ปัจจัยที่เหมาะสมเพื่อการปรับตั้งค่าเครื่องหั่นใบตะไคร้ด้วยเทคนิคออกแบบการทดลอง

Optimizing Factors for Lemongrass Slicer Using Design of Experiment

ยศวรรธน์ จันทนา*, นรัตว์ รัตนวัย

Yotsawat Jantana*, Narat Rattanawai

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

Faculty of Agricultural and Industrial Technology, Phetchabun Rajabhat University

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมเพื่อปรับตั้งค่าเครื่องหั่นใบตะไคร้ โดยเครื่องมีขนาดความกว้าง 450 มิลลิเมตร ยาว 530 มิลลิเมตร สูง 740 มิลลิเมตร และมีชุดใบมีดหั่น 11 ใบ จำนวน 2 เพลา การหาปัจจัยที่เหมาะสมใช้การออกแบบการทดลองโดยวิธีทดลองแบบแฟกทอเรียลเต็มรูปแบบ (2^k Full Factorial Design) ศึกษาปัจจัยที่ 3 ระดับ ได้แก่ ระยะห่างใบมีดช่วง 30-50 มิลลิเมตร ระยะเหลื่อมใบมีดช่วง 1-4 มิลลิเมตร และความเร็วรอบมอเตอร์ช่วง 100-130 รอบ/นาที ผลการทดลองพบว่า การปรับตั้งค่าที่เหมาะสมของระยะห่างใบมีดที่ 40 มิลลิเมตร ระยะเหลื่อมใบมีดที่ 2.5 มิลลิเมตร และความเร็วรอบมอเตอร์ที่ 115 รอบ/นาที สามารถหั่นใบตะไคร้ได้ 20 กิโลกรัม ใช้เวลาหั่น 2 นาที 35 วินาที จากเดิมที่ใช้แรงงานคนหั่น 20 กิโลกรัม ใช้เวลาหั่น 15 นาที ซึ่งเครื่องหั่นใบตะไคร้สามารถทำงานได้เร็วกว่าแรงงานคนถึง 5.8 เท่า สามารถเพิ่มกำลังการผลิตให้ทันต่อความต้องการของโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์สมุนไพร

คำสำคัญ: คำตะไคร้ การออกแบบการทดลอง เครื่องหั่น

Abstract

This research aimed to Optimizing factors of lemongrass slicer with 450 mm. wide, 530 mm. long, 740 mm. high, and 11 blades attached with two axles. To find the appropriate factors, the researcher used the experimental design by 2^k Full Factorial Design to study the factors at three levels: blade clearance with 30-50 mm., blade overlap with 1-4 mm., and motor speed round 100-130 rounds per minute. The results revealed that the appropriate setting was blade clearance at 40 mm, blade overlap at 2.5 mm, and motor speed round at 115 rounds per minute, which could sliced lemongrass for 20 kilograms in 2 minutes 35 seconds. From the original, the human labor could slice lemongrass for 20 kilograms in 15 minutes. Therefore, the

* *Corresponding author : yotsawat.j@pcru.ac.th*

Received: 23 ก.ค. 64; Revised: 30 ก.ย. 64; Accepted: 13 ต.ค. 64

lemongrass slicer was faster than human labor by 5.8 times and could increased the capacity for herb processing manufacturing.

Keywords: lemongrass, experimental design, slide machine

1. บทนำ

ในสถานการณ์ปัจจุบันประชากรทั่วโลกหันมาให้ความสำคัญและตระหนักในเรื่องการดูแลรักษาสุขภาพเพิ่มมากขึ้น สืบเนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส Covid - 19 ที่ทุกคนทั่วโลกมีโอกาสติดเชื้อและมีผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพชีวิตและการดูแลสุขภาพ (จงกลณี ตุ้ยเจริญ และคณะ, 2563) เป็นผลสืบเนื่องทำให้พืชสมุนไพรเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีการทำการวิจัยและพัฒนาสำหรับผลิตยารักษาโรค อาหารเสริม เครื่องสำอาง เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ ฯลฯ (ศุภลักษณ์ อริยภูชัย และคณะ, 2559) ทำให้ธุรกิจเกี่ยวกับพืชสมุนไพรมีโอกาสเติบโตได้อย่างรวดเร็วอีกทั้งยังเป็นส่วนหนึ่งของการเพิ่มรายได้ หนึ่งในพืชสมุนไพรที่ได้รับความนิยมในการเลือกปลูก คือ ตะไคร้ เนื่องจากเกษตรกรเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนน้อย มีกำไรต่อหน่วยการผลิตที่สูง และสามารถนำไปใช้เพื่อบริโภคเป็นอาหารหรือเครื่องดื่มที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ (พิมพ์ชนก พริกบุญจันทร์, 2555) อีกทั้ง ตะไคร้ยังมีสรรพคุณทางยารักษาโรคและบรรเทาอาการเจ็บป่วยต่าง ๆ เช่น ขับลม ท้องอืด ท้องเฟ้อ ฯลฯ (รักชนก ภูวพัฒน์ และคณะ, 2560) จากงานวิจัยพบว่า ส่วนที่นิยมนำมารับประทานนั้นเป็นส่วนของลำต้นและกาบใบ ในปัจจุบันค่านิยมของการบริโภคเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น (เจษฎา วิเศษมณี และอภิรักษ์ ขัดวิลาศ, 2560) โดยเฉพาะการนำสมุนไพรที่มีอยู่มากมายมาแปรรูปเป็นชาชงหรือที่เรียกว่าชาสมุนไพร ซึ่งชาสมุนไพรส่วนใหญ่มีสรรพคุณในการบำรุงสุขภาพ (Chaijan et al, 2020; Aboagye et al, 2021) ตะไคร้เป็นพืชสมุนไพรหนึ่งที่นำมาแปรรูปเพื่อพัฒนาเป็นเครื่องดื่มประเภทชาสมุนไพร (วัฒนา วิริวุฒิกร, 2562)

