

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของปัจจัยความเร็วรอบที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องสับย่อยใบไม้จากการปรับขนาดมู่เล่ตาม

วรภรณ์ จันท์เวียง^{1*} ธาริณี มีเจริญ²

สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต โครงการจัดตั้งคณะวิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ^{1*}

สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์²

อีเมล : Warapornchanwang@gmail.com^{1*}

วันที่รับบทความ 18 พฤษภาคม 2564

วันแก้ไขบทความ 24 มิถุนายน 2564

วันที่ตอบรับบทความ 26 มิถุนายน 2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของความเร็วรอบที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการย่อยของเครื่องสับย่อยใบไม้ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว คณะผู้วิจัยทดสอบความเร็วรอบของใบไม้จากการปรับขนาดมู่เล่ตาม 3 ขนาด คือ 8 10 และ 12 นิ้ว ตามลำดับ มีความเร็วรอบของใบไม้เท่ากับ 543.75 435 และ 362.5 รอบต่อนาที ตามลำดับ ทำการทดลองซ้ำ 4 รอบเพื่อหาประสิทธิภาพในการย่อยของแต่ละระดับของความเร็วของใบไม้ ผลการทดลองพบว่า ในความเร็วรอบของใบไม้ที่ 543.75 435 และ 362.5 รอบต่อนาที มีประสิทธิภาพในการย่อยเฉลี่ย ร้อยละ 88.10 86.41 และ 83.06 ตามลำดับ และมีความสามารถในการย่อยเฉลี่ย 17.04 14.21 และ 6.63 กก./ชั่วโมง ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า ความเร็วรอบของใบไม้ไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการย่อย ทั้งนี้ที่ระดับความเร็วรอบของใบไม้ที่ 543.75 รอบต่อนาที มีค่าประสิทธิภาพในการย่อยโดยเฉลี่ยและความสามารถในการย่อยเฉลี่ยสูงสุด เครื่องสับย่อยใบไม้ต้นแบบจึงควรเลือกใช้ขนาดมู่เล่ตามขนาด 8 นิ้ว เป็นองค์ประกอบของตัวส่งกำลังเครื่องสับย่อยใบไม้

คำสำคัญ : เครื่องสับย่อยใบไม้ ความเร็วรอบ ประสิทธิภาพ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

One-way ANOVA Analysis of the Rotational Speed's Factor affecting the Efficiency of a Leaf Crushing Machine by Varying the Dimension of the Driven Pulley

Waraporn Chanwiang^{1*}, Tarinee Meecharoen²

Major of Production Engineering, Establishment Project Of The Faculty Of Engineering and Industrial Technology, Chaiyaphum Rajabhat University^{1*}

Major of Management Engineering, Faculty of Industrial Technology, Surindra Rajabhat University²

E – mail : Warapornchanwiang@gmail.com^{1*}

Received 28 May 2021

Revised 24 June 2021

Accepted 26 June 2021

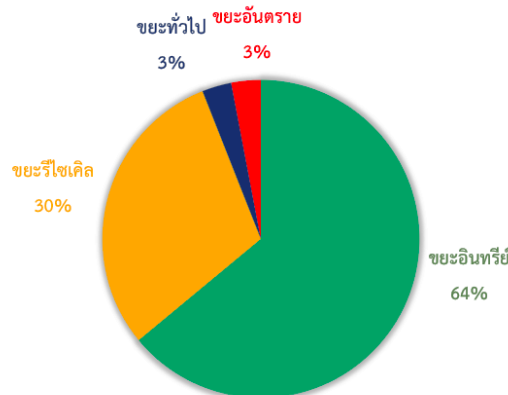
Abstract

This research aimed to study the rotational speed which affect the crushing efficiency of a leaf crushing machine by using one-way ANOVA analysis. Researchers changed blade's rotational speed by varying dimension of a driven pulley in 3 sizes such as 8, 10, and 12 inch diameter respectively. There were 3 levels of the blade's rotational speed such as 543.75, 435, and 362.5 rpm respectively. The experiment for testing the crushing efficiency was conducted with 4 replications in each level of blade's rotational speed. The experimental results showed that at 543.75, 435, and 362.5 rpm, crushing efficiencies were 88.10%, 86.41%, and 83.06% respectively and the average capacities of crushing were 17.04, 14.20, and 6.63 kg/hour respectively. After analysing by using one-way ANOVA analysis, results showed that at significance level of 0.05, blade's rotational speed hadn't affected on averaged crushing efficiency. Nevertheless, the blade's rotational speed at 543.75 rpm got the maximum averaged crushing efficiency and crushing capacity. The prototype of leaf crushing machine should use an 8-inch driven pulley in the components of the leaf shredder's transmission.

