

เครื่องเก็บรวบรวมและสับฟางแบบลากจูง

ชัยพร ทองปัญญา¹ และ ภรต กุญชร ณ อยุธยา¹

บทคัดย่อ

เครื่องเก็บรวบรวมและสับฟางแบบลากจูงที่ได้พัฒนาเพื่อแก้ปัญหาการเผาฟางประกอบด้วย อุปกรณ์เก็บและรวบรวมฟาง เครื่องสับฟาง และอุปกรณ์กระจายฟาง โดยมีหลักการการทำงานคือ เก็บรวบรวมฟางที่อยู่บนพื้นดินซึ่งเกิดจากการทำงานของเครื่องเก็บเกี่ยววนวดข้าว สับฟาง และเหวี่ยงกระจายฟางที่ถูกสับแล้วให้สม่ำเสมอทั่วแปลงนา อุปกรณ์เก็บและรวบรวมฟางเป็นซี่โค้งอยู่บนแผ่นเหล็กบางกว้าง 105 เซนติเมตร และติดอยู่บนชุดโซ่ลำเลียงจะเกี่ยวและพาฟางขึ้นมานบนแผ่นเหล็กเพื่อลำเลียงไปสู่เครื่องสับชนิดหัวสับทรงกระบอกที่มีใบมีด 4 ใบ ความยาวในการสับทางทฤษฎี 5.22 เซนติเมตร อุปกรณ์กระจายฟางเป็นจานกลม 2 อัน มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร หมุนสวนทางกันในระนาบราบเพื่อเหวี่ยงกระจายฟางที่ถูกสับแล้วให้ออกไปทางด้านหลังของเครื่อง การทำงานที่ดีที่สุดเมื่อความเร็วการเคลื่อนที่ 1.49 กิโลเมตร/ชั่วโมง ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ต้นกำลัง 1,300 รอบ/นาที ความชื้นของฟาง 8.65%w.b. เปอร์เซ็นต์การเก็บฟางไม่หมด 5.42% สมรรถนะเชิงวัสดุ 734.14 กิโลกรัม/ชั่วโมง สมรรถนะการทำงานในพื้นที่ 3.93 ไร่/ชั่วโมง สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของการกระจายฟาง 32.19% มวลของฟางที่ได้ภายหลังจากการสับที่มีความยาว 0-10 เซนติเมตร, 10-15 เซนติเมตร, 15-20 เซนติเมตร และมากกว่า 20 เซนติเมตร มีจำนวน 6.19%, 25.84%, 42.76% และ 25.21% ตามลำดับ

คำนำ

ปัจจุบันเกษตรกรผู้ผลิตข้าวได้ยอมรับและใช้งานเครื่องเก็บเกี่ยววนวดข้าวที่ผลิตในประเทศมาใช้อย่างแพร่หลายเนื่องจากขาดแคลนแรงงานในการเกี่ยวเกี่ยว เครื่องเก็บเกี่ยววนวดข้าวจะพ่นฟางที่ผ่านกระบวนการนวดแล้วลงบนพื้นดินเป็นแถวฟางที่ถูกพ่นทิ้งในแปลงนาจะมีความยาวตามขนาดที่ถูกเครื่องเก็บเกี่ยววนวดข้าวตัด โดยฟางจะรวมตัวและสะสมกันเป็นชั้นอยู่บนผิวดิน เมื่อเตรียมดินโดยใช้รถไถเดินตามและอุปกรณ์เตรียมดินที่ใช้กันทั่วไป อุปกรณ์เตรียมดินไม่สามารถตัดชั้นฟางให้ขาดและพลิกกลบลงไปบนดินได้ เนื่องจากฟางจะสะสมบนใบไถ เกษตรกรจึงใช้วิธีการเผาฟางเพื่อแก้ปัญหานี้ ทำให้เกิดการสูญเสียอินทรีย์วัตถุที่สามารถใช้ในการปรับปรุงดิน และก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม

การศึกษาการสับฟางในแปลงนาโดยใช้เครื่องเก็บรวบรวมและสับฟาง เป็นวิธีการหนึ่งเพื่อให้เกษตรกรมีทางเลือกในการแก้ปัญหาการเผาฟางข้าว

วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องเก็บรวบรวมและสับฟางแบบลากจูง
2. ทดสอบประสิทธิภาพการเก็บฟางและสมรรถนะของเครื่องเก็บรวบรวมและสับฟางแบบลากจูง

การตรวจเอกสาร

วีระพงษ์ (2543) ได้พัฒนาเครื่องสับฟางสำหรับเครื่องเก็บเกี่ยววนวดข้าวที่ผลิตในประเทศ เครื่องสับฟางเป็นชนิดทรงกระบอกมีใบมีดจำนวน 3 แถว ความกว้างของการสับ 815 มิลลิเมตร เมื่อลูกกลิ้งป้อนวัสดุอันบนมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 118 มิลลิเมตร ความยาวทางทฤษฎีของการสับ 280.7 มิลลิเมตร ความเร็วรอบของหัวสับ 450 รอบ/นาที สมรรถนะการสับฟางมีค่ามากที่สุด 6,884.17 กิโลกรัม/ชั่วโมง (14.16%w.b.) เมื่อลูกกลิ้งป้อนวัสดุอันบนมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 138 มิลลิเมตร ความยาวทางทฤษฎีของการสับ 310.0 มิลลิเมตร ความเร็วรอบของหัวสับ 450 รอบ/นาที สมรรถนะการสับฟางมีค่ามากที่สุด 13,659.32 กิโลกรัม/ชั่วโมง (14.26%w.b.) ทอร์กและความต้องการกำลังมีค่ามากที่สุด 3.05 กิโลกรัม-เมตร และ 6.75 กิโลวัตต์ ตามลำดับ

ภรต (2543) ได้พัฒนาเครื่องเก็บรวบรวมและสับฟางสำหรับแปลงนาโดยมีส่วนประกอบคือ อุปกรณ์เก็บและรวบรวมฟางจากพื้น อุปกรณ์ลำเลียงฟาง และเครื่องสับ ซึ่งเป็นหัวสับชนิดทรงกระบอกมีใบมีดจำนวน 3 ใบ ความกว้างการสับ 380 มิลลิเมตร ความยาวทางทฤษฎีของการสับ 17.7 มิลลิเมตร ต้นกำลังที่ใช้กับเครื่องเก็บรวบรวมและสับฟางสำหรับแปลงนาคือเครื่องดีเซลสูบเดี่ยวขนาด 8 กำลังม้า มวลของฟางภายหลังการเก็บรวบรวมและสับที่มีความยาวน้อยกว่า 20 เซนติเมตร และมากกว่า 20 เซนติเมตร มีจำนวน 79.19% และ 20.81% ตามลำดับ สมรรถนะการทำงาน 0.56 ไร่/ชั่วโมง ที่ความเร็ว 1.57 กิโลเมตร/ชั่วโมง

¹ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

การพัฒนาเครื่องเก็บรวบรวมและสับฟางแบบลากจูง

เครื่องเก็บรวบรวมและสับฟางแบบลากจูงประกอบด้วย อุปกรณ์เก็บและรวบรวมฟาง เครื่องสับฟาง อุปกรณ์กระจายฟาง และระบบถ่ายทอดกำลัง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. อุปกรณ์เก็บและรวบรวมฟาง มีลักษณะเป็นซี่โค้งอยู่บนแผ่นเหล็กบาง และติดอยู่บนชุดโซ่ลำเลียงโดยมีความกว้างการเก็บฟาง 105 เซนติเมตร และความยาวของชุดโซ่ลำเลียง 150 เซนติเมตร เอียงทำมุม 45 องศา กับแนวระดับ
2. เครื่องสับฟาง เป็นชนิดทรงกระบอก ความกว้างการสับ 100 เซนติเมตร มีใบมีดจำนวน 4 ใบชุดซี่ดใบมีดเอียงเป็นมุม 10 องศา ลูกกลิ้งป้อนวัสดุอันบนมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 138 มิลลิเมตร ลูกกลิ้งอันล่างมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 56 มิลลิเมตร หมุนสวนทางกัน
3. อุปกรณ์กระจายฟาง เป็นจานกลม 2 อัน หมุนสวนทางกัน จานกลมแต่ละอัน มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร ด้านบนของจานกลมติดด้วยเหล็กฉาก เพื่อทำหน้าที่เป็นใบตีฟางให้กระจายไปทางด้านหลัง และด้านข้าง
4. ระบบถ่ายทอดกำลัง ใช้สายพานร่องวี โซ่ เฟืองตรง และเฟืองคอกจอก ดันกำลังของระบบใช้เครื่องยนต์ดีเซลสูบเดี่ยวขนาด 12 กำลังม้า