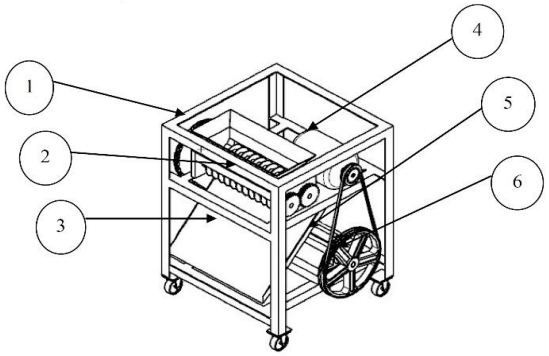
กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกตะไคร้ จำนวนมากมีการตัดใบตะไคร้ทิ้งเพื่อนำส่วนของลำต้นไปขายทำให้สูญเสียโอกาสในการขายใบตะไคร้ จากปัญหาที่กล่าวไว้ข้างต้นโรงงานแปรรูปใบตะไคร้แห้งมีความต้องการใบตะไคร้หั่นเป็นอย่างมากในการผลิตน้ำชาสมุนไพรจากใบตะไคร้ เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของสมุนไพรในท้องถิ่นจากการแปรรูปใบตะไคร้ตากแห้ง และเพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า ซึ่งปัจจุบันกระบวนการแปรรูปใบตะไคร้ของกลุ่มเกษตรกรทำโดยการใช้แรงงานคนในการหั่นใบตะไคร้โดยการจ้างแรงงานในการหั่นใบตะไคร้ ซึ่งอาจทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุจากมีดที่ใช้หั่นในขณะปฏิบัติงาน นอกจากนี้ในการหั่นแต่ละครั้งยังใช้ระยะเวลาสำหรับการหั่นนานและยังมีความเมื่อยล้าในการปฏิบัติงานอีกด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องหั่นใบตะไคร้ (เพลิงฟ้า เฮียงสา และคณะ, 2560; พงษ์ศักดิ์ นาใจคง และ สุทัศน์ ยอดเพ็ชร, 2557; วรเชษฐ์ ศรีประไหม และคณะ, 2562) ทำการวิเคราะห์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องหั่นใบตะไคร้ โดยใช้โปรแกรมทางวิศวกรรมช่วยในการออกแบบ และทำทดลองศึกษาปัจจัยที่มีความเหมาะสมในการปรับตั้งค่าเครื่องหั่นใบตะไคร้ให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ ด้วยวิธีการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment : DOE) (ธันวมาส กาศสนุก และ คงเดช พะสีนาม, 2563; ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา และ พงศ์ชนัน เหลืองไพบูลย์, 2551) เพื่อให้ใบตะไคร้มีขนาดที่ตรงกับความต้องการของตลาด ลดเวลาเพิ่มผลผลิต ลดความเมื่อยล้าในการปฏิบัติงาน และเป็นการเพิ่มรายได้อีกทางหนึ่งให้กับกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกตะไคร้ด้วย

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมในการปรับตั้งค่าเครื่องหั่นใบตะไคร้ด้วยวิธีออกแบบการทดลอง

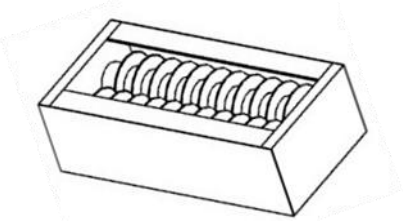
3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การออกแบบและสร้างเครื่องหั่นใบตะไคร้



ภาพที่ 1 แบบโครงสร้างเครื่องหั่นใบตะไคร้

จากภาพที่ 1 การออกแบบส่วนประกอบหลักของเครื่องหั่นใบตะไคร้มีรายละเอียดของอุปกรณ์ดังนี้ หมายเลข 1 โครงสร้างหลัก หมายเลข 2 ชุดใบมีดหั่น หมายเลข 3 ถาดรอง หมายเลข 4 ตัวส่งกำลังหรือมอเตอร์ หมายเลข 5 เพลาส่งกำลัง และหมายเลข 6 พลู่เลย์ โดยการออกแบบใช้โปรแกรมทางวิศวกรรมช่วยในการออกแบบ ซึ่งขนาดโครงสร้างเครื่องเลือกใช้เหล็กฉากขนาดความหนา 1.5 นิ้ว มีขนาดความกว้าง 450 มิลลิเมตร ยาว 530 มิลลิเมตร สูง 740 มิลลิเมตร เมื่อพิจารณาเครื่องหั่นใบตะไคร้ด้วยชุดใบมีดหั่นใบสำหรับการแปรรูปเพื่อเพิ่มช่องทางการจัดจำหน่าย มีความจำเป็นต้องให้ใบตะไคร้มีลักษณะเป็นแผ่นตามขนาดตามความเหมาะสมตรงกับความต้องการของตลาด โดยผู้วิจัยประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลองในการหาพารามิเตอร์มิเตอร์ที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการปรับตั้งเครื่องเครื่องหั่นใบตะไคร้ โดยใช้โปรแกรม Minitab เป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ จากการออกแบบชุดใบมีดหั่นซึ่งลักษณะของใบมีดขนาดความหนา 1 มิลลิเมตร มีขนาดความกว้าง 90 มิลลิเมตร หนา 29 มิลลิเมตร ยาว 500 มิลลิเมตร เพื่อประกอบชิ้นส่วนใบมีดร่วมกันตามแนวแกนของเพลาจำนวน 11 ใบ ทั้งสองเพลาซึ่งสามารถตั้งระยะห่างของใบมีดได้ รวมเป็นชุดใบมีดหั่น โดยใบมีดทั้งสองเพลาหมุนหั่นมีทิศทางการหมุนแบบสวนทางเข้าหากันสำหรับการหั่นใบตะไคร้ในแนวทางดิ่ง ดังภาพที่ 2 และทำการสร้างเครื่องหั่นใบตะไคร้เพื่อใช้ในการออกแบบการทดลองในขั้นตอนต่อไป ดังภาพที่ 3