Keywords : Leaf crushing machine, rotational speed, efficiency, one-way ANOVA analysis

1. บทนำ

ในปี พ.ศ.2559 จากรายงานสถานการณ์ขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย พบว่า มีปริมาณการเกิดขยะรวมกันทั้งประเทศ 27.06 ล้านตันต่อปี คิดเป็นประมาณ 74,130 ตันต่อวัน เฉลี่ยเป็นปริมาณขยะ 1.14 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน และยังไม่รวมขยะตกค้างสะสมที่เพิ่มขึ้นทุกปีไม่ต่ำกว่าปีละ 10 ล้านตัน โดยมีสัดส่วนขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในชุมชน (กรมควบคุมมลพิษ, 2560) ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 สัดส่วนขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในชุมชน
ที่มา : (กรมควบคุมมลพิษ, 2560)

จากรูปที่ 1 แสดงให้เห็นว่า มีขยะอินทรีย์หรือขยะที่ย่อยสลายได้ คิดเป็นร้อยละ 64 จากขยะทั้งหมด ส่วนใหญ่มาจากอาหารเหลือทิ้ง ใบไม้ เศษหญ้า เป็นต้น ซึ่งในสถานที่แต่ละแห่งนอกจากจะมีสิ่งก่อสร้างแล้ว ล้วนมีการปลูกต้นไม้เพื่อปรับภูมิทัศน์ให้ร่มรื่นและสวยงาม อีกทั้งยังมีต้นไม้ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ รวมถึงประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมจึงมักจะมีขยะมูลฝอยที่เป็นขยะอินทรีย์เกิดขึ้น โดยขยะใบไม้เหล่านั้นหากปล่อยให้ย่อยสลายตามธรรมชาติจะใช้เวลามากถึง 1 ปี ทำให้บางสถานที่ประสบปัญหาเรื่องขยะใบไม้จำนวนมาก และจากนโยบายรัฐบาลส่งเสริมให้ใช้แผนปฏิบัติการ “ประเทศไทยไร้ขยะ” ในระยะเวลา 5 ปี (พ.ศ. 2559-2564) เป็นแนวทางเพื่อขับเคลื่อนประเทศไทยไปสู่การเป็นสังคมปลอดขยะ โดยวางอยู่บนหลักแนวคิด 5R ที่มีการจัดการขยะมูลฝอยแบบผสมผสานเน้นการลด การคัดแยก และการใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอยให้เกิดประโยชน์สูงสุด ประกอบด้วย 1) Reduce การลดปริมาณขยะ โดยลดการใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีบรรจุภัณฑ์สิ้นเปลือง 2) Reuse การนำมาใช้ซ้ำ เช่น ขวดแก้ว กล่องกระดาษ กระดาษพิมพ์หน้าหลัง 3) Repair การซ่อมแซมแก้ไขสิ่งของต่างๆ ให้สามารถใช้งานต่อไปได้ 4) Reject การหลีกเลี่ยงใช้สิ่งของที่ก่อให้เกิดมลพิษ และ 5) Recycle การแปรรูปและหมุนเวียนนำกลับมาใช้ได้ใหม่ โดยนำไปผ่านกระบวนการผลิตใหม่อีกครั้ง (ธเรศ ศรีสถิต, 2559) จากนโยบายดังกล่าว ขยะอินทรีย์ส่วนใหญ่จะนำมาใช้เพื่อทำปุ๋ยหมักอินทรีย์เพื่อลดการใช้ปุ๋ยเคมี ทั้งนี้ปุ๋ยหมักจะได้ช้าหรือเร็วขึ้นกับขนาดของใบไม้ที่นำมาใช้ ถ้าใบไม้มีขนาดเล็กและมีสภาพอื่น ๆ ที่เหมาะสม การสลายตัวของวัตถุใบไม้จะเป็นไปอย่างรวดเร็วภายใน 1 สัปดาห์ ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญในการลดขนาดใบไม้จากการใช้เครื่องสับย่อยใบไม้เพื่อลดเวลาในการย่อยสลายในการทำปุ๋ยหมักต่อไป ซึ่งหากเครื่องสับย่อยใบไม้ที่ใช้มีประสิทธิภาพสูง สามารถสับย่อยใบไม้ได้อย่างรวดเร็ว จะเป็นการช่วยลดเวลาในการทำงานของผู้ใช้เครื่องให้ลดลง ลดพื้นที่ในการกองใบไม้แห้ง และผู้ใช้เครื่องสามารถนำใบไม้ที่สับย่อยแล้วไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นอีกด้วย

