

การพัฒนาเครื่องปอกผิวมะกรูดแบบกึ่งอัตโนมัติ The Development of Semi-Automatic Kaffir Lime Peeler

ทวีชัย นิมาแสง^{1*}, ณัฐวุฒิ เนียมสอน¹

Tawechai Nimasaeng^{1*}, Natawut Neamsorn¹

¹ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, 50200

¹Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai, 50200, Thailand

*Corresponding author: Tel: +66-53-944-146, Fax: +66-53-944-145, E-mail: tawechai@eng.cmu.ac.th

บทคัดย่อ

ผิวมะกรูดเป็นวัตถุดิบสำคัญที่ใช้เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ประเภทพริกแกงต่างๆ เพราะมีกลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์ และช่วยดับกลิ่นคาวของอาหาร จากการศึกษาข้อมูลการผลิตพริกแกงในระดับอุตสาหกรรม พบว่าขั้นตอนการปอกผิวมะกรูดยังต้องใช้แรงงานคนเป็นหลัก ทำให้สิ้นเปลืองเวลามาก โดยแรงงาน 1 คน สามารถปอกผิวมะกรูดด้วยมีดได้เฉลี่ย 120-150 ผลต่อชั่วโมง โครงการนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาออกแบบเครื่องปอกผิวมะกรูด เพื่ออำนวยความสะดวกในขั้นตอนการปอกผิวมะกรูด ซึ่งจะช่วยลดเวลาและต้นทุนในการผลิตลง

เครื่องปอกผิวมะกรูดที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้น มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ (1) ชุดก้านเสียบผลมะกรูด จำนวน 8 ชุด แต่ละชุดจะใช้มอเตอร์เกียร์ขนาด 14 วัตต์ 220 โวลต์ ความเร็ว 60 รอบต่อนาที ทำหน้าที่ขับให้ผลมะกรูดหมุนขณะทำการปอก (2) ชุดใบมีดปอกผิวจำนวน 8 ชุด ติดตั้งเรียงเป็นแถวอยู่บนแกนเลื่อน ซึ่งอาศัยกลไกของชุดกระบอกลม ขับใบมีดปอกเคลื่อนเข้าหาผลมะกรูด และ (3) สายพานลำเลียง ติดตั้งในลักษณะเอียงทำมุม 15 องศา กับแนวราบ ทำหน้าที่ลำเลียงและคัดแยกผิวมะกรูดกับผลมะกรูดที่ปอกเปลือกแล้วออกจากตัวเครื่อง จากการทดสอบเพื่อหาความเร็วในการเคลื่อนที่ของใบมีดที่เหมาะสมและอัตราการทำงานของเครื่องปอกผิวมะกรูด พบว่าที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ของใบมีด 3 มิลลิเมตรต่อวินาที ผิวมะกรูดจะถูกปอกออกทั้งหมด เหลือเพียงด้านขั้วหัวและท้ายมะกรูดเท่านั้น คิดเป็นประสิทธิภาพในการปอก 72 % โดยมีอัตราการปอกเฉลี่ย 600 ผลต่อชั่วโมง

คำสำคัญ: น้ำพริกแกง, ผิวมะกรูด, เครื่องปอก

Abstract

Kaffir lime rind is one of main ingredients in various types of curry paste. Kaffir develops a unique smell in curry and covers fishy smell in food. In the curry paste industrial, Kaffir is peeled by hand that is time consuming and labor intensive. In practical, a skilled labor can peel 120-150 Kaffir per hour. This research aimed to design and develop Kaffir peeler, which could reduce time and labor cost in curry paste production.

The machine was consisted 1) Kaffir holding units, 2) blade units and 3) conveyor unit. There were eight Kaffir holding units and each unit was driven by a geared motor (14 W, 220 V) which rotated Kaffir at 60 rpm during peeling. There were also eight blade units, which were installed on sliding rod and moved toward the Kaffir by pneumatic mechanisms. The conveyor was PVC belt with 15° incline installation. The belt conveyor used for separate Kaffir rind and the remains. Result from the machine performance testing showed that optimum speed of blades was 3 mm s⁻¹. At this speed, Kaffir was completely peeled except at the both end of Kaffir tip. The peeling efficiency was 71% and the machine capacity was 600 Kaffirs per hour.

