การออกแบบและสร้างเครื่องหั่นสมุนไพรกึ่งอัตโนมัติ

Design and construction of semi-automatic slicing machine for herbs

วรเชษฐ์ ศรีประไหม[1] , ทรงพล วิจารณ์จักร[1] , จักรพันธ์ ชาวเหนือ[1] , สุพรรณ ยั่งยืน[1 *] และ จักรมาส เลาหวณิช[1*]

[1] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150
*ติดต่อ: Worachet.sri@msu.ac.th, เบอร์โทรศัพท์ 088-3259890

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบสร้างและทดสอบการทำงานของเครื่องหั่นสมุนไพรขนาดเล็กระบบควบคุมกึ่งอัตโนมัติสำหรับกลุ่มเกษตรกร บ้านมะค่าทวีทรัพย์ อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม สมาชิกส่วนใหญ่ของกลุ่มเกษตรกรเป็นผู้สูงอายุ มีความสามารถในการทำงานหั่นหัวขมิ้น ประมาณ 8.97 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ได้ชิ้นขมิ้นมีความหนาเฉลี่ย 3.83 มิลลิเมตร มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.05 มิลลิเมตร เครื่องหั่นหัวสมุนไพรกึ่งอัตโนมัติถูกออกแบบและสร้างโดยใช้การหั่นด้วยจานหมุนติดใบมีด และระบบนิวเมติกส์เข้าไปควบคุมการป้อนและกดหัวสมุนไพรเพื่อหั่น โดยทดสอบที่ความเร็วรอบ 250 รอบต่อนาที พบว่ามีความสามารถในการทำงานเพิ่มขึ้น คือ 109.87 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ในขณะที่ยังคงได้ชิ้นสมุนไพรที่หั่นตรงตามความต้องการ นอกจากนั้นยังสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาประมาณ 2 เดือน

คำหลัก: เครื่องหั่น , สมุนไพร , ขมิ้น

Abstract

The objective of this study was to design, construct and test the semi-automatic herb slicing machine for farmer groups. The production of sliced herb was evaluated from Makha-Thawesub farmer group in Kantarawichai district, MahaSarakham province. The results showed that most of the farmers were elderly and could slice herbs (Zingiber cassumunar Roxb) approximately 8.97 kg per hour. The sliced herb thickness had average and standard deviation values of 3.83 and 1.05 mm. respectively. The semi-automatic slicing machine was designed and constructedto have a rotating disc with 3 blades for slicing. The pneumatic system was used to control and feed herb into process. It was found that the herb slicing capacity was equal to 109.87 kg per hour, while having sliced herbs size as required. Finally, the payback period was 2 month