คณะผู้วิจัยเกิดแนวคิดในการศึกษาปัจจัยความเร็วรอบของใบมีดที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องสับย่อยใบไม้จากการปรับขนาดมู่เล่ตามและใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวเพื่อกำหนดความเร็วรอบของใบมีดที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการย่อยที่ดีที่สุด

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการย่อยใบไม้ของเครื่องสับย่อยใบไม้
- 2.2 เพื่อศึกษาอิทธิพลของความเร็วรอบของใบมีดที่มีต่อประสิทธิภาพของเครื่องสับย่อยใบไม้

3. วิธีการวิจัย

การศึกษาการทำงานของเครื่องสับย่อยใบไม้เพื่อนำไปใช้สำหรับลดขนาดใบไม้และการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้ ทั้งนี้เพื่อให้มีความเป็นไปได้สูงต่อความสำเร็จในการพัฒนาเครื่องสับย่อยใบไม้ คณะผู้วิจัยจึงกำหนดแนวทางในการดำเนินงานดังนี้

3.1. ศึกษาองค์ประกอบหลักเครื่องสับย่อยใบไม้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1. ชุดโซล เป็นโครงสร้างแผ่นเหล็กกรุปรวยใช้เป็นช่องทางใส่ใบไม้แห้ง มีขนาดความสูง 35 ซม. ความกว้าง 56 ซม. ความยาว 56 ซม. และมีแผ่นเหล็กเปิด-ปิดโดยคันชักเพื่อควบคุมการปริมาณการไหลลงของใบไม้

3.1.2 ชุดส่งกำลัง

1) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 230 โวลต์ 50 Hz ขนาด 3 แรงม้า และมีความเร็วรอบ 1,450 รอบ/นาที

2) มู่เล่ ในงานวิจัยนี้ใช้มู่เล่ 2 ชนิด ได้แก่ มู่เล่ขับเคลื่อน 3 นิ้ว และทดความเร็วรอบโดยปรับขนาดมู่เล่ตาม 3 ขนาด คือ 8 10 และ 12 นิ้ว ตามลำดับ เป็นแบบชนิดร่องวี

3) สายพานวี ชนิด B ยาว 66 68 และ 71 นิ้ว ตามลำดับ โดยปรับตามขนาดมู่เล่ตาม

4) เฟลา เฟลากลมเหล็กกล้า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มม.

5) ตู้คอนโทรล ประกอบด้วยส่วนประกอบหลักที่สำคัญ คือ เบรกเกอร์ 2P40A แมกเนติกคอนแทคเตอร์ S-T21 220 V โอเวอร์โวลต์รีเลย์ TH-T18 15A และฟิวส์

3.1.3 ชุดใบมีด เป็นใบมีดแบบค้อนกึ่งใบมีดตัดอ้อย เนื่องจากมีความคงทน แข็งแรง และไม่แตกง่าย โดยเครื่องจะทำการย่อยใบไม้ที่ไหลลงมาจากโซล โดยใช้ใบมีดทั้งหมด 28 ใบมีด และแต่ละใบมีดมีขนาดความกว้าง 3 ซม. ความยาว 13.5 ซม. และความหนา 5 มม.

3.1.4 ตะแกรงกรอง มีหน้าที่คัดแยกความละเอียดของใบไม้ที่ถูกสับย่อย มีขนาดความกว้าง 40 ซม. ยาว 90 ซม. และเส้นผ่านศูนย์กลางรูขนาด 12 มม.

3.1.5 รางทางออก เป็นแผ่นเหล็กขนาดความกว้าง 20.5 ซม. และความยาว 52 ซม.



รูปที่ 2 เครื่องสับย่อยใบไม้ต้นแบบในการทดลอง

3.2 ออกแบบการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพในการย่อยที่ดีที่สุด

คณะผู้วิจัยทำการออกแบบการทดลองโดยการวัดความเร็วรอบของใบมีดจากการปรับขนาดมูเล่ตาม 3 ขนาด ให้มีความเร็วรอบของใบมีดที่แตกต่างกัน 3 ระดับ โดยคำนวณความเร็วรอบจากสมการที่ (1) เพื่อศึกษาอิทธิพลของความเร็วรอบของใบมีดที่มีต่อประสิทธิภาพในการย่อยของเครื่องสับย่อยใบไม้และเพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการย่อยที่ดีที่สุดของเครื่องสับย่อยใบไม่ว่าเกิดจากการตั้งค่าความเร็วรอบของใบมีดที่ระดับใด โดยประชากรที่ใช้ศึกษาในงานวิจัยนี้คือใบไม้แห้ง และกลุ่มตัวอย่างเป็นใบอินทนิลแห้งปริมาณ 1 กก. เนื่องจากต้นไม้นี้ปลูกรอบมหาวิทยาลัยเป็นจำนวนมาก และใบมีลักษณะใหญ่ปานกลางเหมาะแก่การนำมาลดขนาดให้เล็กลงก่อนนำไปทำปุ๋ยหมักต่อไป

$$\text{ความเร็วรอบตาม (รอบ/นาที)} = \frac{\text{ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมูเล่ตาม}}{\text{ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมูเล่ตาม}} \times \text{ความเร็วรอบของล้อขับ} \quad (1)$$

