

การหาค่าปัจจัยการตัดย่อยทางปาล์มที่เหมาะสมด้วยเครื่องตัดย่อยใบตัดตั้ง

สุรัตน์ ตรีวนพงค์^{1*} ปราโมทย์ พูนนายม² วรญา วัฒนจิตสิริ³ และกิตติพงษ์ กิมะพงศ์⁴
surat.t@en.rmutt.ac.th^{1*}, promote.p@en.rmutt.ac.th², voraya.w@en.rmutt.ac.th³,
kittipong.k@en.rmutt.ac.th⁴

¹⁻⁴ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Received: July 13, 2017
Revised: November 13, 2017
Accepted: August 20, 2018

บทคัดย่อ

เทคนิคการตัดกิ่งปาล์มด้านล่างเป็นวิธีการเพิ่มผลิตภาพในพื้นที่การเพาะปลูกปาล์มเนื่องจากการตัดกิ่งปาล์มด้านล่างให้สั้นลงนั้นสามารถทำให้ต้นปาล์มสามารถเก็บสะสมอาหารไว้ได้มากกว่า สามารถทำให้เกิดการแตกทางปาล์มใหม่ และสามารถส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณผลปาล์มให้สูงขึ้นได้ ในการดำเนินการดังกล่าวส่งผลทำให้ปริมาณขยะกิ่งปาล์มในปริมาณสูงและมีความต้องการในการนำไปใช้ประโยชน์ เช่น การทำปุ๋ย หรือเป็นอาหารสัตว์ในอนาคต ด้วยเหตุนี้การตัดย่อยเพื่อให้เกิดเศษขนาดเล็ก และมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์จึงมีความจำเป็นในการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง บทความนี้มีจุดประสงค์ คือ 1) เพื่อทำการออกแบบการทดลองเพื่อหาค่าปัจจัยการตัดที่เหมาะสมซึ่งสามารถทำให้เกิดเศษขนาดเล็กและปริมาณเศษปาล์มที่มีค่าสูงโดยใช้เครื่องตัดทางปาล์มใบตั้ง และ 2) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยการตัดที่ส่งผลต่อขนาดและปริมาณเศษทางปาล์ม ปัจจัยการตัดในการศึกษานี้ ประกอบด้วยความเร็วรอบ 540-1000 รอบต่อนาที และจำนวนของใบตัด 2-6 ใบ การวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติแบบแฟคตอเรียล 23 แฟคตอเรียล แบบ 2 ปัจจัย 3 ระดับ ถูกใช้ในการออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง ผลการทดลองโดยสรุปพบว่า ตัวแปรการตัดที่ให้ค่าเศษการตัดที่มีขนาด 3.8 มิลลิเมตร และปริมาณการผลิตเศษ 6600 กรัม ประกอบด้วยความเร็วรอบ 1000 รอบต่อนาทีของเครื่องย่อยทางปาล์ม และจำนวนใบมีดตัด 6 ใบ การเพิ่มความเร็วยรอบในการตัดและการเพิ่มจำนวนใบมีดส่งผลทำให้ขนาดของเศษการตัดทางปาล์มลดลง และทำให้ปริมาณการผลิตเศษทางปาล์มมีค่าเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: ปาล์ม การตัด อัตราการผลิตเศษ

Palm Cutting Parameter Optimization of Orbital Cutting Blade Chopper Machine

Surat Triwanapong^{1*}, Pramot Poonnayom² Voraya Wattanajitsiri³, Kittipong Kimapon⁴
surat.t@en.rmutt.ac.th^{1*}, promote.p@en.rmutt.ac.th², voraya.w@en.rmutt.ac.th³,
kittipong.k@en.rmutt.ac.th⁴

¹⁻⁴ Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

Received: July 13, 2017
Revised: November 13, 2017
Accepted: August 20, 2018

Abstract

Lower palm branch cutting technique was a productivity method in a palm growing area due to this cutting technique could store more food for the palm tree, produce a new palm branch and also affect to increase a higher palm fruit. To perform this technique, larger amount of the palm branch waste was produced and was required to utilize as a fertilizer or an animal feed in the near future. Therefore, the palm chopping that could produce small scrap size and suit to utilize was continuously performed. This article aimed 1) to experimental design for optimizing cutting parameter that could produce small scrap size and large amount of scrap using an orbital cutting blade palm chopping machine and 2) to study the lation of the cutting parameter that could influence the palm scrap size and amount. The cutting parameter in this study was composed of the cutting speed of 540-1000 rpm and cutting blade amount of 2-6 blades. 23 factorial statistical analysis technique which was 2 factors and 3 levels, was carried out to design and analyzed the experimental results. The summarized results are as follows. The optimized cutting parameter that could produce the palm scraps size of 3.8 millimeters and the palm scrap amount of 6600 grams was a cutting speed of 1000 revolutions per minute and the cutting blade of 6 blades. An increase of the cutting speed and an increase of the blade amount affected directly to decrease the palm scraps size and increase the palm scrap production amount.

