

การออกแบบและพัฒนาเครื่องหั่นซอยหอมแดงระบบกึ่งอัตโนมัติต้นแบบ สำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

สฤษฎีชัย เข้มเจริญ¹, มนตรี น่วมจิตร¹, กฤติธรรณ นามสง่า¹, ศิริชัย ต่อสกุล^{1*}

^{1*} ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี

บทคัดย่อ

เครื่องหั่นซอยหอมแดงถูกออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อลดเวลา ลดแรงงานในการหั่นซอยหอมแดง ลดการระคายเคืองบริเวณดวงตา และผิวหนังของคนงาน สำหรับใช้ในวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ที่แปรรูปหอมแดงจำหน่าย เครื่องต้นแบบประกอบไปด้วย โครงสร้างเครื่อง ช่องใส่วัตถุดิบ ชุดส่งกำลัง ชุดจานหมุนใบมีด ช่องทางออกของวัตถุดิบ และระบบควบคุมการทำงาน โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.5 แรงม้า เป็นเครื่องต้นกำลัง การทำงานของเครื่องเป็นแบบจานหมุนใบมีดภายในถังเพื่อหั่นซอยหอมให้ได้ตามความต้องการ การทดสอบการทำงานพบว่า มุมคมตัดที่ 15 องศา ความเร็ว 350 รอบต่อนาที สามารถหั่นซอยหัวหอมแดงได้ 150 กิโลกรัมต่อวัน และในด้านเศรษฐศาสตร์เครื่องซอยหอมแดงต้นแบบเป็นตัวเลือกที่น่าสนใจสำหรับการลงทุนในวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

คำสำคัญ : หอมหัวแดง, วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม, การหั่นซอยหอมแดง

Design and development of semi-automatic shallots chopping machine prototype for small to medium enterprise.

Sirichai Torsakul^{1*}, Sonchai Kamcharlearn¹, Montree Nuamjit¹,

Kittitorn Namsanga¹

^{1*}Department of Industrial Engineering Faculty of Engineering
Rajamangala University of Technology Thanyaburi Pathumthani

Abstract

Shallots chopping machine was design and built to help reduce time and labor in chopping shallots. It helped to reduce eye and skin irritation of worker in small to medium enterprise that transforms shallots for sale. The prototype included structure, material slot, driving force set, spinning blade set, material releasing slot, and controlling system with 0.5 HP. The motor served as the initial power of the spinning blade in container. The experiment found that the machine is 91 percent at its peak performance with the blade cutting at 15 degree. The speed of the chopping is 350 rpm with production at the maximum of 150 kg/day. Economic analysis revealed that this prototype machine payback period is 1.6 year. It is an interesting alternative of small and medium enterprise to invest in.

Keywords : Shallots, small to medium enterprise, shallots chopping

บทนำ

ปัจจุบันวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม หรือ SMEs เริ่มมีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากปัจจัยหลาย ๆ ด้าน เช่น การสนับสนุนจากภาครัฐ (รับมอบนโยบายส่งเสริม SMEs พร้อมเดินหน้านานปี, 2559) และความต้องการของผู้บริโภคมีความต้องการเพิ่มมากขึ้น ซึ่งรวมไปถึงการขยายตัวของตลาดในประเทศ โดยปี 2558 GDP ของภาคการเกษตร สูงถึง 1,237,309 ล้านบาท หรือคิดเป็นร้อยละ 9.1 (สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม) ทำให้เกิดช่องทางในการสร้างรายได้ให้กับผู้ประกอบการรายย่อย หรือแม้แต่การรวมกลุ่มกันของคนในชุมชนที่สามารถก่อตั้งเป็นวิสาหกิจชุมชนเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ออกมาจำหน่าย