ที่มา: (วีรเดช เกตุมรรค และ พงศกร สุรินทร์, 2555)

ตารางที่ 1 การออกแบบการทดลองในการหาประสิทธิภาพในการย่อยที่ดีที่สุด

ปัจจัยที่ศึกษา (ตัวแปรต้น)	ความเร็วรอบของใบมีด 3 ระดับ ได้แก่ 1) 543.75 รอบต่อนาที (มูเล่ตาม ขนาด 8 นิ้ว) 2) 435 รอบต่อนาที (มูเล่ตาม ขนาด 10 นิ้ว) 3) 362.5 รอบต่อนาที (มูเล่ตาม ขนาด 12 นิ้ว)
ตัวแปรตาม	ประสิทธิภาพในการย่อยใบไม้
ตัวแปรควบคุม	- มูเล่ซับ ขนาด 3 นิ้ว ใบมีดจำนวน 28 ใบ - ตะแกรงกรอง ขนาด 12 มม. - ใบอินทนิลแห้งปริมาณ 1 กก.
จำนวนทดลองซ้ำ	4 รอบการทดลองซ้ำ ในแต่ละความเร็วรอบของใบมีด

โดยประสิทธิภาพในการย่อยใบไม้ คณะผู้วิจัยพิจารณาจากค่าน้ำหนักใบไม้ที่ได้หลังการย่อยต่อค่าน้ำหนักของใบไม้ทั้งหมดที่นำเข้าไปในการทดลองแต่ละรอบ แสดงดังสมการที่ (2)

$$\text{ประสิทธิภาพในการย่อย (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักใบไม้ที่ได้หลังการย่อย}}{\text{น้ำหนักใบไม้ทั้งหมดที่นำเข้าไป}} \times 100 \quad (2)$$

ที่มา: (อัครเดช ไม้จันทร์, 2560)

นอกจากนี้ยังมีการคำนวณความสามารถในการย่อยใบไม้ประกอบการพิจารณาค่าประสิทธิภาพในการย่อยใบไม้ แสดงดังสมการที่ (3)

$$\text{ความสามารถการย่อยใบไม้} = \frac{\text{น้ำหนักใบไม้ที่ได้หลังการย่อย (kg)}}{\text{เวลาที่ใช้ในการย่อย (hr)}} \quad (3)$$

ที่มา: (ลักขณา บุญสูงศรีกุล, 2555)

3.3 วิเคราะห์ทางสถิติ

3.3.1 ตรวจสอบความเพียงพอของตัวแบบ (Model Adequacy Checking)

ตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของข้อมูลประสิทธิภาพในการย่อยโดยเฉลี่ยด้วยวิธีการทดสอบการแจกแจงแบบปกติ เพื่อทดสอบว่าข้อมูลที่เก็บมามีความเพียงพอที่จะใช้ในการวิเคราะห์และอนุมานค่าทางสถิติของประชากรได้หรือไม่ (Montgomery et al, 2012) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Minitab 18 ทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($\alpha=0.05$) ดังนี้

H_0 : ข้อมูลประสิทธิภาพในการย่อยมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ข้อมูลประสิทธิภาพในการย่อยไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ

3.3.2 วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA)

ทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($\alpha=0.05$)

H_0 : ประสิทธิภาพในการย่อยเฉลี่ยของความเร็วรอบของใบมีดทั้ง 3 ระดับไม่แตกต่างกัน

H_1 : มีความเร็วรอบของใบมีดอย่างน้อย 2 ระดับ ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยเฉลี่ยแตกต่างกัน

หรือ $H_0 : \mu_{543.75} = \mu_{435} = \mu_{362.5}$

H_1 : มี $\mu_i \neq \mu_j$ อย่าง 1 คู่ ; $i \neq j$

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องสับย่อยใบไม้

คณะผู้วิจัยได้ทำการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องสับย่อยใบไม้จากการปรับขนาดมูล่ตาม 3 ขนาด ให้มีความเร็วรอบของใบมีดที่แตกต่างกัน 3 ระดับ โดยทดลอง 4 รอบการทดลองซ้ำ ใช้วิธีการสุ่มในแต่ละความเร็วรอบของใบมีด แสดงผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเฉลี่ยและความสามารถในการย่อยเฉลี่ยของเครื่องสับย่อยใบไม้ที่ความเร็วรอบของใบมีดแต่ละระดับ