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดสอบได้กระทำในแปลงนาของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม ซึ่งเก็บเกี่ยวข้าวไปแล้วประมาณ 14 วัน ฟางที่อยู่ในแปลงนายาว 30-40 เซนติเมตร

การทดสอบหาเปอร์เซ็นต์การเก็บไม่หมด สมรรถนะเชิงวัสดุ

แถวฟางที่ใช้ในการทดสอบยาว 20 เมตร กำหนดความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่เป็นต้นกำลังที่ 1,100, 1,200, 1,300 และ 1,400 รอบ/นาที และใช้รถแทรกเตอร์ลากเครื่องเก็บรวบรวมและสับฟางแบบลากจูง รวบรวมฟางที่ถูกสับโดยใช้ถุงตาข่ายพลาสติกรับฟางจากช่องทางออกของเครื่องสับฟาง (หยุดการทำงานของชุดกระจายฟาง) เป็นระยะทาง 5 เมตร และเก็บเศษฟางที่เหลือค้างในแถวในระยะทาง 5 เมตร ดังกล่าว บันทึกเวลา ทดสอบจำนวน 3 ชั่วโมง

การทดสอบหาสมรรถนะการทำงานในพื้นที่

แถวฟางที่ใช้ในการทดสอบยาว 20 เมตร วัดความกว้างของกองฟาง กำหนดความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่เป็นต้นกำลังที่ 1,100, 1,200, 1,300 และ 1,400 รอบ/นาที และแต่ละแถบบันทึกเวลาที่เครื่องทำงานเป็นระยะทาง 20 เมตร เป็นจำนวน 3 แถว (ระยะทางการทำงานรวมทั้งหมด 60 เมตร รวมเวลาที่ใช้แล้ว)

การวิเคราะห์ขนาดของฟางข้าวที่ได้ภายหลังจากการสับ

ใช้ใบมะพร้าวเป็นวัสดุอ้างอิงเพื่อหาขนาดความยาวทางทฤษฎีของการสับ โดยป้อนใบมะพร้าวเข้าเครื่องสับให้อยู่ในแนวตรงและตั้งฉากกับใบมีด และนำฟางที่ถูกสับ (ฟางที่ได้จากการทดสอบหาเปอร์เซ็นต์การเก็บไม่หมด) มาคัดแยกตามขนาดความยาวของฟางให้อยู่ในช่วง 0-10, 10-15, 15-20 และมากกว่า 20 เซนติเมตร และนำฟางที่ได้จากการคัดแยกตามขนาดความยาวดังกล่าวไปชั่งน้ำหนัก

การทดสอบการกระจายฟาง

กำหนดความเร็วรอบของเครื่องยนต์ต้นกำลัง 1,100, 1,200, 1,300 และ 1,400 รอบ/นาที และใช้รถแทรกเตอร์ลากจูงเครื่องเก็บรวบรวมและสับฟางแบบลากจูง เก็บฟางที่ถูกเหวี่ยงออกจากชุดกระจายฟางเป็นระยะทางที่เครื่องทำงานในแถว 5 เมตร โดยเก็บฟางที่ตกบนพื้นที่ซึ่งแบ่งเป็นตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 1x1 เมตร จำนวน 25 ตาราง ทดสอบจำนวน 3 ชั่วโมง

