำลังที่ 800 รอบต่อนาทีและความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 2,000 รอบต่อนาที ได้ความสามารถทางทฤษฎี 1.31 ไร่ต่อชั่วโมง ได้ความสามารถในการทำงานจริง 0.93 ไร่ต่อชั่วโมง และได้ประสิทธิภาพในการทำงานทางไร่ 71.26 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะในการตัดตอซังข้าวจะเรียบและมีหญ้าที่ตัดไม่ขาดเล็กน้อย

ข้อเสนอแนะ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หลังจากที่ได้ดำเนินการศึกษาและสรุปผลการวิจัย ผู้วิจัยพบว่ายังมีประเด็นที่ต้องให้ความสำคัญ และควรศึกษาต่อยอดเพิ่มเติมสำหรับผู้ที่สนใจในประเด็นศึกษานี้ ข้อเสนอแนะในการศึกษาในอนาคต มีดังต่อไปนี้

1. ใบมีดควรมีความยืดหยุ่นกับการทำงานในพื้นที่ต่างระดับ
2. แผ่นปรับระดับควรใช้เหล็กที่แข็งแรงกว่านี้และเจาะรูเพื่อเลื่อนระดับจะง่ายต่อการปรับระดับ
3. แผ่นปรับระดับควรจะสามารถปรับเอียงตามพื้นถนนได้
4. ควรมีการพัฒนาให้มีความกะทัดรัดและสะดวกในการทำงาน

บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาที่ดินกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. การไถกลบตอซังเพื่อปรับปรุงดินและเพิ่มผลผลิตข้าว [ออนไลน์][อ้างเมื่อ 18 กันยายน 2559]. เข้าถึงได้ http://www.ldd.go.th/menu_moc/POSTER/rice/rice.htm

จำเนียร ศิลปะวานิช. 2538. เฟือง. พิมพ์ครั้งที่ 1 บริษัทสยามสปอร์ ซินดิเคท. กรุงเทพฯ

ทวีชัย นิมาแสง. 2554. เครื่องตัดหญ้าแบบนั่งขับขนาดเล็ก. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บุญเจิด กาญจนา. 2552. เครื่องตัดหญ้าและเก็บใบไม้. คณะวิชาเครื่องกล. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตพิษณุโลก.

ประณต กุลประสูติ. 2544. แทรกเตอร์. พิมพ์ครั้งที่ 1 หจก.ฟันนี่ พับบลิชชิ่ง. กรุงเทพฯ

ปรารภคันธวัน. 2548.แนวทางลดการเผาฟางข้าวของเกษตรกรบ้านโนนจั่นตำบลทุ่งทองอำเภอทรายทองวัฒนาจังหวัดกำแพงเพชร. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต. กำแพงเพชร:บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.

ปิยะ ไชยเกิด. 2552. ผลของการเผาฟางข้าวและการจัดการฟางในรูปแบบต่างๆต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพมหานคร:บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มงคล กวางวโรภาส. 2551. รถตัดหญ้าชนิดนั่งขับขนาดเล็ก. สาขาวิทยาศาสตร์. หาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

สมเดช อิงคะวะระ. 2545. การเปรียบเทียบการต้านทานการสึกหรอของสลักข้อโซ่ตีนตะขาบรถเกี่ยวข้าวที่ใช้งานในประเทศ. รวมบทคัดย่องานวิจัยคณะวิศวกรรมศาสตร์ประจำปี2545. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตรปี 2559 [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.oae.go.th/download/prcai/DryCrop/majorrice.pdf

สัมพันธ์ อดจันทร์และ สุธน ราษฎรอาศัย. 2547. เครื่องตัดหญ้าแบบนั่งขับ.ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกวิทยาเขตจันทบุรี

สิน พันธุ์พินิจ. 2535. การจัดการสนามหญ้า. รวมสานส์ฯ. กรุงเทพฯ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างเครื่องตัดตอซังข้าว

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ ก.1 ขั้นตอนการทำเครื่องตัดตอซังข้าว

ภาพที่ ก.1 ขั้นตอนการทำเครื่องตัดตอซังข้าว (ต่อ)

ภาพที่ ก.1 ขั้นตอนการทำเครื่องตัดตอซังข้าว (ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ ก.1 ขั้นตอนการทำเครื่องตัดตอซังข้าว (ต่อ)

ภาพที่ ก.1 ขั้นตอนการทำเครื่องตัดตอซังข้าว (ต่อ)

ภาพที่ ก.1 ขั้นตอนการทำเครื่องตัดตอซังข้าว (ต่อ)

ประวัติย่อของคณะผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประวัติย่อผู้วิจัย

1. ชื่อ- นามสกุล

ว่าที่ ร.ต.สราวุฒิ ดาแก้ว

2. ตำแหน่ง /หน่วยงานที่สังกัด

อาจารย์ / คณะเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

3. ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ติดต่อ

สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลการเกษตร คณะเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โทรศัพท์ 043-725-439 โทรสาร 043-722-117

โทรศัพท์มือถือ 080-073-5775 e-mail : sarawut.da@rmu.ac.th

4. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชา	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2547	ตรี	วศ.บ.วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	วิศวกรรมเครื่องกล	มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ไทย
2554	โท	วศ.ม.วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	เครื่องกล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	ไทย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5. ประสบการณ์ด้านการวิจัยและเผยแพร่ผลงานวิจัย

ประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

Pornpisanu Thammapat, Sarawut Dakaew, Parichat Ratmanee,Sananthorn Pichai and Choothaweep Palakawong. Effect of soaking conditions on resi: starch of glutinous rice –A response surface approach. ICSSS 2016. Mahasarakham, September 22-23, 2016.