Keywords: palm, cutting, scrap production rate.

1. บทนำ

การขาดแคลนน้ำมันในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจเป็นวิกฤติพลังงานที่เกิดขึ้นในโลกปัจจุบันที่ส่งผลทำให้เกิดการศึกษาและพัฒนาแหล่งพลังงานทางเลือกเพื่อใช้ในการทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิง หนึ่งในแหล่งพลังงานทางเลือกที่มีการนิยมนำมาประยุกต์ในการใช้ทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิง คือ ปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญและมีการปลูกอย่างแพร่หลายในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ [1, 2] การส่งเสริมการใช้ปาล์มเป็นพลังงานทางเลือกนี้สามารถทำให้เกิดการเสริมสร้างและพัฒนาขีดความสามารถของภาคการผลิต เพื่อยกศักยภาพอุตสาหกรรมไทยให้มีความเข้มแข็งทางเศรษฐกิจและแข่งขันได้อย่างยั่งยืนดังเจตนารมณ์ของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 พ.ศ.2560-2565 [3]

ในการปลูกปาล์มเพื่อให้ได้ผลผลิตลูกปาล์มเพื่อนำไปทำการแปรรูปเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงนั้น ต้นปาล์มจะมีการเติบโตและมีความสูงเพิ่มขึ้นทุกปี การตัดกิ่งปาล์มด้านล่างเป็นสิ่งที่จะต้องมีการดำเนินการอย่างสม่ำเสมอเพื่อเพิ่มผลิตภาพ (Productivity) ของลูกปาล์ม การตัดกิ่งก้านนี้มีเทคนิคในการตัดหลายๆ วิธีการเพื่อเพิ่มผลิตภาพของต้นปาล์ม เช่น เทคนิคการตัดกิ่งปาล์มด้านล่างให้มีความยาวคงเหลือจากลำต้นประมาณ 1 คอกเพื่อให้ต้นปาล์มสามารถเก็บสะสมอาหารไว้ได้มากกว่า เพื่อใช้ในการแตกทางปาล์มใหม่ และเพื่อส่งผลต่อการออกดอกตัวเมียมากกว่าดอกตัวผู้ทำให้ได้ผลปาล์มในปริมาณที่สูงกว่า [4] เมื่อพิจารณาทางปาล์มที่ถูกตัดออกมาดังรูปที่ 1 พบว่าที่ผ่านมามีปริมาณค่อนข้างสูงโดยมีตัวเลขที่รายงานจำนวนทางปาล์มที่ต้องทำการตัดเดือนละ 2 ครั้ง ต้นละ 2 ทางปาล์ม หรือประมาณ 44 ทางปาล์มต่อไร่ หากเกษตรกรมีการปลูกต้นปาล์มหลายสิบไร่ พบว่าปริมาณทางปาล์มที่ถูกตัดเมื่อเปรียบเทียบกับ

กับพื้นที่การเพาะปลูกนั้นมีปริมาณค่อนข้างสูง [5] การนำทางปาล์มไปใช้ประโยชน์จึงมีการคิดค้นและพัฒนากันอย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างที่ผ่านมาพบว่าทางปาล์มถูกนำมาทำการย่อยให้มีขนาดเล็กด้วยเครื่องย่อยไม้ขนาดใหญ่เพื่อทำเป็นปุ๋ยและใช้เป็นอาหารของสัตว์ เช่น แพะ หรือแกะได้ [6, 7] การใช้เครื่องย่อยไม้ขนาดใหญ่สามารถทำให้เกิดอัตราการผลิตที่สูงได้แต่มีข้อจำกัดในการเคลื่อนที่เข้าสู่สวนปาล์ม ในบางครั้งการใช้งานจึงมีข้อจำกัดที่ผ่านมามีการพัฒนาเครื่องย่อยทางปาล์มขนาดเล็กขึ้นมาหลายรูปแบบเพื่อทำการย่อยทางปาล์มในพื้นที่สวนปาล์ม [6] อย่างไรก็ตามในการศึกษาปัจจัยการตัดย่อยที่เหมาะสมของเครื่องตัดย่อยแต่ละตัวจึงควรมีการศึกษาเพื่อกำหนดประสิทธิภาพสูงสุดของเครื่องย่อยทางปาล์ม



รูปที่ 1 ทางปาล์มน้ำมันรอย่อยสลาย [8]

ในขั้นตอนการตัดย่อยวัสดุ ปัจจัยการตัดที่แตกต่างกันมักทำให้เกิดผลลัพธ์ในการตัดย่อยที่แตกต่างกัน นอกจากนั้นปัจจัยการตัดมักมีความแตกต่างกันตามรูปแบบของการตัด เช่น การตัดย่อยไม้ทัวร์สซิดาร์ที่มีปัจจัยการตัดประกอบด้วยทิศทางการตัด จำนวนของใบมีด และขนาดเกรน