หอมแดงเป็นพืชอีกชนิดที่มีการปลูกเป็นจำนวนมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ หอมแดง (*Allium ascalonicum*) เป็นพืชในวงศ์ Alliaceae (Smith, C., Lombard, KA., Peffley, EB. and Liu, W., 2003) ซึ่งเป็นพืชที่มีประโยชน์ทางด้านสมุนไพร และมีสรรพคุณทางยา เช่น แก้อาการคัน แก่หอบหืด ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด (สุกัญญา เดชอดิศัย, 2553) และยังเป็นพืชเศรษฐกิจอีกประเภทของไทย ในปี 2558 พบว่ามีผลผลิตสูงถึง 129,741 ตัน (ข้อมูลการผลิตสินค้าการเกษตร, 2558) ซึ่งปัจจุบันการจำหน่ายหอมแดงในท้องตลาดจะมีราคาอยู่ระหว่าง 40 - 70 บาทต่อกิโลกรัม ขึ้นอยู่กับปริมาณหอมแดงในท้องตลาดด้วย และในบางปีเกษตรกรต้องประสบปัญหาจำนวนหอมแดงในท้องตลาดมากเกินไปจนความต้องการ ทำให้มีราคาตกต่ำ บางครั้งทำให้เกิดการเน่าเสีย เนื่องจากเกษตรกรไม่สามารถขายได้ ดังนั้นการแปรรูปหอมแดงเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับเกษตรกร เช่น หอมเจียวจึงเป็นอีกทางเลือก กระบวนการผลิต

หอมเจียวจะแบ่งออกเป็นสามขั้นตอนหลัก ๆ คือ การปอกหัวหอม การหั่นซอย และการเจียว ซึ่งปัจจุบันการหั่นซอยหัวหอมยังใช้ อุปกรณ์สไลด์หอมแดงที่ใช้แรงงานคน ดังภาพที่ 1 ทำให้การหั่นซอยหอมแดงใช้ระยะเวลานาน และมีกำลังการผลิตน้อย นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการระคายเคืองดวงตา และผิวหนังได้ ทำให้กลุ่มธุรกิจขนาดเล็กไม่สามารถตอบสนองความต้องการของตลาดได้ และลดโอกาสในการแข่งขันอีกด้วย

ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จึงดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องหั่นซอยหอมแดงระบบกึ่งอัตโนมัติต้นแบบขึ้น เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตหอมเจียวให้มีคุณภาพ ลดเวลาในการหั่นซอยหัวหอมแดง และสามารถเพิ่มอัตราการผลิตให้กับอุตสาหกรรมอาหารและสามารถลดผลกระทบจากกระบวนการหั่นซอยหัวหอมแดง



ภาพที่ 1 อุปกรณ์สไลด์หอมแดงและกระเทียม ช่วยประหยัดเวลา (WOODY FOOD TRAVEL)

วิธีการศึกษา

1. ศึกษาข้อมูลสำหรับการออกแบบ

หอมแดงเป็นพืชที่มีลำต้นอยู่ใต้ดิน เป็นไม้หัว มีลักษณะเป็นรูปไข่และพองโต เรียกกันอีกอย่างว่า บัลบ์ (Bulb) เรียงกันเป็นชั้น ๆ ที่มีเปลือกนอกสีม่วงปนแดง ส่วนใหญ่ขนาดหัวหอมที่นำมาหั่นซอยเพื่อผลิตหอมเจียวจะมีขนาดอยู่ระหว่าง 2 - 4.5 เซนติเมตร ดังภาพที่ 2 และมี

ขนาดความหนาหลังการหั่นซอยอยู่ที่ 2 มิลลิเมตร ดังภาพที่ 3 ซึ่งขนาดความหนาของหอมแดงซอย ควรมีความสม่ำเสมอเนื่องจากเมื่อนำไปเจียว จะทำให้ได้หอมเจียวที่มีคุณภาพ