Keywords: *Slicing machine , Herb , Zing ibercassumunar Roxb*

1. บทนำ

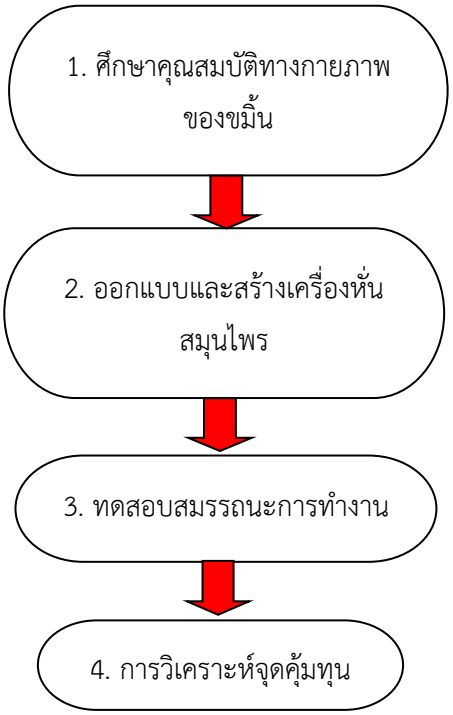
จากการศึกษาข้อมูลเริ่มต้นจากการสัมภาษณ์กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรมะค่าทวีทรัพย์ ตำบลมะค่า อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งเน้นผู้ผลิตลูกประคบโดยใช้สมุนไพรประเภทหัวหรือเหง้าเป็นหลัก ได้แก่ ไพล และขมิ้น ในการวิจัยครั้งนี้จะใช้ขมิ้น ขั้นตอนในการแปรรูปสมุนไพรจะต้องผ่านการล้างทำความสะอาด และการลดขนาดแล้วนำไปตากแห้ง ซึ่งการลดขนาดต้องใช้มีดและแรงงานคนในการหั่นเป็นหลัก อาจก่อให้เกิดอันตรายและความเมื่อยล้า ซึ่งจากการสุ่มตัวอย่างการหั่นด้วยมือของเกษตรกรจำนวน 300 ชิ้น พบว่าการหั่นหัวขมิ้นด้วยมือของเกษตรกรความหนาเฉลี่ย 3.83 มิลลิเมตร ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.05 มิลลิเมตร สามารถหั่นได้เฉลี่ยต่อคนอยู่ที่ 8.97 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และเกษตรกรต้องการเพิ่มปริมาณและคุณภาพของผลผลิต ซึ่งปัจจุบันได้มีการผลิตเครื่องหั่นสมุนไพรขึ้นมาจำหน่ายตามท้องตลาด มีทั้งเครื่องขนาดเล็กแบบกะทัดรัด และเครื่องขนาดใหญ่แต่มีราคาแพงขึ้นอยู่กับวัสดุและอุปกรณ์ในการผลิต แต่ปัญหาของกลุ่มเกษตรกรพบว่ายังไม่มีต้นทุนเพียงพอที่จะซื้อเครื่องจักรมาใช้ได้ อีกทั้งเครื่องจักรยังต้องใช้คนในการควบคุมการทำงานและยังพบว่าเกษตรกรต้องการเครื่องที่จะมาใช้ในการหั่นสมุนไพรประเภทหัวหรือเหง้า โดยจะต้องทำการหั่นสมุนไพรแบบเฉียงให้ได้ตามขนาดที่ต้องการคือระหว่าง 3 - 5 มิลลิเมตร และช่วยลดหน้าที่การทำงานของคน ใช้งานง่ายและไม่ก่อให้เกิดอันตราย

จากปัญหาดังกล่าวดังนั้นจึงต้องมีกลไกควบคุมการป้อนและการกดสมุนไพรเพื่อหั่นเข้ามาช่วยในการควบคุมแทนแรงงานคนหรือลดหน้าที่ของคนในการดูแลเครื่องจักร ทำให้ต้องมีการวิจัยเพื่อหาเครื่องหั่นสมุนไพรกึ่งอัตโนมัติ สำหรับเป็นทางเลือกในการหั่นสมุนไพรของกลุ่มเกษตรกร

จากแนวทางดังกล่าวข้างต้น จะสามารถแก้ไขปัญหาของกลุ่มเกษตรกรได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาออกแบบและสร้างเครื่องหั่นสมุนไพรระบบควบคุมกึ่งอัตโนมัติ ให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งคาดว่าจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับใช้หันสมุนไพรต่อไป

2. วิธีการดำเนินการศึกษา

การสร้างเครื่องหั่นสมุนไพร จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีลำดับขั้นตอนการทำงานที่ชัดเจนเพื่อที่จะสามารถดำเนินโครงการให้เสร็จตามวัตถุประสงค์ได้ ซึ่งในขั้นตอนการดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องหั่นสมุนไพรมีรายละเอียดรูปที่ 1 ดังนี้



รูปที่ 1 แผนการดำเนินการศึกษา

2.1 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของขมิ้น

ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพโดยใช้ขมิ้นเป็นตัวอย่างการศึกษาเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบและสร้างกระบะ ชุดป้อนสำหรับการหั่นขมิ้นตลอดจนใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการแปรค่าระดับปัจจัย

โดยการวัดค่าและศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของขมิ้นที่ใช้ในการทดสอบ ซึ่งมีรายละเอียดวิธีการดำเนินการดังนี้

2.1.1 วัดขนาดของขมิ้น

วัดขนาดความกว้าง ความยาว และความหนาของขมิ้นโดยใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์