Keywords: Curry paste, Kaffir lime rind, Peeler

1. บทนำ

มะกรูด (Kaffir lime, Leech lime, Mauritius pap) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Citrus hystrix* DC เป็นพืชในสกุลส้ม (Citrus) มีถิ่นกำเนิดในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

(Wongpomchai, 2012) ปัจจุบันมีปลูกแพร่หลายในประเทศอินเดีย เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และบางส่วนของประเทศจีน ตอนใต้ (Arumugam, Gunasekaran, & Perumal, 2014) สำหรับในประเทศไทยยังมีชื่อเรียกแตกต่างกันตามภูมิภาค เช่น มะขู (แม่ฮ่องสอน) มะขุน มะขูด (ภาคเหนือ) ส้มกรูด ส้มมั่วผี

(ภาคใต้) เป็นต้น (เครือข่ายการวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้, 2555) ในปี 2559 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมะกรูดทั้งสิ้น 3,946 ไร่ ใน 28 จังหวัด ได้ผลผลิตรวม 2,906 ตัน คิดเป็นมูลค่ารวม 75 ล้านบาท โดยจังหวัดที่ปลูกมะกรูดมากที่สุดคือจังหวัดตราดบุรี มีเนื้อที่ปลูก 1,241 ไร่ (หมายสุกกลาง, 2560)

มะกรูดมีสรรพคุณทางยา ผิวมีรสปร่า หอมร้อน ช่วยแก้ลม หน้ามืด ลมวิงเวียน บำรุงหัวใจ ขับลมในลำไส้ ขับระดู ขับผายลม นอกจากนี้ ผล ราก ใบและน้ำมันมะกรูดต่างก็มีสรรพคุณทางยาในตำรายาไทยทั้งสิ้น (เหลืองสกุล, 2549) ในตำรายาพื้นบ้านของประเทศไทยมีการใช้ผิวมะกรูดมาสระผมและขัดผิวเพื่อให้ผิว ภายนุ่มและขจัดกลิ่นตัว สารสกัดจากผิวมะกรูดมีฤทธิ์เป็นยาฆ่าแมลง ใช้ในการทำเพื่อป้องกันทาก ในประเทศจีนใช้มะกรูด เพื่อ (Arumugam et al., 2014) สำหรับผลที่ถูกปอกเปลือกและคั้นน้ำออกจนหมดแล้วจะมีส่วนประกอบของเพคตินและใยอาหารอยู่มาก สามารถนำไปแปรรูปเป็นอาหารเพื่อเพิ่มมูลค่าได้ (Lertworasirikul & Saetan, 2010)

ผิวมะกรูดเป็นวัตถุดิบสำคัญที่ใช้เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ประเภทพริกแกงต่างๆ เพราะมีกลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์ ช่วยดับกลิ่นคาวของอาหาร ในการศึกษาข้อมูลการผลิตพริกแกงในระดับอุตสาหกรรม พบว่าขั้นตอนการปอกผิวมะกรูดยังต้องใช้แรงงานคนเป็นหลัก ทำให้สิ้นเปลืองเวลามาก โดยแรงงาน 1 คน สามารถปอกผิวมะกรูดด้วยมีดได้เฉลี่ย 120-150 ผลต่อชั่วโมง ถ้า มะกรูดจำนวน 1 ตัน จะต้องใช้เวลาปอก 250 ชั่วโมง และถ้าต้อง ปอกให้แล้วเสร็จภายใน 2 วัน จะต้องใช้แรงงานถึง 16 คน

จากปัญหาดังกล่าว โครงการนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา ออกแบบเครื่องปอกผิวมะกรูด เพื่ออำนวยความสะดวกใน ขั้นตอนการปอกผิวมะกรูด ซึ่งจะช่วยลดเวลาและต้นทุนในการ ผลิต นอกจากนี้ยังจะช่วยเสริมสร้างความปลอดภัยต่อ ผู้ปฏิบัติงาน

2 อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การออกแบบและสร้างเครื่องปอกผิวมะกรูด