2. การออกแบบเครื่องต้นแบบ

จากผลการศึกษาปัญหาและข้อมูลต่าง ๆ สำหรับการออกแบบเครื่องหั่นซอยหอมแดง เพื่อใช้ในธุรกิจขนาดเล็กนั้น ซึ่งสามารถออกแบบ ส่วนประกอบหลักของเครื่อง ได้แก่ โครงสร้างเครื่อง ชุดจานหมุนใบมีด ชุดส่งกำลัง และระบบควบคุม การทำงาน ดังภาพที่ 4 เนื่องจากเป็นเครื่องจักรที่ใช้สำหรับอาหาร ดังนั้นส่วนประกอบที่สัมผัสกับ หัวหอมโดยตรงจะใช้สแตนเลสเกรด 304 ซึ่งเป็น วัสดุสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร (อดิศักดิ์ ฤาชา และ มติ ศรีหล้า, 2558)



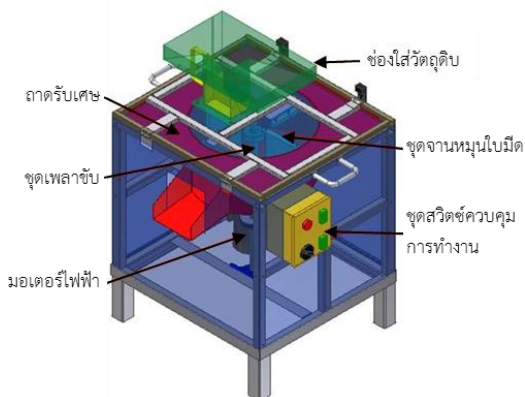
ภาพที่ 2 ขนาดหัวหอมแดงไทย



ภาพที่ 3 การวัดขนาดหอมซอย

3. การออกแบบใบมีดหั่นซอย

จากผลการทดลองก่อนหน้าโดยใช้ใบมีด ที่มีมุมคมตัด 20 และ 30 องศา พบว่า ลักษณะของหอมแดงหลังการหั่นซอยด้วยใบมีดมุมคมตัด 30 องศา มีรอยขีด และมีเศษจากการตัดมากกว่า ใบมีดที่มีมุมคมตัด 20 องศา ดังนั้นในการทดลองนี้ จึงกำหนดมีดแบบลับด้านเดียว (Single Grind) โดยแบ่งมุมคมตัดใบมีดหั่นซอยหัวหอมแดงออกเป็น 4 มุมด้วยกัน คือ 10, 15, 20 และ 25 องศา โดยชุดใบมีดจะใช้ สแตนเลส เกรด 402 ซึ่งต้านทาน การกัดกร่อนได้ดี และเหมาะสำหรับมาทำวัสดุ คมตัด (SIAM STAINLESS, 2554)



(ก) แบบเครื่องหั่นซอยหอมแดงจากโปรแกรม CAD

(ข) เครื่องหั่นซอยหอมแดงที่สร้าง

ภาพที่ 4 เครื่องหั่นซอยหอมแดง

การทดลอง

หลังจากการทดลองเบื้องต้นและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เครื่องหั่นซอยหอมแดงต้นแบบได้ถูกทดสอบและประเมินสมรรถนะในการทำงานรวมทั้งคุณภาพในหั่นซอย จากการทดสอบเบื้องต้นยังพบอีกว่าความเร็วมีผลต่อประสิทธิภาพในการหั่นซอย โดยความเร็วสูงสุดที่ใช้ในการหั่นซอยไม่ควรเกิน 450 รอบต่อนาที เนื่องจากหอมซอยจะมีขนาดไม่สม่ำเสมอ และมีเศษจากการตัดมาก ดังนั้นในการศึกษานี้จึงเป็นการทดลองภายใต้มุมคมตัดของใบมีด และความเร็วที่แตกต่างกัน โดยกำหนดมุมคมตัดที่ 10, 15, 20 และ 25 องศา และกำหนดความเร็วที่ 150 250 350 และ 450 รอบต่อนาที หลังจากทำการทดลองตามตัวแปรที่กำหนด หอมแดงซอยที่ได้จะถูกนำมาตรวจสอบทางกายภาพ และทำการวัดขนาดเพื่อนำไปคำนวณค่าประสิทธิภาพ ดังสมการที่ 1 ซึ่งส่วนที่เป็นเศษ มีขนาดความหนาแน่นน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร หรือมีความเบี่ยงเบนความหนาแน่นมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ถือว่าเป็นของเสียเนื่องจากหากมีเศษเหล่านี้มากแล้วเมื่อนำไปทอด