ของวัสดุตัด [9] หรือการตัดวัสดุเหลือใช้จากข้าว ที่มีปัจจัยการตัดประกอบด้วยความเร็วรอบ รูปแบบใบตัด และจำนวนใบตัด [10] หรือการ ตัดย่อยไม้ด้วยใบตัดแบบกรวยที่มีปัจจัยการตัด ประกอบด้วยมุมการเติมไม้ที่ และความชื้นของไม้ [11] หรือการตัดวัสดุอ่อนนิ่ม (Soft Solid Material) ที่มีปัจจัยการตัดประกอบด้วยแรงตัด และรูปร่างใบตัดแบบต่างๆ [12] งานวิจัยเหล่านี้ ล้วนทำการทดลองโดยกำหนดปัจจัยการตัด หลายตัวแปร และทำการตัดทุกๆ สภาวะการตัด ที่ออกแบบไว้ และไม่ได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ ของปัจจัยการตัดต่างๆ ซึ่งวิธีการศึกษาลักษณะนี้ หากการศึกษามีเวลาที่จำกัดอาจทำให้เกิด ผลการทดลองที่คลาดเคลื่อนได้ ด้วยเหตุนี้การนำ วิธีการทางสถิติเข้ามาประยุกต์ใช้ในการออกแบบ และดำเนินการทดลอง รวมทั้งวิเคราะห์ผลการ ทดลองจึงมีความนิยมเพิ่มขึ้นเพื่อทำให้เกิดการ ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการหาปัจจัย การตัดที่มีความเหมาะสม ที่ผ่านมามีการใช้วิธี การทางสถิติในการออกแบบการทดลองเพื่อ ให้เกิดคุณภาพของรอยตัดที่มีคุณภาพสูงที่น่าสนใจ และคาดว่าจะอาจประยุกต์ใช้กับการตัดทางปาล์ม ในพื้นที่การดำเนินการวิจัยได้ เช่น การออกแบบ การทดลอง (Design of experiment) โดยการ ใช้เทคนิคการออกแบบแฟคตอเรียลระดับ 2 (Two level factorial design) และวิธีทาคุชิ (Taguchi method) ในการออกแบบปัจจัย การตัดไม้อัดแผ่นความหนาแน่นปานกลาง (Medium density fiberboard: MDF) ด้วยปัจจัยการตัดด้วยเลเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์ 4 ปัจจัย ผลการออกแบบปัจจัยการตัดสามารถ ลดเวลาและค่าใช้จ่ายในตัดให้ได้ผิวที่มีคุณภาพสูง ความหยาบผิวลดลงเมื่อพลังงานเลเซอร์ เพิ่มขึ้น ความเร็วในการตัดลดลง และแรงดัน อากาศลดลง อย่างไรก็ตามการเพิ่มพลังงานทำให้ ค่าใช้จ่ายการตัดเพิ่มขึ้น [13] หรือการวิเคราะห์

ความสัมพันธ์เกรย์-ทาคุชิ (Taguchi Grey Relational Analysis) ในการตัดเจาะพอลิ เมอร์เสริมแรงคาร์บอนไฟเบอร์ (Carbon fiber reinforced polymer: CFRP) ที่ประกอบด้วย ปัจจัยการตัด 3 ปัจจัย เพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมทำให้เกิดอัตราการตัดเนื้อวัสดุ (Materials Removal rate: MRR) สูงสุด ซึ่งวิธีการที่ใช้ในการ ออกแบบสามารถทำให้ทราบปัจจัยการตัด ที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดผิวการตัดเจาะที่มีคุณภาพ ดังต้องการ [14] หรือ

ด้วยข้อมูลการดำเนินการศึกษาเพื่อหา ปัจจัยการตัดที่เหมาะสมที่ผ่านมา งานวิจัยนี้จึงมี จุดประสงค์ในการออกแบบการทดลองเพื่อการ หาปัจจัยการตัดที่เหมาะสมในการตัดย่อยทาง ปาล์มด้วยเครื่องตัดย่อยทางปาล์มขนาดเล็ก ที่มีใบตัดตั้งฉาก การดำเนินการทดลองตัดและ การวิเคราะห์ผลการตัดกระทำโดยการใช้วิธีทาง สถิติเพื่อให้เกิดความประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย ในการหาปัจจัยการตัดที่มีความเหมาะสมที่ทำให้ เกิดเศษปาล์มที่มีขนาดเล็กที่สุดและมีอัตราการ ผลิตเศษปาล์มสูงสุด ผลการทดลองที่ได้ สามารถประยุกต์ใช้กับการตัดย่อยทางปาล์ม ในพื้นที่กรณีตัวอย่างหรือสวนปาล์มอื่นๆ ในอนาคตต่อไป