ผลและวิจารณ์

เครื่องเก็บรวบรวมและสับฟางแบบลากจูงขณะทำงานแสดงในภาพที่ 1

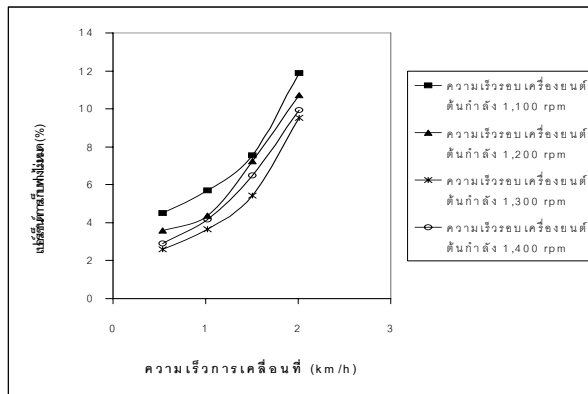
ผลการทดสอบหาเปอร์เซ็นต์การเก็บไม่หมด และสมรรถนะเชิงวัสดุ

ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การเก็บฟางไม่หมดและความเร็วการเคลื่อนที่เมื่อฟางข้าวมีความชื้น 8.65%w.b. แสดงในภาพที่ 2 เปอร์เซ็นต์การเก็บฟางไม่หมดเพิ่มขึ้นตามความเร็วการเคลื่อนที่ เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของความเร็วการเคลื่อนที่ทำให้จำนวนรอบการทำงานของซี่เกี่ยวต่อหน่วยระยะทางการเคลื่อนที่มีค่าลดลง ทำให้อุปกรณ์เก็บและรวบรวมฟางเก็บฟางได้ปริมาณลดลง ที่ความเร็วการเคลื่อนที่ 1.49 กิโลเมตร/ชั่วโมง และความเร็วรอบเครื่องยนต์ต้นกำลัง 1,300 รอบ/นาที (ความเร็วเชิงเส้นของอุปกรณ์เก็บและรวบรวมฟาง 5.68 เมตร/วินาที) เปอร์เซ็นต์การเก็บฟางไม่หมดน้อยที่สุด 5.42% เมื่อเทียบกับความเร็วรอบ

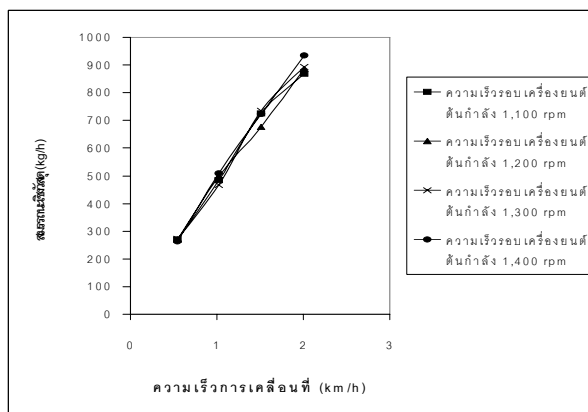
ของเครื่องยนต์ต้นกำลัง 1,100, 1,200 และ 1,400 รอบ/นาที เนื่องจากเก็บฟางได้มากกว่า และไม่ทำให้ซี่เกี่ยวเหียงตีแฉวงที่ต้องการเก็บออกไปทางด้านหน้า



ภาพที่ 1 เครื่องเก็บรวบรวมและสับฟางแบบลากจูง



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การเก็บฟางไม่หมด (%) และความเร็วการเคลื่อนที่ (กิโลเมตร/ชั่วโมง) ที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ต้นกำลัง 1,100, 1,200, 1,300, 1,400 (รอบ/นาที)



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะเชิงวัสดุ (กิโลกรัม/ชั่วโมง) และความเร็วการเคลื่อนที่ (กิโลเมตร/ชั่วโมง) ที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ต้นกำลัง 1,100, 1,200, 1,300, 1,400 (รอบ/นาที)

ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะเชิงวัสดุและความเร็วการเคลื่อนที่แสดงในภาพที่ 3 สมรรถนะเชิงวัสดุเพิ่มขึ้นตามความเร็วการเคลื่อนที่ เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของความเร็วการเคลื่อนที่ทำให้ปริมาณวัสดุต่อหน่วยเวลาที่ทำงานด้วยเพิ่มขึ้น ที่ความเร็วการเคลื่อนที่ 1.49 กิโลเมตร/ชั่วโมง และความเร็วรอบเครื่องยนต์ต้นกำลัง 1,300 รอบ/นาที สมรรถนะเชิงวัสดุ 734.14 กิโลกรัม/ชั่วโมง