2.1.2 หาปริมาณของขมิ้น

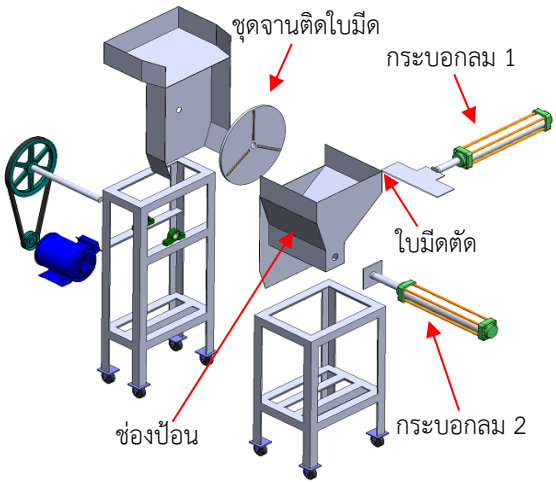
นำขมิ้นไปชั่งน้ำหนักให้ได้ 1 กิโลกรัม แล้วนำขมิ้นที่ชั่งเสร็จแล้วมานับจำนวน เพื่อที่จะหาปริมาณของขมิ้น หาค่าเฉลี่ยของหัวขมิ้น(หัวต่อกิโลกรัม) แล้วนำขมิ้นที่ทำการหั่นเสร็จมาวัดหาขนาด ความกว้าง ความยาว และความหนาของชิ้นเพื่อที่จะหาคุณภาพของชิ้นขมิ้น ลักษณะการหั่นของใบมีด ให้ตรงกับความต้องการของกลุ่มเกษตรกร

2.2 ออกแบบและสร้างเครื่องหั่นสมุนไพร

จากการศึกษาความต้องการของกลุ่มเกษตรกร ได้มีการออกแบบเครื่องหั่นสมุนไพรดังต่อไปนี้

2.2.1 โครงสร้างของเครื่องหั่นสมุนไพร

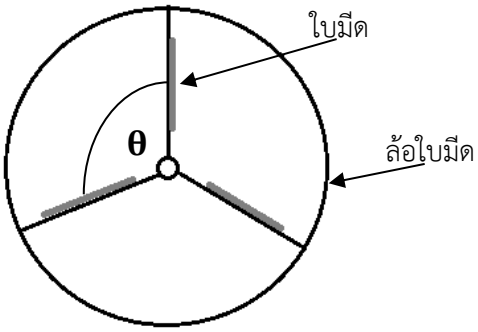
การออกแบบโครงสร้างเครื่องหั่นสมุนไพร ได้มีแนวคิดในการออกแบบโดยพิจารณาถึงความสะดวกสบายและเหมาะสมในการใช้งาน รูปที่ 2



รูปที่ 2 โครงสร้างของเครื่อง

2.2.2 ชุดใบมีด

มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 เซนติเมตร ความยาวของใบมีด 14 เซนติเมตร มีใบมีด 3 ใบ ซึ่งแต่ละใบมีดจะทำมุมต่อ 120 องศา โดยช่องว่างระหว่างใบมีดกับจานหมุนอยู่ที่ 5 มิลลิเมตร ทำมุมกับจานหมุน 40 องศาเซลเซียส รูปที่ 3



รูปที่ 3 ภาพร่างชุดใบมีด

โดย θ = มุมใบมีด (องศา)

ความเร็วรอบของชุดใบมีด ล้อสายพานขับสายพานตาม สามารถคำนวณได้จาก สมการที่ 1

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} \quad (1)$$

แรงที่ใช้ในการดันสมุนไพร = ความดันลม (P) × พื้นที่หน้าตัดกระบอกสูบ (A) (2)

ความเร็วของกระบอกสูบ ($\frac{m}{h}$) = $\frac{\text{ระยะทางในการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบ}}{\text{เวลาที่ใช้ในการดันสมุนไพร}}$ (3)

โดยที่ n_1 ความเร็วรอบตัวขับ, รอบต่อนาที

n_2 ความเร็วรอบตัวตาม, รอบต่อนาที

D_1 เส้นผ่านศูนย์ล้อสายพานขับ มม.

D_2 เส้นผ่านศูนย์ล้อสายพานตาม มม.