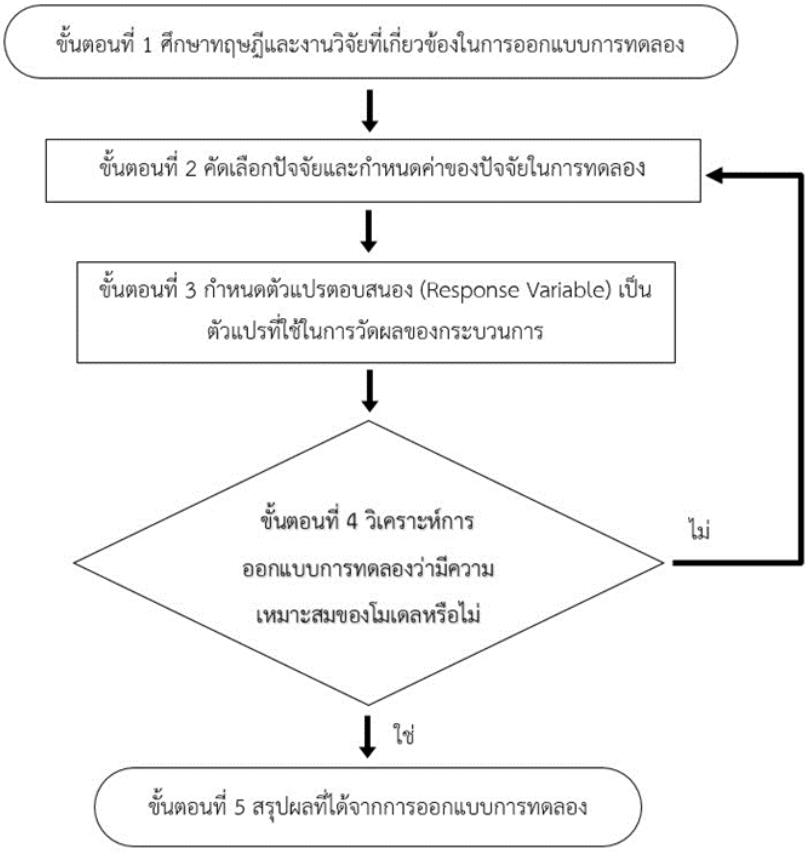


ภาพที่ 2 ชุดใบมีดหั่น

ภาพที่ 3 เครื่องต้นแบบหั่นใบตะไคร้

3.2 การออกแบบการทดลอง

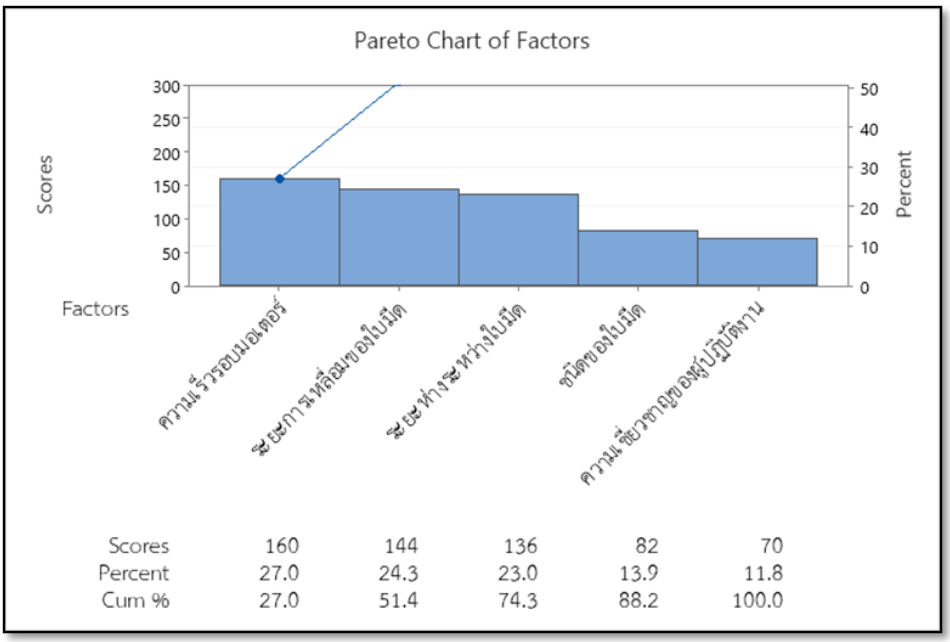
การออกแบบการทดลองในการหั่นใบตะไคร้ให้ได้ขนาดตามค่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ คือ ใบตะไคร้ที่ถูกหั่นต้องมีขนาดของความยาวระหว่าง 3-5 เซนติเมตร เพื่อตรงกับความต้องการที่จะนำไปแปรรูปเป็นชาสมุนไพรที่ได้จากใบตะไคร้ ซึ่งขั้นตอนในการออกแบบการทดลองแสดงผังงาน (Flowchart) ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ผังงานการออกแบบการทดลอง