เครื่องปอกผิวมะกรูดที่ออกแบบประกอบด้วยชุดปอกผิว 8 ชุด อาศัยมอเตอร์เกียร์ขนาด 14 W จำนวน 8 ตัวในการหมุนผล มะกรูดขณะปอก ในขณะที่ชุดใบมีดปอกจะเคลื่อนที่โดยอาศัย กลไกนิวมาติก

2.2 การทดสอบสมรรถนะในการทำงานของเครื่องปอกผิว มะกรูด

ตัวอย่างผลมะกรูดถูกวัดขนาดด้วยเวอร์เนียเพื่อหาขนาดเส้น ผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (Geometric mean diameter) จากสมการ (1)

$$D = \sqrt[3]{(a \times b \times c)} \quad (1)$$

เมื่อ D= ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเชิงเรขาคณิต, mm

a= ความสูงของผลมะกรูด, mm

b= ความกว้างของผลมะกรูด, mm

c= ความหนาของผลมะกรูด, mm

จากนั้นมะกรูดถูกแบ่งตามขนาดเป็นสองกลุ่ม ได้แก่ขนาด A (เส้น ผ่านศูนย์กลาง 34-37 mm) และขนาด B (เส้นผ่านศูนย์กลาง 38-42 mm) จากการทดสอบเบื้องต้นพบว่าสภาวะการทำงานที่ เหมาะสมในการปอกได้แก่ความเร็วในการหมุนของผลมะกรูด 60 rpm ผลมะกรูดทั้งขนาด A และ ขนาด B ที่หมุนด้วยความเร็ว 60 rpm ถูกปอกด้วยใบมีดที่เคลื่อนที่เข้าหาด้วยความเร็วต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ 1 3 และ 5 mm s⁻¹ เพื่อหาความเร็วในการเคลื่อนที่ ของใบมีดที่เหมาะสม

หลังจากนั้นตัวอย่างผลมะกรูดทั้งขนาด A และขนาด B ถูก ปอกด้วยเครื่องปอกผิวมะกรูดโดยใช้ความเร็วของการเคลื่อนที่ ของใบมีดที่ได้จากการทดสอบก่อนหน้า โดยบันทึกค่าเวลา น้ำหนัก ผลมะกรูดก่อนปอกเปลือก น้ำหนักผิวมะกรูดที่ปอกได้ น้ำหนัก ผิวส่วนที่ไม่ถูกปอก ทำการทดสอบสามซ้ำ ซึ่งค่าเปอร์เซ็นต์ของ ประสิทธิภาพในการปอกผิวมะกรูดของเครื่องปอกที่ออกแบบและ สร้างขึ้นคำนวณจากสมการ

$$E = \frac{W_p}{W_T} \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ E= ประสิทธิภาพในการปอกผิวมะกรูด, เปอร์เซ็นต์