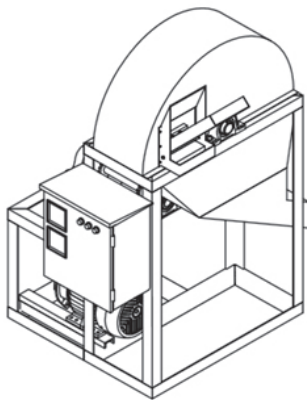
2. วิธีการทดลอง

2.1 เครื่องตัดย่อยทางปาล์มแบบใบตัด ตั้งฉาก

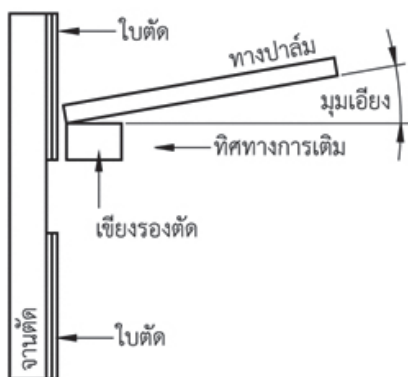
เครื่องย่อยทางปาล์มใบตัดแนวตั้งมี ลักษณะดังรูปที่ 2 ซึ่งเป็นเครื่องย่อยทางปาล์ม ที่มีคุณลักษณะดังนี้

- เครื่องตัดย่อยทางปาล์มที่ได้จาก การออกแบบและสร้างขึ้นมีขนาด กว้าง 1000 มิลลิเมตร ยาว 1000 มิลลิเมตร สูง 1000 มิลลิเมตร

- ความเร็วรอบในการตัดสามารถรับความเร็วรอบได้ที่ 100-1200 รอบต่อนาที
- เครื่องตัดย่อยทางปาล์มสามารถบรรจุใบตัดได้ 2-6 ใบ
- มุมเอียงของการป้อนสามารถปรับค่าได้ตั้งแต่ 0-45 องศา ค่ามุมเอียง 0 องศา คือทิศทางการป้อนทำมุมฉากกับใบตัดดังรูปที่ 3
- ใบตัดที่ใช้ในการตัดย่อยทางปาล์มเป็นใบตัดกึ่งวี (Single V cutting blade) ที่มีลักษณะดังรูปที่ 4 ก. ใบตัดกึ่งวีดังกล่าวมีขนาดของใบตัดดังรูปที่ 4 ข. ใบตัดนี้ทำจากเหล็กกล้าคาร์บอน S45C ที่ผ่านการชุบแข็งด้วยน้ำด้วยอุณหภูมิที่กำหนด



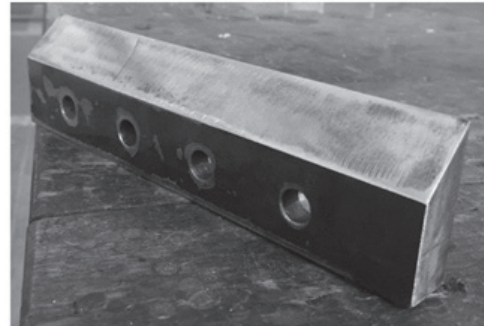
รูปที่ 2 เครื่องย่อยทางปาล์มใบตัดแนวตั้ง



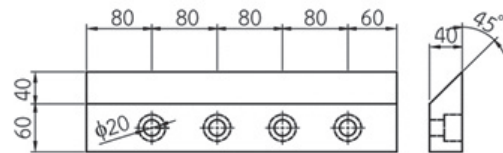
รูปที่ 3 มุมเอียงในการป้อนทางปาล์ม

2.2 คุณสมบัติทางปาล์ม

ทางปาล์มที่ใช้ในการทดลองย่อยในการทดลองนี้เป็นทางปาล์มที่เก็บตัวอย่างในพื้นที่อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม 2559 จำนวน 50 ทางปาล์ม คุณสมบัติทางปาล์มประกอบด้วยค่าต่างๆ ดังนี้



ก. ใบตัดกึ่งวีในการตัดย่อยทางปาล์ม



ข. ขนาดของใบตัดกึ่งวีในการตัดย่อยทางปาล์ม

รูปที่ 4 ใบตัดกึ่งวี (หน่วย: มิลลิเมตร)

- ทางปาล์มมีน้ำหนักเฉลี่ย 3.55 กิโลกรัมต่อกิ่งปาล์ม
- ความยาวทางปาล์มที่ตัดออกมาเฉลี่ย 3,761 มิลลิเมตร
- ความยาวใบปาล์มที่ตัดออกมาเฉลี่ย 971 มิลลิเมตร
- โคนกิ่งปาล์มมีความหนาเฉลี่ย 34.74 มิลลิเมตร กว้าง 111.91 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นส่วนที่มีความหนามากที่สุดของทางปาล์ม
- ส่วนกลางกิ่งปาล์มมีความหนาเฉลี่ย 27.19 มิลลิเมตร กว้าง 31.14 มิลลิเมตร
- ส่วนปลายของกิ่งปาล์มมีความหนาเฉลี่ย 2.16 มิลลิเมตร และกว้างประมาณ 2.10 มิลลิเมตร