3.3 คัดเลือกปัจจัยในการทดลอง

การคัดเลือกตัวแปรนำเข้าที่ใช้ในการทดลอง ด้วยค่าคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินปัจจัยนำเข้าของเครื่องหั่นใบตะไคร้ จำนวน 5 คน พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการหั่นใบตะไคร้ คือ ชนิดของใบมีด ระยะห่างระหว่างใบมีด ระยะการเหลื่อมของใบมีด ความเร็วรอบมอเตอร์ ความเชี่ยวชาญของผู้ปฏิบัติงาน โดยให้คะแนนและใช้เมตริกซ์เหตุและผล (Cause and Effect Matrix) ในการรวมคะแนนและแสดงผลบนแผนภูมิพาเรโต (Pareto chart) (Pyzdek, 2003) ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แผนภูมิพาเรโตค่าคะแนนของปัจจัย

ปัจจัยในกระบวนการออกแบบการทดลองสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) ปัจจัยที่ควบคุมได้ (Controllable Factors) หมายถึง ปัจจัยที่สามารถกำหนดค่าได้ในกระบวนการนั้น ซึ่งเป็นผลดีต่อการทดลอง เพราะโดยส่วนใหญ่ผู้ทำการทดลองต้องการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่มีผลต่อค่าเป้าหมาย

2) ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ (UnControllable Factors) หมายถึงปัจจัยที่ไม่สามารถกำหนดค่าของปัจจัยนั้นได้ในกระบวนการได้เลย เช่น เทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการทดลองอาจยังไม่ทันสมัย (ศุภชัย แสงบัวท้าว และระพี กาญจนะ, 2559)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยได้ข้อสรุปค่าคะแนนของปัจจัยที่มีค่าคะแนนสูงสุดเป็นตัวแปรนำเข้าที่มีความสัมพันธ์กันในการทำงานของเครื่องหั่นใบตะไคร้มี 3 ปัจจัย ซึ่งเป็นตัวแปรนำเข้าที่สามารถควบคุมได้ โดยแต่ละปัจจัยประกอบด้วย 2 ระดับ เพื่อให้ได้ค่าผลลัพธ์ที่ต้องการ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปัจจัยหรือตัวแปรนำเข้าที่มีความสัมพันธ์กันในการทำงานของเครื่องหั่นใบตะไคร้

ปัจจัย	ชนิดของปัจจัย	ต่ำ – สูง	หน่วย
1	ระยะห่างใบมีด	30 – 50	มิลลิเมตร
2	ระยะเหลื่อมใบมีด	1 – 4	มิลลิเมตร
3	ความเร็วรอบมอเตอร์	100 – 130	รอบ/นาที

3.4 การออกแบบการทดลอง

เทคนิคการออกแบบการทดลองอาจจะมีมากมายหลายเทคนิค งานวิจัยนี้เลือกใช้การออกแบบการทดลองแฟกทอเรียลเต็มรูปแบบ สำหรับศึกษาปัจจัยที่สองระดับ (2^k Full Factorial Design) เพราะสามารถศึกษาผลกระทบปัจจัยหลัก และผลกระทบร่วมปัจจัยได้พร้อมกันในการทดลองเดียว (ปรัชญา พละพันธ์, 2560)

ค่าตอบสนองของการทดลอง (Response) คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการหั่นใบตะไคร้จากตัวเครื่องหั่นใบตะไคร้ เนื่องจากต้องควบคุมปัจจัยให้ได้ค่าที่เหมาะสมสำหรับการปรับตั้งเครื่อง โดยทำการทดลองใช้ใบตะไคร้ในการทดลอง 20 กิโลกรัม ต่อจำนวน 1 ครั้งของการทดลอง ที่ทำให้ค่าของผลลัพธ์จากการออกแบบการทดลองได้ใบตะไคร้ที่ตรงความต้องการและได้จำนวนมากต่อ 1 ครั้งของการผลิต

3.5 การทดสอบสมมติฐาน

การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing) คือ การทดสอบเพื่อยืนยันค่าที่ได้จากการปรับตั้งเครื่องหั่นใบตะไคร้จากการออกแบบการทดลอง โดยการสุ่มจำนวนตัวอย่างและสร้างสถิติทดสอบเกี่ยวกับพารามิเตอร์นั้น ๆ ว่ามีความถูกต้องทางสถิติหรือไม่ ซึ่งจะแบ่งสมมติฐานเป็นสองส่วนหลักดังนี้

1) สมมติฐานหลัก (Null Hypothesis) แทนด้วย H_0

2) สมมติฐานรอง (Alternative Hypothesis) ซึ่งแทนด้วย H_1 หรือ H_a หากผลการทดสอบสมมติฐานปฏิเสธการยอมรับสมมติฐานหลัก หรือ H_0 การทดสอบสมมติฐานจะต้องยอมรับสมมติฐานรอง หรือ H_1 โดยปริยาย (ปรัชญา พละพันธ์, 2560)