จะทำให้เศษเหล่านี้ไหม้และทำให้จำนวนการทอดซ้ำของน้ำมันน้อยลง

ผลการทดสอบ

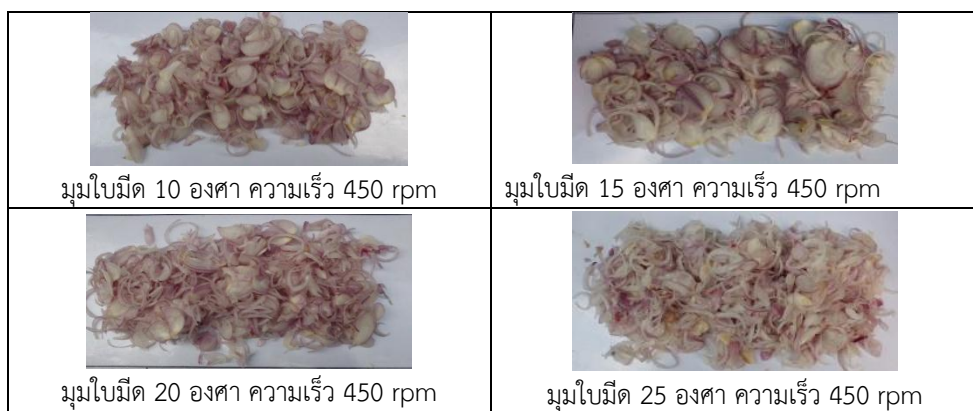
จากการทดสอบเครื่องหั่นซอยหอมแดงต้นแบบ ภายใต้ตัวแปรที่แตกต่างกัน พบว่าประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องมีความแตกต่างกัน ซึ่งผลการตรวจสอบทางกายภาพของหอมแดงหลังการหั่นซอย พบว่ามุมคมตัดใบมีดมีผลต่อการหั่นซอยหอมแดง ดังภาพที่ 5 การใช้มุมคมตัดใบมีด 20 และ 25 องศา ทำให้หอมแดงหลุดออกเป็นชิ้นเล็ก และมีสัดส่วนหอมแดงที่เป็นแผ่นน้อย ขณะที่การใช้มุมคมตัดใบมีด 10 และ 15 องศา หอมแดงส่วนใหญ่ยังจับตัวกันเป็นแผ่น และผลการประเมินประสิทธิภาพจากการทดสอบ ดังภาพที่ 6 พบว่า มุมคมตัดมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ความเร็วในการหั่นซอยต่างกัน การใช้มุมคมตัดที่ 10 องศา จะมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ความเร็ว 150 รอบต่อนาที การใช้มุมคมตัดที่ 15 องศา จะมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ความเร็ว 350 รอบต่อนาที การใช้มุมคมตัดที่ 20 องศา จะมี

ประสิทธิภาพสูงสุดที่ความเร็ว 350 รอบต่อนาที และการใช้มุมคมตัดที่ 25 องศา จะมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ความเร็ว 150 รอบต่อนาที อย่างไรก็ตาม เครื่องหั่นซอยต้นแบบมีประสิทธิภาพสูงสุดที่มุมคมตัด 15 องศา ที่ความเร็วรอบ 350 รอบต่อนาที ซึ่งมีค่าเท่ากับ 91 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงเป็นตัวแปรที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานเครื่องหั่นซอยหอมแดง

ต้นแบบเนื่องจากหอมซอยที่ได้มีความหนาสม่ำเสมอ และมีเศษจากของเสียน้อยที่สุด

จากมุมคมตัดใบมีดที่เหมาะสมสำหรับการหั่นซอยหอมแดง พบว่ากำลังการผลิตของเครื่องเปลี่ยนแปลงตามความเร็วรอบของใบมีด ในการหั่นซอย ดังภาพที่ 7 โดยที่มุมคมตัดที่