- โคนใบปาล์มมีความหนาเฉลี่ย 34.74 มิลลิเมตร และกว้าง 111.91 มิลลิเมตร
- ส่วนกลางใบปาล์มมีความหนาเฉลี่ย 27.19 มิลลิเมตร และกว้าง 31.14 มิลลิเมตร
- ส่วนปลายของใบปาล์มมีความหนาเฉลี่ย 2.16 มิลลิเมตร และกว้าง ประมาณ 2.10 มิลลิเมตร

2.3 การกำหนดปัจจัยที่มีผลต่อการตัดทางปาล์ม

การศึกษาเพื่อค่าปัจจัยการตัดทางปาล์มของเครื่องตัดทางปาล์มแบบใบตัดฉากที่มีความเหมาะสมในการผลิตเศษปาล์มนั้นมีการกำหนดปัจจัยการตัดดังนี้

- ตัวแปรตอบสนอง (Response) ที่ต้องการวัดผลประกอบด้วย ขนาดรูปร่างของเศษปาล์มที่ถูกตัด และอัตราการผลิตเศษปาล์ม
- ตัวแปรควบคุม (Control) ประกอบด้วย ความเร็วรอบในการตัด และจำนวนใบตัด
- มุมเอียงในการป้อนทางปาล์มเข้าสู่ใบตัดที่กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 0 องศา ค่ามุมเอียงที่ 0 องศา นี้ คือค่ามุมทางปาล์มที่ป้อนเข้าสู่เครื่องย่อยปาล์มและทำมุม 90 องศา กับใบตัด ดังรูปที่ 3

2.4 การวางแผนการออกแบบการทดลอง

การออกแบบการทดลองแบบแฟคตอเรียล กรณี 23 แฟคตอเรียล คือ 2 ปัจจัย 3 ระดับ [1] ทำการทดลองทั้งหมด 27 ครั้ง โดยการกำหนดค่าแต่ละปัจจัยในแต่ละระดับดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปัจจัยที่ทำการทดลอง

ปัจจัย	ปัจจัย	ระดับการทดลอง		
A	ความเร็วรอบในการตัด (รอบต่อนาที)	540	750	1000
B	จำนวนใบมีดตัด	2 ใบ	3 ใบ	6 ใบ
ปัจจัยร่วม				
AB	ความเร็วรอบในการตัดและจำนวนใบมีดตัด			

สมมติฐานการวิจัย: ความเร็วรอบในการตัด (ปัจจัย A) มีผลต่อขนาดของเศษปาล์มและอัตราการผลิตเศษปาล์ม
สมมติฐานทางสถิติ

$$H_0 = \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0$$

$$H_1 = \text{อย่างน้อยมีค่าใดค่าหนึ่ง } (\alpha_i) \neq 0$$

สมมติฐานการวิจัย: จำนวนใบมีดตัด (ปัจจัย B) มีผลต่อขนาดของเศษปาล์มและอัตราการผลิตเศษปาล์ม
สมมติฐานทางสถิติ

$$H_0 = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$$

$$H_1 = \text{อย่างน้อยมีค่าใดค่าหนึ่ง } (\beta_j) \neq 0$$

สมมติฐานการวิจัย: อิทธิพลของความเร็วนรอบในการตัดและจำนวนใบมีดตัด (ผลกระทบร่วม) ที่มีผลต่อขนาดของเศษปาล์มและอัตราการผลิตเศษปาล์ม
สมมติฐานทางสถิติ

$$H_0 = (\alpha\beta)_{ij} = 0 \text{ ทุกๆ ค่า } ij$$

$$H_1 = \text{อย่างน้อยมีค่าใดค่าหนึ่ง } (\alpha\beta)_{ij} \neq 0 \text{ ที่ระดับนัยสำคัญที่ } \alpha = 0.05$$

3. ผลการทดลอง

ตารางที่ 2 ขนาดของเศษปาล์ม (หน่วย: มิลลิเมตร)

ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	จำนวนใบ		
	2	3	6
540	30.540	24.380	4.940
750	27.295	18.920	4.795
1000	21.224	13.020	3.645
540	29.747	23.430	5.195
750	26.721	18.240	4.825
1000	21.381	13.240	3.818
540	32.590	24.470	5.450
750	28.660	19.210	4.855
1000	21.538	13.460	3.985

ตารางที่ 3 อัตราการผลิตเศษปาล์ม (หน่วย: กรัม)

ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	จำนวนใบ		
	2	3	6
540	2820	3480	5015
750	3240	3850	5760
1000	3630	4020	6520
540	2930	3560	5030
750	3470	3910	5800
1000	3700	4200	6600
540	2980	3300	5045
750	3420	3820	5880
1000	3770	4320	6680