หาความเร็วรอบของชุดใบมีดเพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุดในการหั่นหัวขมิ้นให้ได้ขนาดและปริมาณตามที่กลุ่มเกษตรกรต้องการ

2.2.3 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องหั่นสมุนไพร

ทำการป้อนหัวขมิ้นในช่องป้อนให้เต็ม เมื่อกดสวิตช์ ON กระบอกลม1 จะเลื่อนใบมีดตัดเพื่อตัดให้หัวขมิ้นมีขนาดพอดีที่จะหั่นในแต่ละครั้ง เมื่อกระบอกลม1 ทำงานเสร็จจะสั่งให้กระบอกลม2 ทำงานเป็นตัวดันหัวขมิ้นให้แก่ใบมีดและกลับมาอยู่ที่ตำแหน่งเดิม เมื่อกระบอกลม2 กลับมาที่ตำแหน่งเดิมจะทำให้กระบอกลม1 ถอยกลับมาที่ตำแหน่งเริ่มต้นเพื่อป้อนหัวขมิ้นในครั้งต่อไปโดยจะทำงานวนซ้ำในรูปแบบเดิม เมื่อต้องการให้เครื่องหยุดให้กดสวิตช์ OFF ระบบก็จะหยุดทำงานทั้งหมด

2.3 ทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องหั่นสมุนไพร

ทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องหั่นสมุนไพรที่สร้างขึ้น โดยการทดสอบสมรรถนะจะมุ่งเน้นถึงความสามารถในการทำงาน (กิโลกรัมต่อชั่วโมง) คุณภาพของผลผลิตคือความหนาของขมิ้นที่หั่น และแนวของการหั่น (หั่นตามแนวขวางหรือหั่นตามแนวยาว)

2.3.1 การหาความสามารถในการทำงาน

ใส่ขมิ้นลงในช่องป้อน เปิดเครื่องเมื่ออุปกรณ์ทำงานเริ่มจับเวลา นำขมิ้นที่หั่นในแต่ละรอบมาชั่งน้ำหนัก และนำเวลาที่หั่นได้ของรอบนั้น ๆ มาคำนวณเพื่อที่จะหาความสามารถในการทำงานของเครื่องหั่นสมุนไพร ทำ 6 ซ้ำ หลังจากนั้นคำนวณความสามารถในการทำงานจากสูตรความสัมพันธ์

$$\text{ความสามารถในการทำงาน} = \frac{\text{จำนวนสมุนไพรที่หั่นได้}}{\text{เวลาที่ใช้ในการหั่น}} \quad (4)$$

3. ผลการศึกษา

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ได้ดำเนินการสร้างเครื่องหั่นสมุนไพรเพื่อทดสอบหาการทำงานที่เหมาะสมที่สุด สำหรับขนาดของชิ้นขมิ้นตามที่กลุ่มเกษตรกรต้องการ

3.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายของขมิ้น

การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นของขมิ้นสำหรับเป็นข้อมูลในการออกแบบเครื่องหั่นสมุนไพรระบบกึ่งอัตโนมัติที่ใช้อุปกรณ์นิวเมติกส์เข้ามาช่วยในการควบคุมเครื่องหั่น ซึ่งได้ทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นของขมิ้นประกอบไปด้วย การวัดขนาดรูปร่างของหัวขมิ้น ความหนาของขมิ้น ความกว้าง ความยาว มีรายละเอียดของการทดสอบดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขนาดหัวขมิ้น

	ขนาดหัวขมิ้น (มิลลิเมตร)		
	ความกว้าง	ความยาว	ความหนา
ค่าเฉลี่ย	52.0	79.0	24.0
ค่าต่ำสุด	15.0	12.0	10.0
ค่าสูงสุด	118.0	146.0	80.0
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	18.0	18.0	8.0