4. ผลการวิจัย

จากการทดลองแฟกทอเรียลเต็มรูปแบบ ศึกษาปัจจัยที่ 2 ระดับ โดยปัจจัยในการทดลอง 3 ปัจจัย จำนวนของการทดลอง 2^3 เท่ากับจำนวนการทดลองทั้งหมด 8 ครั้ง และทำการทดลองที่ตำแหน่งค่ากลาง (Center Point : Ct Pt) 1 ครั้ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความถูกต้องของการทดลองด้วยการระบุตำแหน่งค่ากลาง สำหรับวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการออกแบบว่ามีความเหมาะสมบนโปรแกรม Minitab เวอร์ชัน 17 รวมจำนวนการทดลองทั้งหมด 9 การทดลอง ซึ่งได้ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 6-7

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	7	3674.87	524.98	167.99	0.059
Linear	3	1723.37	574.46	183.83	0.054
ระยะหางใบมด	1	15.13	15.13	4.84	0.272
ระยะเหลอมใบมด	1	55.13	55.13	17.64	0.149
ความเรวรอบมอเตอร	1	1653.12	1653.12	529.00	0.028
2-Way Interactions	3	298.37	99.46	31.83	0.129
ระยะหางใบมด*ระยะเหลอมใบมด	1	3.13	3.13	1.00	0.500
ระยะหางใบมด*ความเรวรอบมอเตอร	1	105.12	105.12	33.64	0.109
ระยะเหลอมใบมด*ความเรวรอบมอเตอร	1	190.12	190.12	60.84	0.081
Curvature	1	1653.13	1653.13	529.00	0.028
Error	1	3.13	3.13		
Total	8	3678.00			

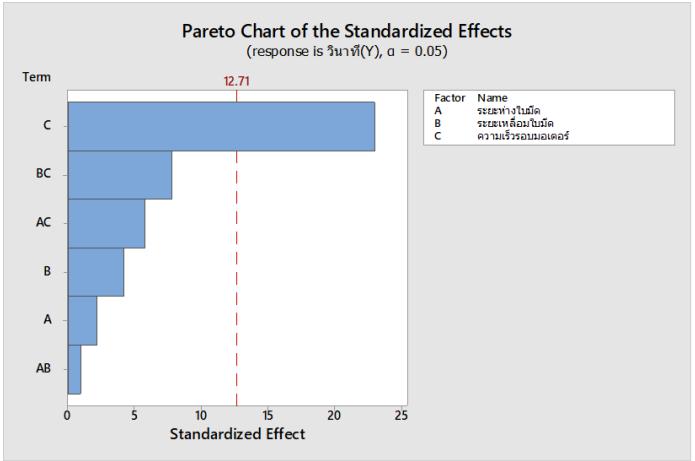
ภาพที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัย

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.76777	99.92%	99.32%	*

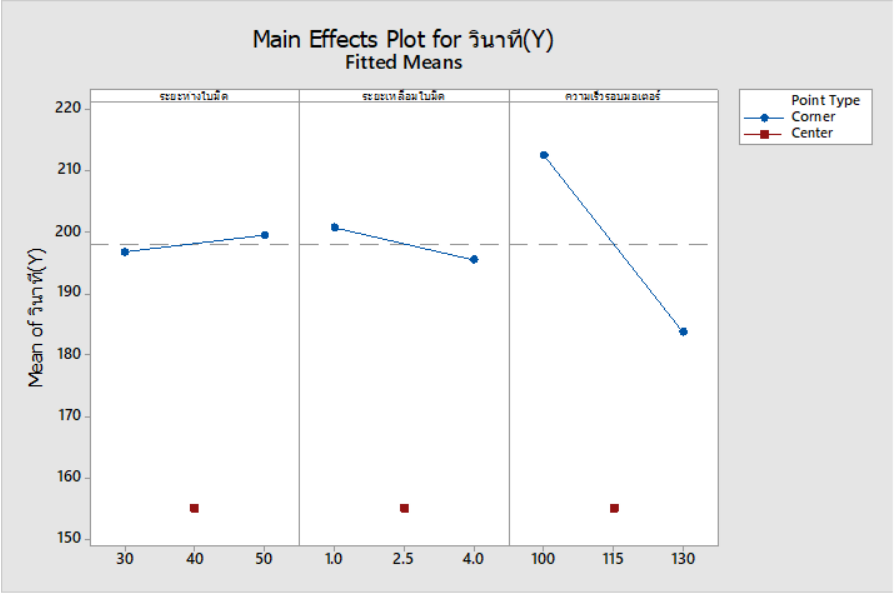
ภาพที่ 7 ผลลัพธ์ค่าสัมประสิทธิ์ของโมเดล

จากภาพที่ 7 พบว่า ค่าความแปรปรวนจากการทดลองที่ได้ออกแบบไว้ผลของ R-sq มีค่าเท่ากับ 99.92% และค่า R-sq (adj) มีค่าเท่ากับ 99.32% ซึ่งมากกว่า 70% แสดงว่าการออกแบบการทดลองนี้มีความถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่า P-Value ของปัจจัยความเร็วรอบ มีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าปัจจัยความเร็วรอบ นั้นส่งผลต่อผลลัพธ์ (Response) ของการทดลองมากที่สุด