W_p= น้ำหนักผิวมะกรูดที่ปอกได้, g

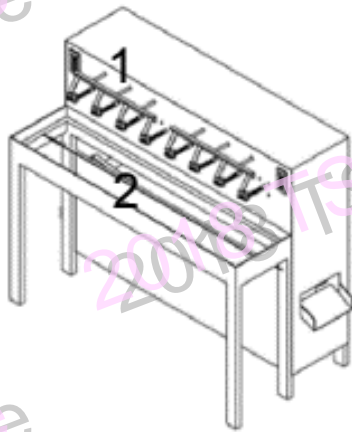
W_T= น้ำหนักผิวมะกรูดทั้งหมด, g

3 ผลและวิจารณ์

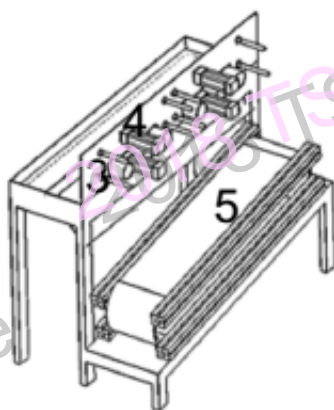
3.1 เครื่องปอกผิวมะกรูด

เครื่องปอกผิวมะกรูดที่ออกแบบและสร้างขึ้น (Figure 1) มี ขนาดมิติโดยรวม 600×1100×950 มิลลิเมตร โครงทำจากวัสดุสแตนเลสหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมขนาด 50 × 25 mm หนา 1.2 mm โดยมีมอเตอร์เกียร์ 14 W 220 V หมุนด้วยความเร็ว 60 rpm จำนวน 8 ตัว มอเตอร์เกียร์นี้ทำหน้าที่ขับผลมะกรูดให้หมุนขณะ ทำการปอก ที่แกนเพลลาของมอเตอร์แต่ละตัวติดตั้ง “เหล็กเสียบ ผลมะกรูด” ขนาดยาว 70 มม. จำนวน 2 ชิ้น ส่วนใบมีดปอกเป็น ใบมีดโค้งครึ่งวงกลม ๕ 12 มม.ฐานยึดใบมีด ก้านจับ และชุดสปริงดันก้านจับ (Figure 2) โดยมีกระบอกกลมขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางภายใน 50 mm ช่วงชัก 150 mm ทำหน้าที่ขับให้ชุด ใบมีดปอกเคลื่อนที่เข้าหาผลมะกรูด

ผลมะกรูดและผิวมะกรูดที่ปอกเปลือกแล้วถูกนำออกจาก ตัวเครื่องด้วยสายพานลำเลียงขนาด 300 × 1000 mm เอียงทำ มุม 15° กับแนวราบ โดยมีมอเตอร์เกียร์ขนาด 250 W ความเร็ว 100 rpm เป็นต้นกำลังขับเคลื่อน



(a)



(b)

Figure 1 Kaffir Peeler (a) Front; (b) Back: 1, peeling unit; 2, Kaffir shelf 3, electric motors; 4, pneumatic cylinder; 5, belt conveyor.

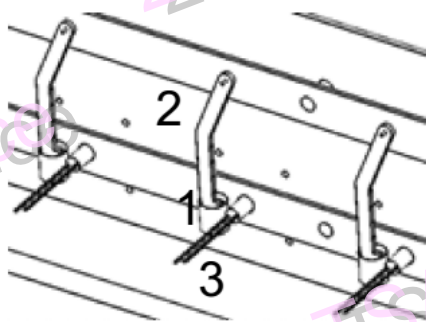


Figure 2 Peelling unit mechanism: 1, blade; 2, spring arm; 3, holder.

3.2 ประสิทธิภาพการปอกผิวมะกรูด

ผลการทดสอบที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ของใบมีด 3 ระดับ คือ 1, 3 และ 5 mm s⁻¹ พบว่าเมื่อใบมีดเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 1 mm s⁻¹ ผิวมะกรูดจะถูกใบมีดปอกช้ารอยเดิมอีกทั้งถูกปอกลึกเกินไป ซึ่งไม่สัมพันธ์กับการหมุนของผลมะกรูด ส่วนที่ความเร็ว 5 mm s⁻¹ ใบมีดจะปอกผิวได้ไม่หมดเพราะไม่สัมพันธ์กับการหมุนของผลมะกรูดเช่นเดียวกันสำหรับที่ความเร็ว 3 mm s⁻¹ ผิว

มะกรูดจะถูกปอกออกจนหมด เหลือเพียงด้านขั้วหัวและท้าย มะกรูดเท่านั้น (Figure 3) ดังนั้นจึงถือว่าเป็นความเร็วในการเคลื่อนที่ของใบมีด 3 mm s⁻¹ ที่เหมาะสมในการใช้งานจริง



(a)

(b)



(c)

Figure 3 Peeled Kaffir at different blade speed (a) 1 mm/s ; (b) 3 mm/s ; (c) 5 mm/s

