

การพัฒนาเครื่องคั้นน้ำส้มอัตโนมัติแบบโรตารีหลายหัวคั้น Development of an Automatic Multi-Rotary Orange Juice Squeezer Machine

ถิรวัดน์ วงษาเทียม¹ สุเนตร สืบคำ¹ และเสมอขวัญ ตันติกุล¹
Tirawat Wongsatiam¹, Sunate Surbkar¹ and Samerkhwan Tantikul¹

Abstract

An automatic multi-rotary orange juice squeezing machine was designed for use in small to medium size enterprises. The machine could be used with various sizes of orange fruit. The objective of this study was to design and develop an automatic orange juice squeezer from the existing a rotary and rotating plate type orange juice squeezer, follow the design on appropriate engineering and hygienic design. The squeezing set consisted of 24 pieces of superine spherical heads and stainless cylindrical hanging half spherical shape dented on its surface. The machine was powered by a 1 hp electrical motor. The squeezing performance test was done on 3 rotational speeds of the squeezing set; 5, 10 and 15 rpm with 3 clearances; 2, 2.5 and 3 millimeters Three grade sizes of the King Mandarin orange; 45-50, 50-55 and 55-60 millimeters. Results showed that the working condition of the machine which gave the highest squeezing capacity for orange fruits 606.05 – 900.26 kg/hr and the highest squeezing capacity for orange juices 273.30 – 406.36 kg/hr at 15 rpm rotational speeds of the squeezing set, with 3 mm squeezing clearances and 55 – 60 mm diameter of orange size. However, the highest squeezing efficiency of 96.43% was found at 2 mm clearance.

Keyword: Orange, Orange juice squeezer, Automatic rotary orange juice squeezer

บทคัดย่อ

เครื่องคั้นน้ำส้มอัตโนมัติแบบโรตารีหลายชุดคั้น ถูกออกแบบเพื่อใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม และให้สามารถคั้นผลส้มได้หลายขนาด วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ เพื่อออกแบบเครื่องคั้นน้ำส้มอัตโนมัติที่พัฒนาจากเครื่องคั้นน้ำส้มแบบโรตารีและแบบจานหมุน ให้ถูกต้องตามหลักวิศวกรรมและสุขอนามัย โดยชุดคั้นประกอบด้วยหลุมคั้นที่ทำจากสแตนเลสและหัวคั้นที่ทำจากซูเปอร์อินไนท์จำนวน 24 ชุด ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้าเป็นต้นกำลังในการปั่น ผ่าผลส้ม และบีบคั้น การทดสอบทำการแปรค่าความเร็วรอบของชุดคั้น 3 ระดับคือ 5, 10 และ 15 รอบต่อนาที ระยะห่างของชุดคั้น 3 ระดับคือ 2, 2.5 และ 3 มิลลิเมตร และขนาดผลส้มสายน้ำผึ้ง 3 ขนาดคือ 45-50, 50-55 และ 55-60 มิลลิเมตร ผลการทดสอบพบว่า สภาวะการทำงานที่ทำให้ความสามารถในการคั้นผลส้มสูงสุด โดยมีค่าอยู่ในช่วง 606.05-900.26 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และความสามารถในการคั้นน้ำส้มสูงสุด โดยมีค่าอยู่ในช่วง 273.30-406.36 กิโลกรัมต่อชั่วโมง คือ ความเร็วรอบของชุดคั้น 15 รอบต่อนาที ระยะห่างของชุดคั้น 3 มิลลิเมตรและขนาดผลส้ม 55-60 มิลลิเมตร แต่ระยะห่างของชุดคั้น 2 มิลลิเมตร ให้ประสิทธิภาพการคั้นสูงสุด 96.43 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: ส้ม, เครื่องคั้นน้ำส้ม, เครื่องคั้นน้ำส้มอัตโนมัติแบบโรตารี