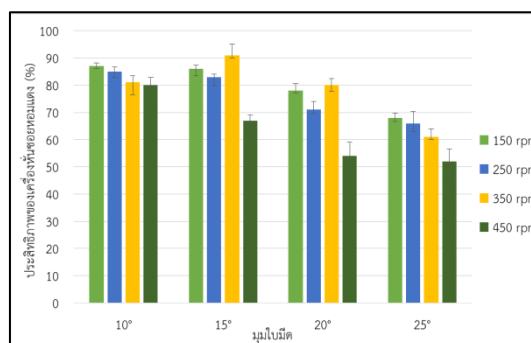
$$\text{ประสิทธิภาพ (\%)} = [\text{ปริมาณหอมแดงที่ใช้ทดลองทั้งหมด} / \text{ปริมาณหอมแดงที่ได้ขนาด}] \times 100 \quad (1)$$



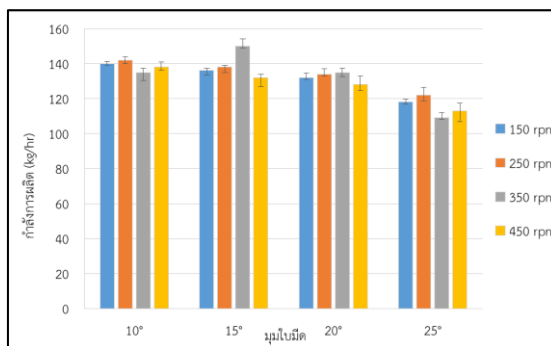
ภาพที่ 5 ลักษณะทางกายภาพหลังการหั่นซอยที่มุมใบมีดต่างกัน

10 องศา มีกำลังการผลิตสูงสุดเท่ากับ 142 กิโลกรัมต่อวันที่ความเร็ว 250 รอบต่อนาที มุมคมตัดที่ 15 องศา มีกำลังการผลิตสูงสุดเท่ากับ 150 กิโลกรัมต่อวันที่ความเร็ว 350 รอบต่อนาที ขณะที่มุมคมตัดที่ 20 องศา มีกำลังการผลิตสูงสุด

เท่ากับ 135 กิโลกรัมต่อวันที่ความเร็ว 350 รอบต่อนาที และมุมคมตัดที่ 25 องศา มีกำลังการผลิตสูงสุดเท่ากับ 122 กิโลกรัมต่อวันที่ความเร็ว 250 รอบต่อนาที



ภาพที่ 6 ประสิทธิภาพของเครื่องหั่นซอยหอมแดงต้นแบบ



ภาพที่ 7 กำลังการผลิตของเครื่องหั่นซอยหอมแดงต้นแบบ.

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

อย่างไรก็ดีการตัดสินใจการลงทุนในตัวเลือกต่าง ๆ จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุน เพื่อเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์รายได้ และผลกำไรที่ปริมาณการผลิตต่าง ๆ ต้นทุนผลการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมที่ได้จากการประเมินค่าใช้จ่ายเบื้องต้น โดยคิดที่ราคาเครื่องต้นแบบ 75,000 บาท อายุการใช้งานของเครื่อง 5 ปี มูลค่าซาก 2,000 บาท ค่าเสียโอกาสของเงินทุน 12.62 เปอร์เซ็นต์ (MRR ธนาคารกสิกรไทย, 2559) ใช้ผู้ควบคุมเครื่อง 1 คน (ค่าแรง 300 บาทต่อวัน) กำลังการผลิต 150 กิโลกรัมต่อวัน จำนวนวันทำงาน 250 วันต่อปี

รายได้จากการผลิตสินค้าจากเครื่องหั่นซอยหอมต้นแบบ 112,500 บาทต่อปี (ประเมินจากส่วนต่างของราคาขาย 3 บาทต่อกิโลกรัม) อัตราค่าไฟฟ้า 2,500 บาทต่อปี และค่าซ่อมบำรุง 3,000 บาทต่อปี ซึ่งสามารถคำนวณระยะเวลาคืนทุนของเครื่องหั่นซอยหอมแดงต้นแบบได้ดังสมการที่ 2 (ไพบูลย์ แยมเฟื่อน, 2548)