การกำหนดปัจจัยและระดับของปัจจัย คือ ความเร็วรอบในการตัดที่ 540 รอบต่อนาที 720 รอบต่อนาที และ 1000 รอบต่อนาที และ จำนวนใบมีดตัดที่ 2 ใบ 3 ใบ และ 6 ใบ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 2 และ 3 ผลการทดลองมีแนวโน้มของการลดขนาดเศษทางปาล์ม เมื่อความเร็วรอบของการตัด และจำนวนของใบมีดมีค่าเพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันในการเพิ่มความเร็วดัด และจำนวนใบมีดนั้นส่งผลโดยตรงต่อการเพิ่มปริมาณการผลิตเศษปาล์มเครื่องตัดย่อยทางปาล์มแบบใบตัดตั้ง การเพิ่มปริมาณเศษการตัดและการลดลงของขนาดเศษตัดนี้เป็นไปในทางเดียวกันกับการสับย่อยฟางข้าวซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากการทำนาที่สามารถทำให้เกิดเศษที่มีปริมาณสูงและมีขนาดเล็กกลงได้เมื่อความเร็วรอบการสับย่อยและจำนวนใบมีดสับย่อยฟางข้าวมีค่าสูงขึ้น [10]

General Linear Model: SIZE versus รอบ, จำนวนใบ			
Factor	Type	Levels	Value
รอบ	Fixed	3	540, 750, 1000
จำนวนใบ	Fixed	3	2, 3, 6

Anayasis of Variance for SIZE, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	<u>Seq</u> SS	<u>Adj</u> SS	<u>Adj</u> MS	F	P
รอบ	2	240.08	240.08	120.04	277.57	0.000
จำนวนใบ	2	2239.25	2239.5	1119.63	2588.92	0.000
รอบ*จำนวนใบ	4	81.16	81.16	20.29	46.92	0.000
Error	18	7.78	7.78	0.43		
Total	26	2568.28				

S = 0.657623 R-Sq = 99.70% R-Sq (adj) = 99.56%

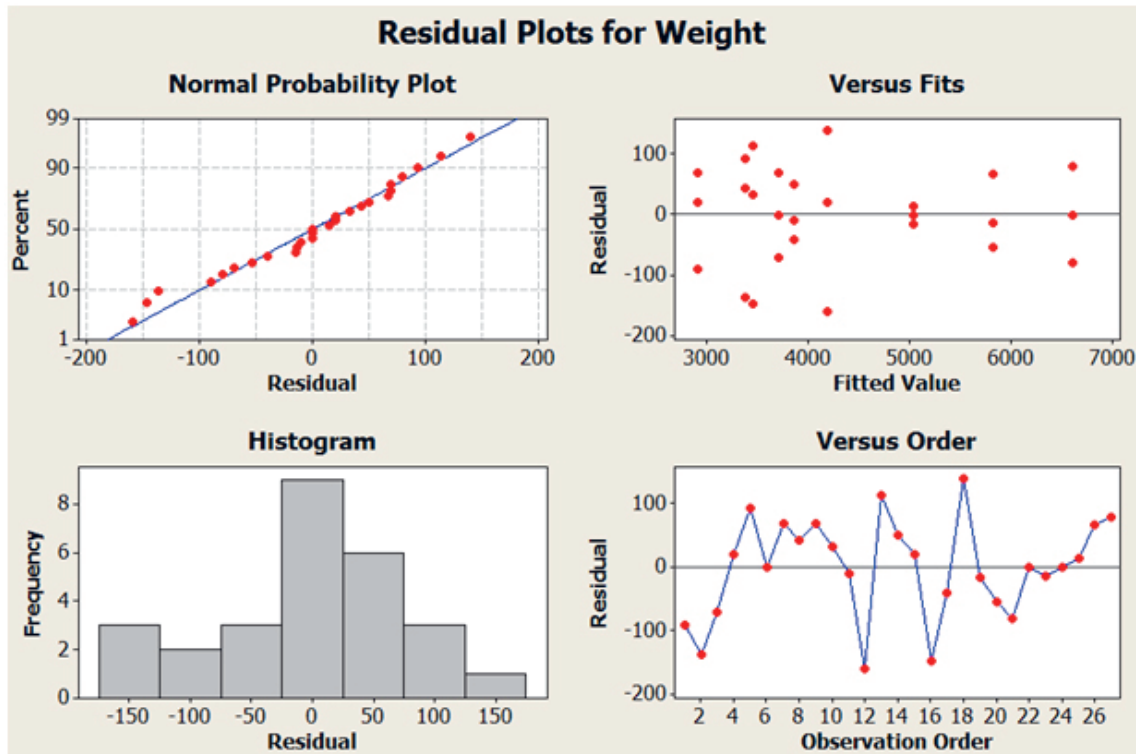
รูปที่ 5 ผลการทดสอบความแปรปรวนของขนาดเศษปาล์ม

General Linear Model: WEIGHT versus รอบ, จำนวนใบ			
Factor	Type	Levels	Value
รอบ	Fixed	3	540, 750, 1000
จำนวนใบ	Fixed	3	2, 3, 6