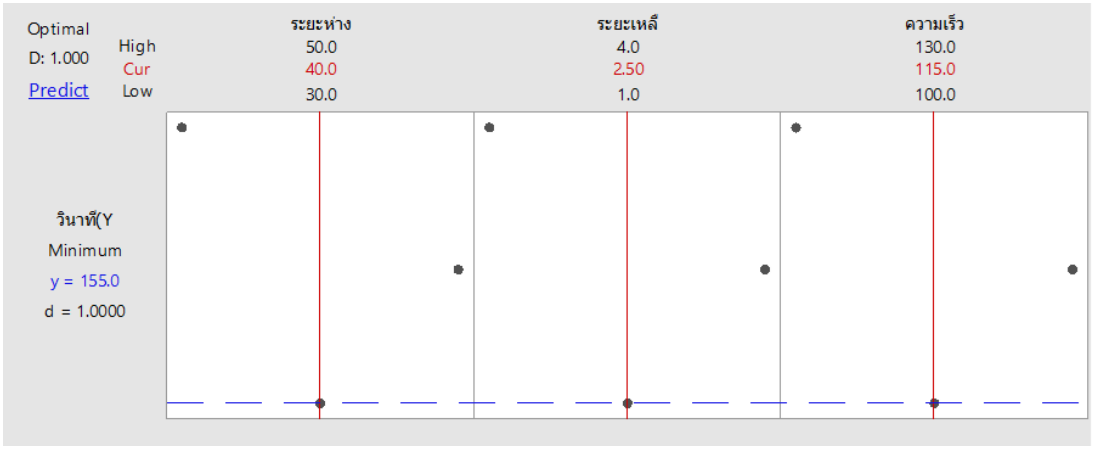


ภาพที่ 8 กราฟพาเรโตแสดงเทอมของปัจจัย

จากภาพที่ 8 กราฟพาเรโตค่าผลของปัจจัยความเร็วรอบมีค่ามากกว่าเส้นวิกฤตมาก แสดงว่าปัจจัยความเร็วรอบส่งผลกับผลตอบสนองอย่างมีนัยสำคัญ แต่ต้องพิจารณาอันตรกิริยาลำดับที่สองด้วย ตำแหน่งค่ากลางของปัจจัยหลักอยู่บนช่วงของเส้นตรง ซึ่งตรงกับการวิเคราะห์ค่า P-Value ของ Curvature ที่มีค่ามากกว่า 0.05 ปัจจัยหลักความเร็วรอบแสดงให้เห็นว่าส่งผลกับผลตอบสนองอย่างมีนัยสำคัญมากกว่าปัจจัยอื่น ความเร็วรอบที่ต่ำทำให้เวลาในการผลิตที่สูง ความเร็วรอบที่สูงส่งผลให้เวลาการผลิตสั้นลง ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ผลกระทบหลักที่ส่งผลต่อผลลัพธ์



ภาพที่ 10 ค่าที่เหมาะสมในการปรับตั้งเครื่องหั่นใบตะไคร้

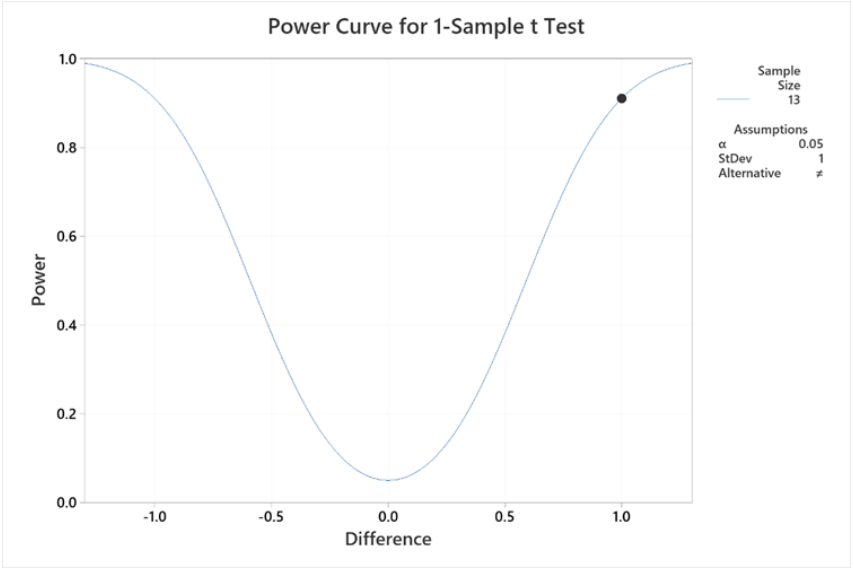
จากภาพที่ 10 ผลจากการทดลองบนโปรแกรม Minitab ได้ค่าที่เหมาะสมในการปรับตั้งค่าเครื่องหั่นใบตะไคร้ให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุด โดยเมื่อทำการตั้งค่าระยะห่างใบมีดเท่ากับ 40 มิลลิเมตร ระยะเหลื่อมใบมีดเท่ากับ 2.5 มิลลิเมตร และความเร็วของรอบมอเตอร์ เท่ากับ 155 รอบ/นาที ซึ่งค่าผลลัพธ์หลังจากผ่านการทดลองเท่ากับ 155 วินาที ซึ่งจะทำให้ค่าของผลลัพธ์จากการออกแบบการทดลองได้ใบตะไคร้ที่ตรงความต้องการและได้จำนวนมากต่อ 1 ครั้งของการผลิตดีที่สุด

ผลการทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing) คือ การทดสอบเพื่อยืนยันค่าที่ได้จากการปรับตั้งเครื่องหั่นใบตะไคร้จากการออกแบบการทดลอง โดยเมื่อทำการตั้งค่าระยะห่างใบมีดเท่ากับ 40 มิลลิเมตร ระยะเหลื่อมใบมีดเท่ากับ 2.5 มิลลิเมตร และความเร็วของรอบมอเตอร์ เท่ากับ 155 รอบ/นาที โดยการสุ่มจำนวนตัวอย่างและตั้งค่าสมมติฐานแบบสองทาง (Two Tail Test, Not equal) มีค่าเป้าหมายที่ 155 วินาที ต่อการหั่นใบตะไคร้ 20 กิโลกรัม กำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 ดังนี้