ผลการทดสอบหาความสามารถในการทำงาน

ที่ความเร็วการเคลื่อนที่ 1.49 กิโลเมตร/ชั่วโมง และความเร็วรอบเครื่องยนต์ต้นกำลัง 1,300 รอบ/นาที ความสามารถการทำงานในพื้นที่เท่ากับ 3.93 ไร่/ชั่วโมง

ผลการวิเคราะห์ขนาดของฟางข้าวที่ได้ภายหลังจากการสับ

ความยาวของใบมะพร้าวที่ถูกสับมีค่าใกล้เคียงกับความยาวทางทฤษฎีของการสับที่กำหนด 5.22 เซนติเมตร ความยาวของฟางที่ได้ภายหลังจากการสับมีขนาดต่างๆ เนื่องจากฟางข้าวไหลลงสู่เครื่องสับในลักษณะแบบส้อม ที่ความเร็วการเคลื่อนที่ 1.49 กิโลเมตร/ชั่วโมง และความเร็วรอบเครื่องยนต์ต้นกำลัง 1,300 รอบ/นาที (ความเร็วรอบของหัวสับ 860 รอบ/นาที) มวลของฟางที่ได้ภายหลังจากการสับที่มีความยาวอยู่ในช่วง 0-10, 10-15, 15-20 และมากกว่า 20 เซนติเมตร มีจำนวน 6.19%, 25.84%, 42.76% และ 25.21% ตามลำดับ

การทดสอบการกระจายฟาง

สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของมวลฟางมีค่าลดลงเมื่อความเร็วรอบเครื่องยนต์ต้นกำลังเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของความเร็วรอบเครื่องยนต์ต้นกำลังทำให้ความเร็วเชิงเส้นของงานเหวี่ยงฟางมีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ทำให้การกระจายตัวของฟางมีความสม่ำเสมอขึ้นที่ความเร็วการเคลื่อนที่ 1.49 กิโลเมตร/ชั่วโมง และความเร็วรอบเครื่องยนต์ต้นกำลัง 1,300 รอบ/นาที (ความเร็วเชิงเส้นของงานเหวี่ยง 64.27 เมตร/วินาที) ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน 32.19%

สรุป

การทำงานที่ดีที่สุดเมื่อความเร็วการเคลื่อนที่ 1.49 กิโลเมตร/ชั่วโมง ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ต้นกำลัง 1,300 รอบ/นาที ความชื้นของฟาง 8.65%w.b. เปอร์เซ็นต์การเก็บฟางไม่หมด 5.42% ความสามารถเชิงวัสดุ 734.14 กิโลกรัม/ชั่วโมง ความสามารถการทำงานในพื้นที่ 3.93 ไร่/ชั่วโมง สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของการกระจายฟาง 32.19% มวลของฟางที่ได้ภายหลังจากการสับมีความยาวอยู่ในช่วง 0-10, 10-15, 15-20 และมากกว่า 20 เซนติเมตร มีจำนวน 6.19%, 25.84%, 42.76% และ 25.21% ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

- ภรต ฤกษ์ ฌ อุษุชา. 2543. เครื่องเก็บรวบรวมและสับฟางสำหรับแปลงนา. ใน รายงานการสัมมนาเรื่องวิศวกรรมเกษตรเพื่อการแข่งขันเศรษฐกิจโลกใน สหัสวรรษใหม่, 28-29 มีนาคม 2543. โรงแรมมารวยการ์เด็น. จตุจักร. กรุงเทพฯ. หน้า 105-108.
- วีระพงษ์ กาญจนวงศ์กุล. 2543. เครื่องสับฟางสำหรับเครื่องเก็บเกี่ยวขนาดข้าวที่ผลิตในประเทศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยาเขต กำแพงแสน. นครปฐม. 151 หน้า.