ขนาดของมูล่ตาม (นิ้ว)	ความเร็วรอบใบมีด (รอบ/นาที)	ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการย่อย (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ยความสามารถในการย่อยใบไม้ (กก./ชั่วโมง)
8	543.75	88.10	17.04
10	435	86.41	14.21
12	362.5	83.06	6.63

ผลการทดลองการสับย่อยใบไม้ด้วยความเร็วรอบของใบมีด 3 ระดับ จากการทดลองซ้ำ 4 รอบ เรียงตามค่าประสิทธิภาพที่ดีที่สุด พบว่า ในความเร็วรอบของใบมีดที่ 543.75 รอบต่อนาที มีประสิทธิภาพในการย่อยเฉลี่ย ร้อยละ 88.10 และมีความสามารถในการย่อยเฉลี่ย 17.04 กก./ชั่วโมง ตามมาด้วยความเร็วรอบของใบมีดที่ 435 รอบต่อนาที มีประสิทธิภาพในการย่อยเฉลี่ยร้อยละ 86.41 และมีความสามารถในการย่อยเฉลี่ย 14.21 กก./ชั่วโมง และลำดับสุดท้าย คือ ในความเร็วรอบของใบมีดที่ 362.5 รอบต่อนาที มีประสิทธิภาพในการย่อยเฉลี่ย 83.06% และมีความสามารถในการย่อยเฉลี่ย 6.63 กก./ชั่วโมง

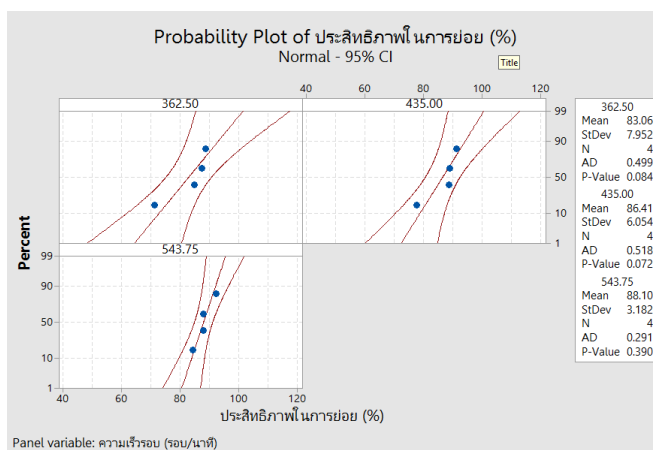
4.2. ผลการศึกษาอิทธิพลของความเร็วรอบของใบมีดที่มีต่อประสิทธิภาพของเครื่องสับย่อยใบไม้

4.2.1 ผลการทดสอบความเพียงพอของตัวแบบ จากการเก็บบันทึกข้อมูลค่าประสิทธิภาพของเครื่องสับย่อยใบไม้ที่ความเร็วรอบของใบมีดแต่ละระดับ โดยใช้การวิเคราะห์ Normality Test ในโปรแกรม Minitab 18 และทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($\alpha=0.05$)

H_0 : ข้อมูลประสิทธิภาพในการย่อยมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ข้อมูลประสิทธิภาพในการย่อยไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ

ผลการการทดสอบความเพียงพอของตัวแบบเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของข้อมูลประสิทธิภาพในการย่อยเพื่อใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างแทนข้อมูลประชากร แสดงดังรูปที่ 3 และผลการทดสอบสมมติฐานแสดงดังตารางที่ 3



รูปที่ 3 กราฟการวิเคราะห์ Normality Test ของค่าประสิทธิภาพในการย่อยที่ความเร็วรอบของใบมีดแต่ละระดับ

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ Normality Test ของค่าประสิทธิภาพในการย่อยที่ความเร็วรอบของใบมีดแต่ละระดับ

ขนาดของมู่เล่ตาม (นิ้ว)	ความเร็วรอบใบมีด (รอบ/นาที)	ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ (ร้อยละ)	P-Value
8	543.75	88.10	0.390
10	435	86.41	0.072
12	362.5	83.06	0.084