สมมติฐานหลัก H_0 : $\mu = 155$

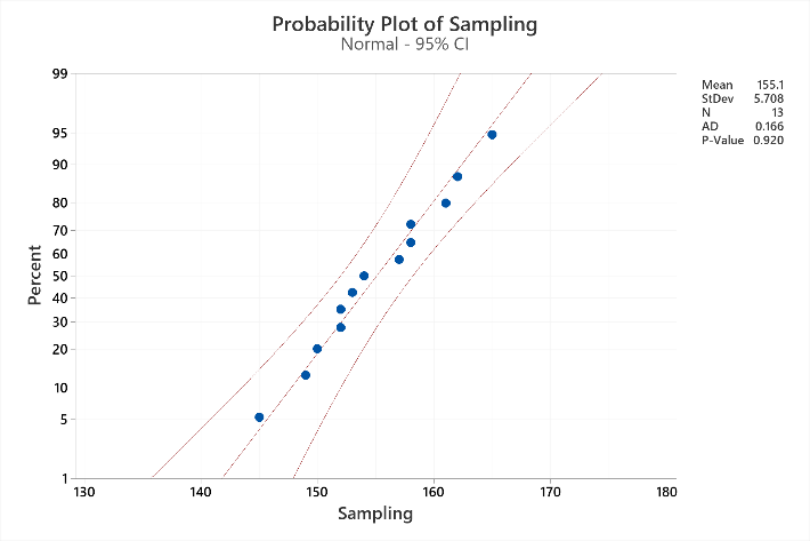
สมมติฐานรอง H_1 : $\mu \neq 155$

ทำการทดสอบสมมติฐานเพื่อยืนยันค่าที่เหมาะสมว่ามีความถูกต้อง โดยทำการทดลองแบบ 1 - Sample t Test จากปรับตั้งเครื่องตามค่าปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพด้วยการทดสอบสมมติฐานจากการสุ่มการทดสอบได้จำนวน Sample Size เท่ากับ 13 ครั้ง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลจากการทดลองบนโปรแกรม Minitab ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 ผลการหาจำนวน Sample Size

หลังจากนั้นทำการทดสอบการหั่นใบตะไคร้โดยการสุ่ม จำนวน 13 ครั้ง ครั้งละ 20 กิโลกรัม โดยทำการปรับตั้งค่าตามผลที่ได้จากการออกแบบการทดลอง กำหนดระดับค่าความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ 95% และเก็บค่าผลลัพธ์ที่ได้เพื่อทำการทดสอบบนโปรแกรม Minitab ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.92 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลชุดนี้เป็นการแจกแจงแบบปกติ ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติ

ทำการทดสอบสมมติฐานแบบสองทาง เพื่อยืนยันผลการทดลอง ได้ผลจากการทดสอบ ค่า P-Value เท่ากับ 0.962 ซึ่งผลจากการทดสอบไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ ดังภาพที่ 13

Test

Null hypothesis $H_0: \mu = 155$
Alternative hypothesis $H_1: \mu \neq 155$

T-Value	P-Value
0.05	0.962

ภาพที่ 13 ผลการทดสอบสมมติฐาน

5. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบการทดลองหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการปรับตั้งเครื่องหั่นใบตะไคร้ ซึ่งใช้การทดลองแฟกทอเรียลเต็มรูปแบบ สำหรับศึกษาปัจจัยที่ 2 ระดับ โดยปัจจัยในการทดลอง 3 ปัจจัย จำนวนของการทดลองเท่ากับ 2^3 ทำการทดลองบนโปรแกรม Minitab ผลการทดลองได้สมการเป็นเส้นตรง ค่าความแปรปรวนจากการทดลองที่ได้ออกแบบไว้ผลของ R-sq มีค่าเท่ากับ 99.92% และค่า R-sq (adj) มีค่าเท่ากับ 99.32% มีค่ามากกว่า 70% การออกแบบการทดลองนี้จึงมีความถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งค่า P-Value ของปัจจัยความเร็วรอบมอเตอร์ มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลของปัจจัยความเร็วรอบมอเตอร์ ส่งผลกระทบร่วมต่อผลลัพธ์ของการทดลองมากที่สุด ซึ่งการปรับตั้งค่าที่เหมาะสม คือ ระยะห่างใบมีดปรับตั้งค่าที่ 40 มิลลิเมตร ระยะเหลื่อมใบมีดปรับตั้งค่าที่ 2.5 มิลลิเมตร และปรับตั้งความเร็วของรอบมอเตอร์ที่ 115 รอบ/นาที จึงจะทำให้เครื่องหั่นใบตะไคร้สามารถหั่นใบตะไคร้ตามที่ออกแบบไว้อีกทั้งยังได้ระยะเวลาของการหั่นใบเหมาะสมมากที่สุด และผู้วิจัยทำการทดสอบสมมติฐานแบบสองทาง (Two Tail Test, Not equal) โดยกำหนดสมมติฐานหลัก $H_0 : \mu = 155$ และสมมติฐานรอง $H_1 : \mu \neq 155$ ได้ค่า P-Value เท่ากับ 0.962 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เป็นการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งผลการทดลองมีความสมบูรณ์และมีความเหมาะสม จากการนำค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการทดลองไปปรับใช้ในการหั่นใบตะไคร้ พบว่า สามารถหั่นใบตะไคร้ได้ 20 กิโลกรัม ใช้เวลาหั่น 2 นาที 35 วินาที จากเดิมที่ใช้แรงงานคนหั่น 20 กิโลกรัม ใช้เวลาหั่น 15 นาที ซึ่งเครื่องหั่นใบตะไคร้สามารถทำงานได้เร็วกว่าแรงงานคนถึง 5.8 เท่า และยังช่วยลดความเมื่อยล้าในการใช้แรงงานคนหั่นแบบเดิม เพิ่มกำลังการผลิตให้ทันต่อความต้องการของโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์สมุนไพร ซึ่งจะส่งผลให้ช่วยลดระยะเวลาในกระบวนการผลิตดังกล่าว อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร โดยนำส่วนใบตะไคร้ที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์มาแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าและผลิตได้ตรงตามความต้องการของโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์สมุนไพรในท้องถิ่น