Anayasis of Variance for SIZE, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	<u>Seq</u> SS	<u>Adj</u> SS	<u>Adj</u> MS	F	P
รอบ	2	4793430	4793430	2396715	272.27	0.000
จำนวนใบ	2	31111252	31111252	15555626	1767.13	0.000
รอบ*จำนวนใบ	4	661370	661370	165343	18.78	0.000
Error	18	158450	158450	8803		
Total	26	26724502				
S = 93.8231	<u>R-Sq</u> = 99.57%	<u>R-Sq</u> (adj) = 99.38%				

รูปที่ 6 ผลการทดสอบความแปรปรวนของอัตราการผลิตเศษปาล์ม

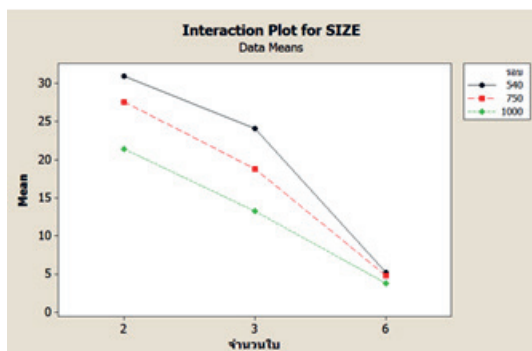


รูปที่ 7 กราฟทดสอบความพอเพียงของแบบจำลอง

ผลการทดลองที่ได้ในตารางที่ 1 และ 2 ถูกนำไปทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) โดยใช้โปรแกรมมินิแท็ป [15] ช่วยในการวิเคราะห์และได้ผลดังรูปที่ 5 และรูปที่ 6 การตรวจสอบผลของการใช้โปรแกรมมินิแท็ปในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model adequacy checking) สามารถทำได้ดังรูปที่ 7

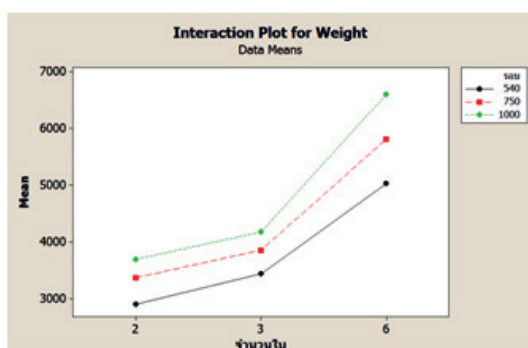
ในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองพบว่ากราฟการแจกแจงความน่าจะเป็นปกติ (Normal probability plot) ดังรูปซ้ายบนของรูปที่ 7 มีการแจกแจงเชิงเส้นกล่าวคือในการสร้างกราฟจุดที่สร้างขึ้นมีค่าใกล้เคียงกันและแนวโน้มเป็นเส้นตรง และตัวแปรตามและตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันเป็นเชิงเส้นตรง [16] ชุดข้อมูลที่ได้เมื่อทำการพิจารณาด้วยกราฟฮิสโตแกรม (Histogram) พบว่าข้อมูลมีลักษณะการกระจายตัวแบบระฆังคว่ำซึ่งเป็นลักษณะการกระจายตัวแบบปกติ

ผลการทดสอบความแปรปรวนของขนาดเศษปาล์มดังรูปที่ 5 พบว่า ค่าพี (P-Value) ของความเร็วรอบ จำนวนใบมีด และผลกระทปร่วมหรืออันตรกิริยา มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ผลการทดสอบจึงปฏิเสธสมมติฐาน และพบว่าตัวแปรของความเร็วรอบ จำนวนใบมีด และผลกระทปร่วม มีผลต่อขนาดของเศษปาล์ม ดังนั้นเมื่อพิจารณาผลกระทปร่วมแล้วค่าที่เหมาะสมที่ทำให้ขนาดของเศษปาล์มมีขนาดเล็กที่สุดอยู่จะใช้ความเร็วรอบที่ 1000 รอบต่อนาทีและใบมีดที่ 6 ใบ ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ผลกระทบร่วม (อันตรกิริยา) ของความเร็วรอบและจำนวนใบมีดของขนาดเศษปาล์ม

ผลการทดสอบความแปรปรวนของอัตราการผลิตเศษปาล์มดังรูปที่ 6 พบว่า ค่า P-Value ของความเร็วรอบ จำนวนใบมีด และผลกระทบร่วมหรืออันตรกิริยามีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ผลการทดสอบจึงปฏิเสธสมมติฐาน และแสดงว่าตัวแปรของความเร็วรอบ จำนวนใบมีดและผลกระทบร่วมมีผลต่ออัตราการผลิตเศษปาล์ม ดังนั้นเมื่อพิจารณาผลกระทบร่วมแล้วค่าที่เหมาะสมที่ทำให้อัตราการผลิตเศษปาล์มมีอัตราการผลิตสูงสุดอยู่ จะใช้ความเร็วรอบที่ 1000 รอบต่อนาทีและใบมีดที่ 6 ใบ ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 ผลกระทบร่วมของอัตราการผลิตเศษปาล์ม