3.3 ผลการทดสอบหาความเร็วรอบของเครื่องหั่นที่เหมาะสม

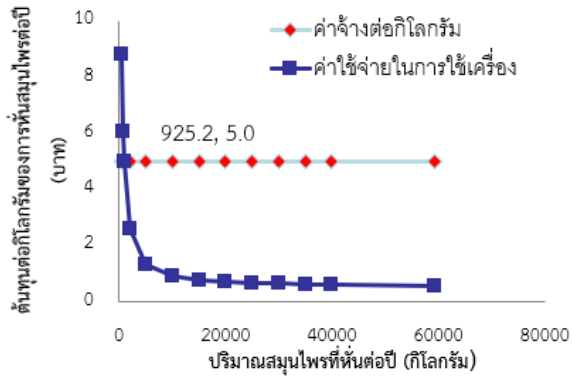
จากการทดสอบความเร็วรอบที่เหมาะสมในการหั่นขมิ้นของเครื่องหั่นนั้น พบว่าความเร็วรอบในการหั่นขมิ้นอยู่ที่ 250 รอบต่อนาที ซึ่งชิ้นขมิ้นมีลักษณะเฉียงถึงร้อยละ 80 ชิ้น และความสามารถในการทำงานเป็นไปตามที่ทางกลุ่มเกษตรกรนั้นต้องการ แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความเร็วรอบที่เหมาะสมในการหั่นขมิ้น

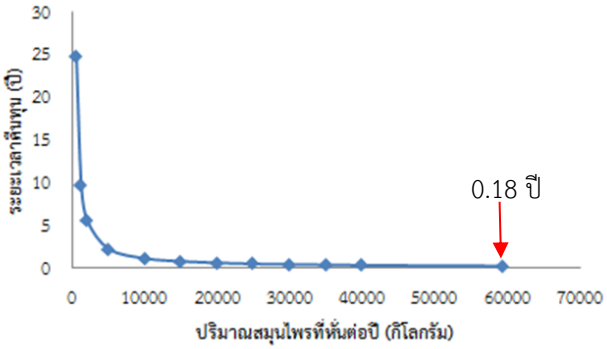
หัวข้อในการทดสอบ		ความเร็วในการหั่น (rpm)		
		150	200	250
ความหนาชิ้นขมิ้น (mm)	ค่าหนาที่สุด	5.0	4.8	4.7
	ค่าเฉลี่ย	3.7	4.1	4.1
	ค่าบางที่สุด	2.0	2.0	1.6
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		1.00	1.55	1.42
ลักษณะชิ้น (เปอร์เซ็นต์)				
	หั่นตรง	18.0	28.0	20.0
	หั่นเฉียง	82.0	72.0	80.0
ความสามารถในการทำงาน (kg/h)		43.7	73.5	109.87

3.5 ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

ผลการวิเคราะห์และประเมินผลความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของเครื่องหั่นสมุนไพร โดยประเมินราคาของเครื่องหั่นสมุนไพรกึ่งอัตโนมัติที่สร้างขึ้นมีราคาประมาณ 20,000 บาท อายุการใช้งาน 5 ปี ความสามารถในการหั่นขมิ้น 109.87 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ทำงานวันละ 6 ชั่วโมง และ 90 วันต่อปี จำนวนผู้ปฏิบัติงาน 1 คน พบว่าจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 925.2 กิโลกรัมต่อปี นั่นคือเกษตรกรหรือผู้รับจ้างจะต้องหั่นขมิ้นอย่างน้อยให้ได้ 925.2 กิโลกรัมต่อปี ทุก ๆ ปี เป็นระยะเวลา 5 ปี ดังแสดงในรูปที่ 4 สำหรับระยะเวลาการคืนทุน พบว่าเครื่องหั่นสมุนไพรระบบกึ่งอัตโนมัติสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาประมาณ 2 เดือน (0.18 ปี) แสดงตามรูปที่ 5



รูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสมุนไพรที่หั่นได้กับค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องหั่นสมุนไพรกึ่งอัตโนมัติ



รูปที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสมุนไพรที่หั่นได้กับระยะเวลาคืนทุน

4. สรุปผล

เครื่องหั่นสมุนไพรระบบกึ่งอัตโนมัติที่สร้างขึ้นใช้อุปกรณ์นิวเมติกส์เข้ามาช่วยควบคุมการทำงานของเครื่องหั่น ที่ความเร็วรอบ 250 รอบต่อนาที พบว่าสามารถหั่นสมุนไพรเฉลี่ยแล้วอยู่ที่ 109.87 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีความหนาเฉลี่ยเท่ากับ 4.1 มิลลิเมตร มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.42 มีลักษณะของชิ้นที่หั่นเฉียงร้อยละ 80.0 ชิ้น ซึ่งเป็นไปตามความต้องการที่ทางกลุ่มเกษตรกรนั้นต้องการ