จากรูปที่ 3 และตารางที่ 3 พบว่า เมื่อทดสอบสมมติฐานการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลประสิทธิภาพในการย่อยที่ความเร็วรอบของใบมีดแต่ละระดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า ข้อมูลประสิทธิภาพในการย่อยของความเร็วรอบของใบมีดทั้ง 3 ระดับ ข้อมูลมีการเรียงตัวอยู่ในในช่วงแนวเส้นตรง 45 องศาของการแจกแจงแบบปกติ และมีค่า P-value มากกว่าระดับนัยสำคัญที่ตั้งไว้ นั่นคือ การทดสอบสมมติฐานนี้ยอมรับ H_0 จึงสามารถสรุปได้ว่า ข้อมูลประสิทธิภาพในการย่อยมีการแจกแจงแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และข้อมูลมีความเพียงพอที่สามารถเป็นตัวแทนของประชากรได้

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว คณะผู้วิจัยวิเคราะห์ที่ใช้การแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA Analysis) ในการศึกษาอิทธิพลของความเร็วรอบของใบมีดที่มีต่อประสิทธิภาพของเครื่องสับย่อยใบไม้ โดยใช้โปรแกรม Minitab 18 ทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($\alpha=0.05$)

H_0 : ประสิทธิภาพในการย่อยเฉลี่ยของความเร็วรอบของใบมีดทั้ง 3 ระดับไม่แตกต่างกัน

H_1 : มีความเร็วรอบของใบมีดอย่างน้อย 2 ระดับ ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยเฉลี่ยแตกต่างกัน

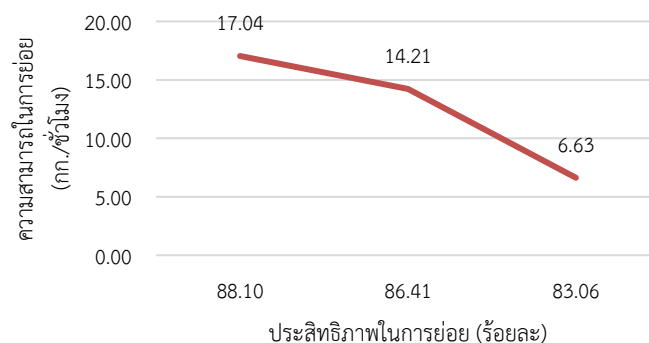
หรือ $H_0 : \mu_{543.75} = \mu_{435} = \mu_{362.5}$

H_1 : มี $\mu_i \neq \mu_j$ อย่าง 1 คู่ ; $i \neq j$

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ความเร็วรอบของใบมีด (รอบ/นาที)	2	52.59	26.29	0.72	0.514
Error	9	330.02	36.67		
Total	11	382.61			

จากตารางที่ 4 เมื่อพิจารณาปัจจัยความเร็วรอบของใบมีด พบว่า ค่า P-value เท่ากับ 0.514 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ การทดสอบสมมติฐานนี้ยอมรับ H_0 ดังนั้น ประสิทธิภาพในการย่อยเฉลี่ยของความเร็วรอบของใบมีดทั้ง 3 ระดับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวได้ว่าความเร็วของใบมีดไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการย่อย ผู้ใช้สามารถใช้ความเร็วรอบของใบมีดระดับใดก็ได้ แต่อย่างไรก็ตามทางคณะผู้วิจัยพิจารณาเพิ่มเติมเพื่อประกอบการตัดสินใจ จากการเปรียบเทียบความสามารถในการย่อยใบไม้โดยเฉลี่ยซึ่งเป็นผลผลิตใบไม้ที่ถูกย่อย เพื่อนำมากำหนดความเร็วรอบของใบมีดที่ดีที่สุดโดยแสดงผลดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การเปรียบเทียบความสามารถในการย่อยโดยเฉลี่ย

จากรูปที่ 4 สามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการย่อยใบไม้ที่ดีที่สุด เฉลี่ยอยู่ที่ 17.04 กก./ชั่วโมง ซึ่งเกิดจากการตั้งระดับความเร็วรอบของใบมีดที่ 543.75 รอบต่อนาที ที่มีค่าประสิทธิภาพในการย่อยโดยเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 88.10 ดังนั้น ในการผลิตเครื่องสับย่อยใบไม้ต้นแบบนี้ควรใช้มุมเล่ตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว เป็นส่วนหนึ่งขององค์ประกอบในชุดส่งกำลัง