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการปอกผิวมะกรูด โดยใช้ น้ำหนักเป็นเกณฑ์การวัด ในการทดลองพบว่า ผลมะกรูดขนาด A ซึ่งมีน้ำหนักผลก่อนปอกเฉลี่ย 22.8 g จะมีน้ำหนักผิวมะกรูดที่ เครื่องปอกได้ 5.3 g น้ำหนักผิวส่วนขั้วที่ไม่ถูกปอกเปลือก 2.2 g คิดเป็นประสิทธิภาพในการปอกเฉลี่ย 71.5% สำหรับผลมะกรูด ขนาด B จะมีน้ำหนักเฉลี่ย 38.1 g จะมีน้ำหนักผิวมะกรูดที่ เครื่องปอกได้ 7.1 g น้ำหนักผิวส่วนขั้ว 4.3 g คิดเป็นประสิทธิภาพ ในการปอกเฉลี่ย 63.5%

ผลการทดสอบความสามารถในการทำงานของเครื่องปอก มะกรูดพบว่า มีความสามารถในการปอกเฉลี่ย 10 ผลต่อนาที หรือเท่ากับ 600 ผลต่อชั่วโมง สำหรับผลมะกรูดคละขนาด

4 สรุป

เครื่องปอกผิวมะกรูดมีความสามารถในการปอกเฉลี่ย 600 ผลต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพในการปอกเฉลี่ยสำหรับผลมะกรูด ขนาด A และขนาด B เท่ากับ 71.5% และ 63.5% ตามลำดับ โดยใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ของใบมีดปอก 3 mm/s ในขณะที่ ผลมะกรูดหมุนด้วยความเร็ว 60 rpm อย่างไรก็ตามเครื่องปอก ผิวมะกรูดที่ออกแบบและสร้างขึ้นนี้เนื่องจากใช้ข้อมูลพื้นฐานด้าน ขนาดและความหนาของผลมะกรูดที่ให้ผลผลิตในช่วงฤดูแล้ง จนถึงต้นฤดูฝน ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 34-42 mm ดังนั้นเครื่องฯ จึงเหมาะกับขนาดผลดังกล่าว สำหรับผลมะกรูดที่

ให้ผลผลิตช่วงกลางถึงปลายฤดูฝน จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่าคือเฉลี่ย 58-63 mm และมีเปลือกที่หนามาก ซึ่งเครื่องฯไม่สามารถปอกเปลือกได้ ถ้าหากทำการปรับปรุงชุดใบมีดปอกและออกแบบมอเตอร์ที่ให้แรงบิดสูงขึ้น ก็จะเพิ่มสามารถในการทำงานให้สูงขึ้นได้

5 กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ Industrial Research and Technology Capacity Development Program : IRTC ภายใต้การสนับสนุนตามกลไกอุทยานวิทยาศาสตร์ภาคเหนือ ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย

6 เอกสารอ้างอิง

กุหลาบ หมายสุขกลาง. 2560. ข้อมูลภาวะการผลิตพืช. ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมส่งเสริมการเกษตร. แหล่งข้อมูล: <http://www.agriinfo.doe.go.th/year60/plant/rotor/fruit2/kaffir.pdf>. เข้าถึงเมื่อ 10 มกราคม 2561.

เครือข่ายการวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้. 2555. ชื่อพรรณไม้ในเมืองไทย. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ แหล่งข้อมูล: http://t-fern.forest.ku.ac.th/Forest/index_test_2.php. เข้าถึงเมื่อ 10 มกราคม 2561.

สุมาลี.เหลือรสกุล (2549). การปลูกมะกรูดเพื่อการค้า. โครงการจัดตั้งศูนย์วิจัยและการจัดการความรู้ทางพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ แหล่งข้อมูล: http://bot.swu.ac.th/upload/article_document/1228384773.pdf. เข้าถึงเมื่อ 10 มกราคม 2561.

Arumugam, A., Gunasekaran, N., Perumal, S. 2014. The Medicinal And Nutritional Role of Underutilized Citrus Fruit- Citrus hystrix (Kaffir Lime): A Review. Drug Invention Today, 6(1), 1–5.

Lertworasirikul, S., & Saetan, S. 2010. Artificial neural network modeling of mass transfer during osmotic dehydration of kaffir lime peel. Journal of Food Engineering, 98(2), 214–223.

Wongpornchai, S. (2012). Kaffir lime leaf. In K. V Peter (Ed.), Handbook of Herbs and Spices. Elsevier Science. (pp. 319–327). Philadelphia, Woodhead Publishing.