คำนำ

จากคุณสมบัติประโยชน์นานาประการของส้ม ประกอบกับราคาที่ไม่สูงมากนักทำให้ประชาชนนิยมบริโภคส้ม จนมีการขยายเพิ่มขึ้นทั้งในด้านการเพาะปลูกส้ม และด้านอุตสาหกรรมเกี่ยวกับส้ม จากข้อมูลของกรมส่งเสริมการเกษตร (2549) ประเทศไทยมีพื้นที่การปลูกส้มทั้งหมด 464,401 ไร่ ให้ผลผลิต 585,167 ตันต่อปี จากกำลังผลิตที่สูงทำให้ส้มเป็นสินค้าส่งออกที่มีความสำคัญอย่างหนึ่งของประเทศ อย่างไรก็ตามการผลิตส้มในปัจจุบันประสบปัญหาคือ การเกิดภาวะส้มล้นตลาดบางช่วงเวลา ทำให้ราคาของส้มลดต่ำลง ส้มเกิดความเสียหายจากการเน่าเสียในระหว่างรอตลาด จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น จึงเริ่มมีการพัฒนาการจากการขายผลส้มสดมาแปรรูปทำเป็นน้ำส้มบรรจุขวด ซึ่งสามารถเก็บไว้ได้นานขึ้น และเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลผลิต ปัจจุบันการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมการทำน้ำส้มจึงมีการขยายตัวมากขึ้น แต่ยังคงประสบปัญหาในเรื่องกระบวนการคั้นน้ำส้ม

¹ คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

¹ Faculty of Engineering and Agro-Industry, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

ปัญหาที่เกิดจากการคั้นน้ำส้มมีดังนี้ ปัญหาจากการใช้แรงงานคนคือ ได้อัตราการผลิตต่ำ เนื่องจากการคั้นที่ไม่ต่อเนื่อง และมีข้อจำกัดในด้านความสามารถในการทำงาน นอกจากนี้ยังสิ้นเปลืองค่าจ้างแรงงาน และปัญหาจากเครื่องคั้นแบบอัตโนมัติ ได้แก่ ราคาของเครื่องสูง เพราะเครื่องคั้นน้ำส้มส่วนใหญ่จะนำเข้ามาจากต่างประเทศ ส่วนเครื่องคั้นน้ำส้มที่ผลิตภายในประเทศ น้ำส้มที่คั้นได้จะมีความขมค่อนข้างมาก เนื่องจากการคั้นแบบบีบอัดจะมีน้ำมันที่เปลือกส้มหลุดปนออกมาด้วย ต่อมาเสมอขวัญ (2550) จึงได้พัฒนาเครื่องคั้นน้ำส้มอัตโนมัติเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็กและขนาดกลาง แต่ก็ยังประสบปัญหา ในด้านการออกแบบมีความซับซ้อนมากเกินไป นอกจากนี้ทำให้ต้นทุนราคาของเครื่องที่ค่อนข้างสูงแล้ว ยังมีผลทำให้ยากต่อการซ่อมบำรุงรักษาในระดับผู้ใช้งานหรือผู้ประกอบการ และการออกแบบดังกล่าวยังมีข้อจำกัดในเรื่องของโอกาสในด้านการปนเปื้อนที่เกิดขึ้นในน้ำส้มที่คั้น

ดังนั้นจึงควรมีการวิจัยและพัฒนาเครื่องคั้นน้ำส้มอัตโนมัติ ที่มีความสามารถและประสิทธิภาพในการคั้นสูง บำรุงรักษาง่าย มีต้นทุนในการผลิตต่ำ และได้น้ำส้มที่ดีมีคุณภาพ เพื่อรองรับการขยายตัวของอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ของน้ำส้มที่กำลังขยายตัวเพิ่มขึ้นได้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การออกแบบเครื่องคั้นน้ำส้มอัตโนมัติต้นแบบ

การออกแบบเครื่องคั้นน้ำส้ม ใช้โปรแกรม SolidWorks ในการออกแบบโครงสร้างและชิ้นส่วนต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นโครงสร้างหลัก ระบบการคั้น ระบบการส่งกำลัง และระบบการลำเลียง เป็นต้น โดยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาศาสตร์ทางกายภาพของส้ม และการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาประกอบการออกแบบ และต้องออกแบบให้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดี (GMP) และการออกแบบตามหลักสุขอนามัย