จากการคำนวณระยะเวลาคืนทุนของเครื่องหั่นซอยหอมต้นแบบ พบว่า ใช้ระยะเวลาคืนทุนเพียง 1.6 ปี ซึ่งถือว่าเป็นตัวเลือกที่ดีสำหรับการลงทุน เนื่องจากมีระยะเวลาคืนทุนต่ำกว่าอายุการใช้งานของเครื่องอยู่มาก

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \text{ราคาเครื่อง} + \text{รายได้ต่อปี } (A/P, i, n) + \text{มูลค่าซาก } (A/F, i, n) + \text{ต้นทุนแปรผัน} + \text{ค่าแรงงานต่อปี} \quad \dots\dots\dots(1)$$

โดยที่ $(A/P, i, n)$ คือ Capital recovery factor, $(A/F, i, n)$ คือ Sinking Fund factor, i คือ อัตราดอกเบี้ย, n คือ อายุการใช้งาน

สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบการทำงานของเครื่องหั่นซอยหอมแดงต้นแบบโดยใช้ตัวชี้วัดผล คือ ประสิทธิภาพการหั่นซอย และกำลังการผลิต พบว่า เครื่องสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สูงสุดที่มุมคมตัดใบมีด 15 องศา และความเร็วรอบในการหั่นซอย 350 รอบต่อนาที ซึ่งสามารถหั่นซอยหอมแดงได้ 150 กิโลกรัมต่อวัน จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ การใช้เครื่อง

หันขอยหอมแดงต้นแบบมีระยะเวลาคืนทุน 1.6 ปี ซึ่งถือว่าเป็นตัวเลือกที่ดีสำหรับการลงทุน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก RMUTT financial budget in fiscal in 2016 ที่ได้ให้งบประมาณสนับสนุนโครงการวิจัย และขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ให้การสนับสนุนในด้านต่าง ๆ จนโครงการวิจัยนี้ประสบผลสำเร็จในการดำเนินงานเป็นอย่างดี ทางผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

MRR ธนาคารกสิกรไทย. อัตราดอกเบี้ยเงินให้สินเชื่อ [ออนไลน์]. สืบค้น 15 มกราคม 2560 จาก <https://www.kasikombank.com/th/rate/LendingPDF/LendingRate28102016.pdf>.

ข่าว สสว. (2559). รับมอบนโยบายส่งเสริม SMEs พร้อมเดินหน้านานปี 2559. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 8 มกราคม 2560 จาก <http://www.sme.go.th/th/index.php/news1/1015-smes-2559>

ไพบุลย์ แยมเผื่อน. (2548). เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. ข้อมูลการผลิตสินค้าการเกษตร 2558. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 8 มกราคม 2560 จาก <http://www.oae.go.th>.

สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (สสว.). (2559). รายงานสถานการณ์ วิสาหกิจขนาดกลาง และขนาดย่อม ปี 2559. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.

สุกัญญา เดชอดิศักดิ์. (2553). บทความสมุนไพรรื่องของหอม. ภาควิชาเภสัชเวชและ

เภสัชพฤกษศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

อดิศักดิ์ ฤาชา และ มติ ศรีหาล้า. (2558). เครื่องผ่านกล้วยทำกล้วยฉาบ. วารสารเกษตรพระวรุณ. 12(2). 136-143.

SIAM STAINLESS. (2554). การแบ่งกลุ่มสแตนเลส. [ออนไลน์]. สืบค้น 10 มกราคม 2560 จาก <http://www.siamstainless.com/?p=409>

Smith, C., Lombard, KA., Peffley, EB. and Liu, W. (2003). Genetic Analysis of Quercetin in onion (*Allium cepa* L.). The Texas Journal of Agriculture and Natural Resource. 16, 24-28.

WOODY FOOD TRAVEL. (2557). [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 8 มกราคม 2560 จาก <https://www.youtube.com/watch?v=7eY6MugJ6Pk>