5.2 ข้อเสนอแนะ

การเตรียมใบตะไคร้เพื่อทำการหั่น ขนาดความยาวใบตะไคร้ควรมีความยาวไม่น้อยกว่า 400 มิลลิเมตร โดยเป็นขนาดที่เหมาะสมสำหรับการลำเลียงเข้าในตัวเครื่อง ซึ่งเมื่อผ่านการหั่นใบด้วยเครื่องแล้วขนาดของผลผลิตจะได้ตามความต้องการของตลาด

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ให้การสนับสนุนทุนในการวิจัย ขอขอบคุณสาขาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ให้การสนับสนุนโปรแกรม Minitab เวอร์ชัน 17 ในการประมวลผลข้อมูลทางสถิติ และขอขอบคุณกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกตะไคร้ในจังหวัดเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

จงกลณี ตุ้ยเจริญ, ณิชกานต์ วงษ์ประกอบ กฤตกร หมั่นสระเกษ และ ธิดารัตน์ นิ่มกระโทก. (2563). การรับมือกับไวรัสโคโรนา COVID-19 ในงานสาธารณสุขมูลฐาน. *วารสารวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี, 4*(3), 1-20.

เจษฎา วิเศษมณี และ อภิรักษ์ ขัดวิลาศ. (2560). การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณน้ำมันตะไคร้หอมจากเครื่องกลั่นด้วยการออกแบบการทดลอง. *วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร, 11*(1), 34-42.

ธันวมาส กาศสนุก และ คงเดช พะสีนาม. (2563). การออกแบบและสร้างเครื่องสับย่อยผักตบชวา. *วารสารมทร.อีสาน, 13*(3), 57-68.

ปรัชญา พละพันธุ์. (2560). *คู่มือวิเคราะห์และจัดการข้อมูลสถิติด้วย Minitab*. นนทบุรี: ไอดีซี พรีเมอร์.

ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา และ พงศ์ชนัน เหลืองไพบูลย์ (2551). *การออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง*. กรุงเทพ: บริษัท สำนักพิมพ์ท้อป.

พงษ์ศักดิ์ นาใจคง และ สุทัศน์ ยอดเพ็ชร. (2557). การศึกษาการส่งป้อนตะไคร้หั่นซอยด้วยระบบเฟือง.คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์มทร.อีสาน (บรรณาธิการ), *การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัย* ครั้งที่ 5 (หน้า 192-196). นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.

พิมพ์ชนก พริกบุญจันทร์. (2555). การศึกษากระบวนการผลิตเครื่องดื่มจากตะไคร้ผสมใบเตย. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, 13*(1), 27-33.

เพลิงฟ้า เฮียงสา และคณะ. (2560). การพัฒนาเครื่องหั่นใบสมุนไพร. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 48*(3) (พิเศษ), 35-38.

รักชนก ภูวพัฒน์ และคณะ. (2560). การเปรียบเทียบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากลำต้นและใบของตะไคร้หอมในพื้นที่จังหวัดนราธิวาส. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์, 9*(1), 136-142.

วัฒนา วิริวุฒิกร. (2562). ผลของสารให้ความหวานต่อการผลิตชาสมุนไพรตะไคร้ผสมใบเตย. *วารสารแก่นเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 47*(1), 1379-1384.

วรเชษฐ์ ศรีประไหม และคณะ. (2562). การออกแบบและสร้างเครื่องหั่นสมุนไพรกึ่งอัตโนมัติ.คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (บรรณาธิการ), *การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย* ครั้งที่ 33 (หน้า 314-319). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ศุภชัย แสงบัวท้าว และ ระพี กาญจนะ. (2559). การวิเคราะห์ปัจจัยที่เหมาะสมเพื่อการออกแบบสร้างเตาเผาขยะชุมชนขนาดเล็กด้วยเทคนิคการออกแบบการทดลอง. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี, 12*(1), 43-53.

ศุภลักษณ์ อริยภูชัย และคณะ. (2559). พืชสมุนไพรและเครื่องเทศที่มีศักยภาพในการผลิตในพื้นที่ภาคใต้. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี, 3* (ฉบับพิเศษ), 25-30.

Aboagye, G. et al. (2021). Comparative evaluation 364 of antioxidant properties of lemongrass and other tea brands. *Scientific African, 11*, 1-9. https://doi.org/10.1016/J.SCIAF.2021.E00718

Chaijan, S., Panpipat, W., Panya, A., Cheong, L-Z., & Chaijan, M. (2020). Preservation of chilled Asian sea bass (Lates calcarifer) steak by whey protein isolate coating containing polyphenol extract from ginger, lemongrass, or green tea. *Food Control Journal, 118*, 1-10. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107400

Pyzdek, T. (2003). *The Six* Sigma Handbook. New York: McGraw-Hill.