5. อภิปรายผลและสรุปผล

5.1 อภิปรายผล

ในการออกแบบและพัฒนาตัวเครื่องสับย่อยใบไม้ต้นแบบมีองค์ประกอบหลัก 5 ส่วน ประกอบด้วยชุดโซลิด ชุดส่งกำลังมอเตอร์ขนาด 3 แรงม้า ชุดใบมีดจำนวน 28 ใบ ตะแกรงกรอง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรู 12 มม. และรางทางออก โดยคณะผู้วิจัยมีแนวคิดในการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องสับย่อยใบไม้และศึกษาอิทธิพลของความเร็วรอบของใบมีดที่มีต่อประสิทธิภาพของเครื่องสับย่อยใบไม้ เพื่อนำมากำหนดความเร็วรอบที่เหมาะสมในการพัฒนาชุดส่งกำลังของเครื่องสับย่อยใบไม้ต้นแบบให้มีสมรรถนะที่ดีที่สุด โดยคณะผู้วิจัยออกแบบการทดลองโดยปัจจัยที่ศึกษาหรือตัวแปรต้นคือความเร็วรอบของใบมีดที่เกิดจากการปรับขนาดมอเตอร์ตาม 3 ขนาด คือ 8 10 และ 12 นิ้ว ตามลำดับ โดยมีความเร็วรอบของใบมีด 3 ระดับ ได้แก่ 543.75 435 และ 362.5 รอบต่อนาที ตามลำดับ ซึ่งจะทำให้การทดลองซ้ำทั้งหมด 4 รอบในแต่ละความเร็วรอบของใบมีด สามารถอภิปรายผลการทดลองได้ดังนี้

ด้านการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องสับย่อยใบไม้ โดยพิจารณาจากค่าน้ำหนักใบไม้ที่ย่อยได้ต่อค่าน้ำหนักใบไม้ทั้งหมดที่นำเข้า พบว่า ในความเร็วรอบของใบมีดที่ 543.75 รอบต่อนาที มีประสิทธิภาพในการย่อยเฉลี่ย ร้อยละ 88.10 และมีความสามารถในการย่อยเฉลี่ย 17.04 กก./ชั่วโมง ตามมาด้วยความเร็วรอบของใบมีดที่ 435 รอบต่อนาที มีประสิทธิภาพในการย่อยเฉลี่ยร้อยละ 86.41 และมีความสามารถในการย่อยเฉลี่ย 14.21 กก./ชั่วโมง และลำดับสุดท้าย คือ ในความเร็วรอบของใบมีดที่ 362.5 รอบต่อนาที มีประสิทธิภาพในการย่อยเฉลี่ย ร้อยละ 83.06 และมีความสามารถในการย่อยเฉลี่ย 6.63 กก./ชั่วโมง กล่าวได้ว่า เมื่อลดความเร็วรอบของใบมีดให้ต่ำลง แนวโน้มของค่าประสิทธิภาพในการย่อยมีทิศทางลดลงเช่นกัน

ด้านการศึกษาประสิทธิผลของความเร็วรอบของใบมีดที่มีต่อประสิทธิภาพในการย่อยของเครื่องสับย่อยใบไม้ พบว่า เมื่อนำข้อมูลประสิทธิภาพในการย่อยโดยเฉลี่ยที่ความเร็วรอบของใบมีดแต่ละระดับมาทดสอบความเพียงพอของตัวแบบเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของข้อมูล โดยใช้การวิเคราะห์ Normality test ด้วยโปรแกรม Minitab 18 พบว่า ข้อมูลประสิทธิภาพในการย่อยมีค่า P-Value มากกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ตั้งไว้ 0.05 นั่นคือ ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต่อมาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวเพื่อพิจารณาปัจจัยความเร็วรอบของใบมีดที่ส่งผลต่อข้อมูลประสิทธิภาพในการย่อย พบว่า ค่า P-value เท่ากับ 0.514 ซึ่งมากกว่า 0.05 ดังนั้น ประสิทธิภาพในการย่อยเฉลี่ยของความเร็วรอบของใบมีดทั้ง 3 ระดับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ หากพิจารณาความสามารถในการสับย่อยจากน้ำหนักของใบไม้หลังการย่อยต่อเวลาที่ใช้ในการย่อย เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสับย่อยโดยเฉลี่ยที่เกิดจากความเร็วรอบแต่ละระดับประกอบการพิจารณาจากค่าประสิทธิภาพ พบว่า ความสามารถในการย่อยใบไม้ที่สูงที่สุด เฉลี่ยอยู่ที่ 17.04 กก./ชั่วโมง ซึ่งเกิดจากการใช้ระดับความเร็วรอบของใบมีดที่ 543.75 รอบต่อนาที ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพในการย่อยโดยเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 88.10 ดังนั้น ในการผลิตเครื่องสับย่อยใบไม้ต้นแบบนี้ควรใช้มอเตอร์ตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้วเป็นองค์ประกอบของชุดส่งกำลัง