4. สรุปผลการทดลอง

บทความนี้นำเสนอผลการหาค่าปัจจัยการตัดย่อยทางปาล์มที่เหมาะสมด้วยเครื่องตัดย่อยใบตัดตั้ง ตัวแปรการทดลองประกอบด้วยความเร็วรอบและจำนวนใบมีดตัดของเครื่องย่อยทางปาล์มใบตัดแนวตั้งที่มีผลต่อขนาดรูปร่างของเศษปาล์มและอัตราการผลิตของเศษปาล์ม โดยทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติแบบแฟคตอเรียล 23 แฟคตอเรียล แบบ 2 ปัจจัย 3 ระดับ ผลการทดลองโดยสรุปพบว่า ที่ความเร็วรอบ 1000 รอบต่อนาทีของเครื่องย่อยทางปาล์มและจำนวนใบมีดตัด 6 ใบ จะทำให้ได้ขนาดรูปร่างเล็กที่สุด มีขนาดเฉลี่ย 3.8 มิลลิเมตร ขณะที่ความเร็วรอบ 1000 รอบต่อนาทีของเครื่องย่อยทางปาล์มและจำนวนใบมีดตัด 6 ใบ ทำให้อัตราการผลิตของเครื่องย่อยทางปาล์มได้มากที่สุด อัตราการผลิตเฉลี่ย 6,600 กรัม

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยประจำปี 2559 จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Sriprasom N, Akesomtramet T. Correlation and heritability of vegetative characters of oil palm seedling. 2008;6(2):109-115 (in Thai).
- [2] Ajchompoo P, Sripuerk W, Borirak S. Development on the Use of Oil Palm Fronds as Roughage Feed Source for Thai Native Cattle. Proceeding of the 5th RMUT National Conference; 2013 July 15-16, Bangkok, Thailand. Bangkok: RMUTK. 2013. P. 79-86 (in Thai).
- [3] Nesdb.go.th [Internet]. Bangkok:

- Office of the National Economic and Social Development Board; [Updated 2017 June 14; cited 2017 June 14]. Available from <http://www.nesdb.go.th>
- [4] Meehaythai.com [Internet]. Chan taburi: Mee Hay; [Updated 2017 July 5; cited 2017 July 5] Available from <http://www.meehaythai.com>.
- [5] Farmkaset.org [Internet]. Amnat chareon: Ran Farm Kaset; [Updated 2014 May 20; cited 2014 May 20] Available from <http://www.farmkaset.org/contents/?content=00849>
- [6] Poksawat A, Songkong S. Cutting and Separating Machine Oil Palm Leaves and Fronds Used as Ruminant Animal Feed. Proceeding of the 5th UBU Conference; 2011 August 4-5, Ubonratchathani, Thailand. Ubonratchathani: UBU. p. 226-234 (in Thai).
- [7] Farmkaset.org [Internet]. Amnat chareon: Ran Farm Kaset; [Updated 2014 June 20; cited 2014 May 20] Available from <http://www.farmkaset.org/annasan.suratthani.doae.go.th/newshot6.html>
- [8] Rakbankerd.com [Internet] Bangkok: Rakbankerd Co.Ltd; [Updated 2014 May 20; cited 2014 May 20] Available from <http://www.rakbankerd.com/agriculture/page.php?id=1212&s=tblanimal>.
- [9] Aslan S. Coşkun H, Kılıç M. The effect of the cutting direction, number of blades and grain size of the abrasives on surface roughness of Taurus cedar (*Cedrus Libani* A. Rich.) woods. 2008;43:696-701.
- [10] Kosoom K. Study and Design of Cutting Blade from Rid Residues. Proceeding of the 5th Rajamangala University of Technology Conference. 2014; June 23-25:79-86 (in Thai).
- [11] Wegener JK and Wegener T. Wood chipping with conical helical blades – Theoretical deliberations and practical experiments concerning the adjustment of chip length with a set pitch of the blade. Biomass and Bioenergy. 2014; 66:151-158.
- [12] Atkins T. Optimum blade configurations for the cutting of soft solids. Engineering Fracture Mechanics. 2006;73: 2523-2531.
- [13] Eltawahni HA, Olabi AG, Benyounis KY. Investigating the CO2 laser cutting parameters of MDF wood composite material. Optics & Laser Technology. 2011;43: 648-659.
- [14] Aravind S, Shunmugesh K, Biju J, Vijayan JK. Optimization of Micro-Drilling Parameters by Taguchi Grey Relational Analysis. Materials Today: Proceedings. 2017;4:4188-4195.

[15] MINITAB. Minitab User Manual (Release 15) Making data analysis easier. USA: MINITAB Inc., 2001.

[16] MJu.ac.th [Internet] Chiangmai: MJU; [Updated 2017 July 1; cited 2017 July 1] Available from www.e-manage.mju.ac.th/openFile.aspx?id=NTg4Mjg=