จะเห็นได้ว่าเครื่องหั่นสมุนไพรระบบกึ่งอัตโนมัติที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นนั้นมีความสามารถในการทำงานเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการทำงานของกลุ่มเกษตรกร

และเครื่องหั่นสมุนไพรระบบกึ่งอัตโนมัติที่สร้างขึ้นสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาประมาณ 2 เดือน (0.18 ปี)

5.ข้อเสนอแนะ

ควรเลือกใช้กระบอกลมที่เหมาะสมกับการตัดสมุนไพรและการดันสมุนไพรให้แก่ใบมีดหั่น แรงดันที่เหมาะสมในการดันสมุนไพรเข้าสู่ชุดหั่น เพื่อที่จะให้สัมพันธ์กับความเร็วรอบที่ใช้หั่น โดยเพื่อที่จะให้กระบอกลมสามารถดันสมุนไพรไปให้ชุดใบมีดหั่นได้

ไม่ควรยื่นมือลงไปในช่องป้อนสมุนไพรขณะเครื่องทำงาน เนื่องจากในช่องป้อนจะมีใบมีดตัดหัวสมุนไพรส่วนที่เกินออก เพื่อที่จะให้พอดีกับช่องป้อนและสามารถดันสมุนไพรได้โดยไม่ติดขัด

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

7.1 บทความจากวารสาร (Journal)

[1] บุญเจิด กาญจนา. *การประดิษฐ์เครื่องหั่นข่าเพื่อตากแห้งสำหรับเกษตรกรในพื้นที่หลังน้ำท่วมจังหวัดอุตรดิตถ์*. Journal of Community Development Research 2010.

7.2 วิทยานิพนธ์

[1] ชัยณรงค์ หล่มช่างคำ. *เครื่องบีบอัดเมล็ดกระทิงแบบใช้เกลียว*. วิทยานิพนธ์ วศ.บ. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2556.

[2] พงษ์ศักดิ์นาใจคงและสุทัศน์ยอดเพ็ชร. *วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องหั่นสมุนไพรสำหรับทำสมุนไพรอบผิว*. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยราชมงคลอีสาน, 2556.

[3] วีระยุทธ ภูเนตร และอนุชา นารีจันทร์. *การออกแบบละพัฒนาเครื่องหั่นใบตะไคร้*. ปริญญานิพนธ์ วศ.บ. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2553

[4] อำนาจ วันริโก. *เครื่องหั่นผลส้มแขก*. นราธิวาส: มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์. ห้องสมุด มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์, 2552.

[5] ขวัญ สุขโชติ. *การออกแบบและพัฒนาเครื่องหั่นกล้วยแบบใช้ใบมีดหมุน*.พิษณุโลก: สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล , 2543.

[6] วิรัตน์ หวังเขื่อนกลาง. *เครื่องหั่นชิ้นมันเส้นแบบใบมีดหมุน, มันเส้นสะอาด*. มหาวิทยาลัยราชมงคลอีสาน: นครราชสีมา, 2554.

[7] กนต์ธร วังสุวรรณ ขจรศักดิ์ ทองสง และสรายุทธ หน่อแก้ว.*การสร้างและทดลองใช้เครื่องหั่นผักผลไม้*.พังงา : วิทยาลัยเทคนิคพังงา. 2552.

7.3 หนังสือ

[1] ฐิฑารีย์ ถมยา. *นิวแมติกส์และนิวแมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯสำนักพิมพ์ ส.ส.ท, 2545.

[2] ปฏิพัทธ์ หงส์สุวรรณ. *เรียนรู้ละใช้งาน PLC ฉบับสมบรูณ์*. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี. บริษัท ไอดีซี อินโพดีสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์ จำกัด, 2552

7.4 เว็บไซต์

[1] วิกิพิเดีย สารานุกรมเสรี. *ขมิ้น*. 19 พฤศจิกายน 2557; สืบค้นเมื่อวันที่ 23 พฤศจิกายน 2557. ได้จาก http://th.wikipedia.org/wiki/

[2] วิกิพิเดีย สารานุกรมเสรี. *ไพล*. 13 สิงหาคม 2557; สืบค้นเมื่อวันที่ 23 พฤศจิกายน 2557. ได้จาก http://th.wikipedia.org/wiki/