5.1 สรุปผล

การศึกษาปัจจัยความเร็วรอบของใบมีดที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องสับย่อยใบไม้ต้นแบบจากการปรับขนาดมอเตอร์ตามของชุดส่งกำลัง คณะผู้วิจัยออกแบบการทดลองโดยกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคือ ใบอินทนิลแห้งปริมาณ 1 กิโลกรัม กำหนดปัจจัยที่ศึกษา 1 ปัจจัย คือ ความเร็วรอบของใบมีด แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 543.75 435 และ 362.5 รอบต่อนาที ตามลำดับ จำนวน 4 รอบการทดลองซ้ำ พบว่า เมื่อลดความเร็วรอบของใบมีดให้ต่ำลง แนวโน้มของค่าประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยในการย่อยมีทิศทางลดลงตามลำดับ โดยค่าประสิทธิภาพในการย่อยโดยเฉลี่ยมีค่าร้อยละ 88.10 86.41 และ 83.06 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว เพื่อพิจารณาปัจจัยความเร็วรอบของใบมีดที่ส่งผลต่อข้อมูลประสิทธิภาพในการย่อย พบว่า ค่า P-value เท่ากับ 0.514 ซึ่งมากกว่า 0.05 ดังนั้น ประสิทธิภาพในการย่อยเฉลี่ยของความเร็วรอบของใบมีดทั้ง 3 ระดับไม่แตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้งเมื่อพิจารณาความสามารถในการย่อใบไม้ พบว่า ความเร็วรอบของใบมีดที่เหมาะสมคือ 543.75 รอบต่อนาที นั่นคือ หากต้องการให้เครื่องสับย่อยใบไม้ต้นแบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดควรใช้มีดเล่ตามขนาด 8 นิ้ว เพื่อให้มีความเร็วรอบ 543.75 รอบต่อนาที จึงจะเกิดประสิทธิภาพในการย่อยที่ดีที่สุด ร้อยละ 88.10 และมีความสามารถในการย่อยเฉลี่ย 17.04 กก./ชั่วโมง

6. ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาหรือทำวิจัยครั้งต่อไปควรทดลองความเร็วรอบที่อยู่ในช่วงที่สูงกว่า 543.75 รอบต่อนาที (ใช้มีดเล่ตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มากกว่า 8 นิ้ว) เพื่อดูแนวโน้มค่าประสิทธิภาพในการย่อยว่าจะมีค่าเพิ่มขึ้นหรือไม่ เนื่องจากการทดลองในงานวิจัยนี้ เมื่อลดความเร็วรอบให้ต่ำลง พบว่า ค่าประสิทธิภาพในการย่อยมีแนวโน้มลดลง และควรพิจารณาการสึกหรอหรืออายุการใช้งานของใบมีด รวมถึงวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เพิ่มเติม7.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยในการอนุเคราะห์ใบไม้แห้งและสถานที่เพื่อใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพในการย่อยของเครื่องใบไม้ต้นแบบ และนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการชั้นปีที่ 4 ปีการศึกษา 2562 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ในการทดสอบและเก็บข้อมูลการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

Montgomery, D. C., Peck, E. A., and Vining, G. G. (2012). **Introduction to linear regression analysis**. (5). Hoboken: John Wiley & Sons.

กรมควบคุมมลพิษ. (2560). รายงานสถานการณ์ขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย ปี 2559. กรุงเทพฯ :

ธเรศ ศรีสถิตย์. (2559). **การบริหารจัดการขยะ 5R** (ออนไลน์). เข้าได้ถึงจาก :

<https://library.mju.ac.th/km/?p=583> สืบค้นเมื่อ 23 เมษายน 2563

ลักขณา บุญส่งศรีกุล. (2555). **การออกแบบและการสร้างเครื่องย่อยเศษผ้า**. ขอนแก่น:

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วีรเดช เกตุมรรค และ พงศกร สุรินทร์. (2555). **การทดสอบความเร็วรอบ**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ :

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อัครเดช ไม้จันทร์. (2560). **เครื่องจักรกลเกษตร**. กรุงเทพฯ : ครุสภาลาดพร้าว.

คุณค่าทางวิชาการ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของปัจจัยความเร็วรอบของใบมีดที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องสับย่อยใบไม้จากการปรับขนาดมีดเล่ตาม ผู้ที่สนใจสามารถนำผลการศึกษาไปใช้เป็นแนวทางในการกำหนดรายละเอียดขององค์ประกอบของชุดส่งกำลังในการพัฒนาเครื่องสับย่อยใบไม้ต้นแบบ เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการย่อยใบไม้ที่ดีที่สุด และมีส่วนช่วยเหลือในการบริหารจัดการขยะใบไม้เพื่อนำผลผลิตที่ได้ไปรีไซเคิลในการทำปุ๋ยหมักอินทรีย์ต่อไปได้ ซึ่งช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมของประเทศได้อีกทางด้วย