2. การทดสอบการทำงานเครื่องคั้นน้ำส้มอัตโนมัติ

การทดสอบหาความสามารถในการทำงาน โดยการศึกษาอิทธิพลของความเร็วรอบของชุดคั้น 3 ระดับคือ 5, 10 และ 15 รอบต่อนาที ระยะห่างของชุดคั้น 3 ระดับคือ 2, 2.5 และ 3 มิลลิเมตร และขนาดผลส้ม 3 ขนาดคือ เบอร์ 2 (45-50 มิลลิเมตร) เบอร์ 3 (50-55 มิลลิเมตร) และเบอร์ 4 (55-60 มิลลิเมตร) ออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียลเต็มรูปแบบ การทดลองเป็นแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) 3 ซ้ำ ใช้ผลส้มครั้งละ 5 กิโลกรัม มีค่าชี้ผลคือ ความสามารถในการคั้นผลส้ม ความสามารถในการคั้นน้ำส้ม และประสิทธิภาพการคั้น

ผล

1. ผลการออกแบบเครื่องคั้นน้ำส้มอัตโนมัติต้นแบบ

การออกแบบประกอบไปด้วย การออกแบบโครงสร้างหลัก การออกแบบระบบการคั้น การออกแบบระบบการส่งกำลัง และการออกแบบระบบการลำเลียง ซึ่งมีผลการออกแบบในแต่ละส่วนดังนี้

การออกแบบโครงสร้างหลัก ใช้สแตนเลสกล่องขนาด 2x2 นิ้ว สแตนเลสฉากขนาด 1 นิ้ว แผ่นสแตนเลสขนาด 1.5 และ 2 มิลลิเมตร มาประกอบเป็นโครงเครื่องโดยเน้นความกะทัดรัดและสะดวกในการทำงาน โดยโครงสร้างนี้ ทำหน้าที่รองรับชิ้นส่วนและอุปกรณ์ทั้งหมดของเครื่อง ดังแสดงใน Figure 1 (a)

การออกแบบระบบการคั้น จะเน้นถึงความสะดวกในการสร้าง การใช้งาน และความง่ายต่อการทำความสะอาด โดยที่ระบบการคั้นนั้นประกอบด้วยชุดคั้นน้ำส้มแบบโรตารีมีหัวคั้นทั้งหมด 4 ชุด ชุดละ 3 หัวคั้น รวมเป็น 12 หัวคั้น ชุดคั้นส่วนบนทำหน้าที่จับผลส้มสำหรับผ่าส้มเป็น 2 ซีกและประคองให้ส้มทั้ง 2 ซีกสามารถอยู่ในแนวที่จะทำการคั้นได้ ส่วนชุดคั้นส่วนล่างจะทำหน้าที่บีบอัด คั้นเอาน้ำส้ม โดยเพลลาและก้านปรับระดับจะทำมาจากสแตนเลส ส่วนลูกคั้นจะทำมาจากพลาสติกซูปเปอร์ริ่งลิ่งขึ้นรูป ดังแสดงใน Figure 1 (b)

การออกแบบระบบการส่งกำลัง ประกอบไปด้วย มอเตอร์ เพื่องทรอป เพ็องเกียร์ เพ็องดอกจอก แบริง ไซ้และสเตอร์ การส่งกำลังจะถูกส่งไป 2 ทาง คือส่งไปยังชุดคั้นซึ่งใช้เพ็องเกียร์เป็นอุปกรณ์ส่งกำลัง และอีกทางจะถูกส่งไปยังระบบลำเลียงส้มซึ่งใช้เพ็องดอกจอกและไซ้เป็นอุปกรณ์ส่งกำลัง ดังแสดงใน Figure 1 (c) โดยระบบการส่งกำลังทั้งหมดจะถูกกั้นด้วยแผ่นสแตนเลสและซีลยาง เพื่อกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนจากสารหล่อลื่นและสนิม เนื่องจากอุปกรณ์บางชิ้นเช่น มอเตอร์และเพ็องทรอป ยังสร้างมาจากวัสดุที่ทำให้เกิดสนิมได้ แต่อย่างไรก็ตามสารหล่อลื่นที่ใช้นั้นก็จะเป็นชนิด Food Grade

การออกแบบระบบการลำเลียง ซึ่งทำหน้าที่ในการลำเลียงผลส้มจากตะกร้าเก็บส้มมายังชุดคั้น โดยมีลูกกลิ้งลำเลียงส้ม จำนวน 5 ชุด ทำหน้าที่หมุนกลิ้งผลส้มและส่งผลส้มไปยังชุดคั้น ดังแสดงใน Figure 1 (c)

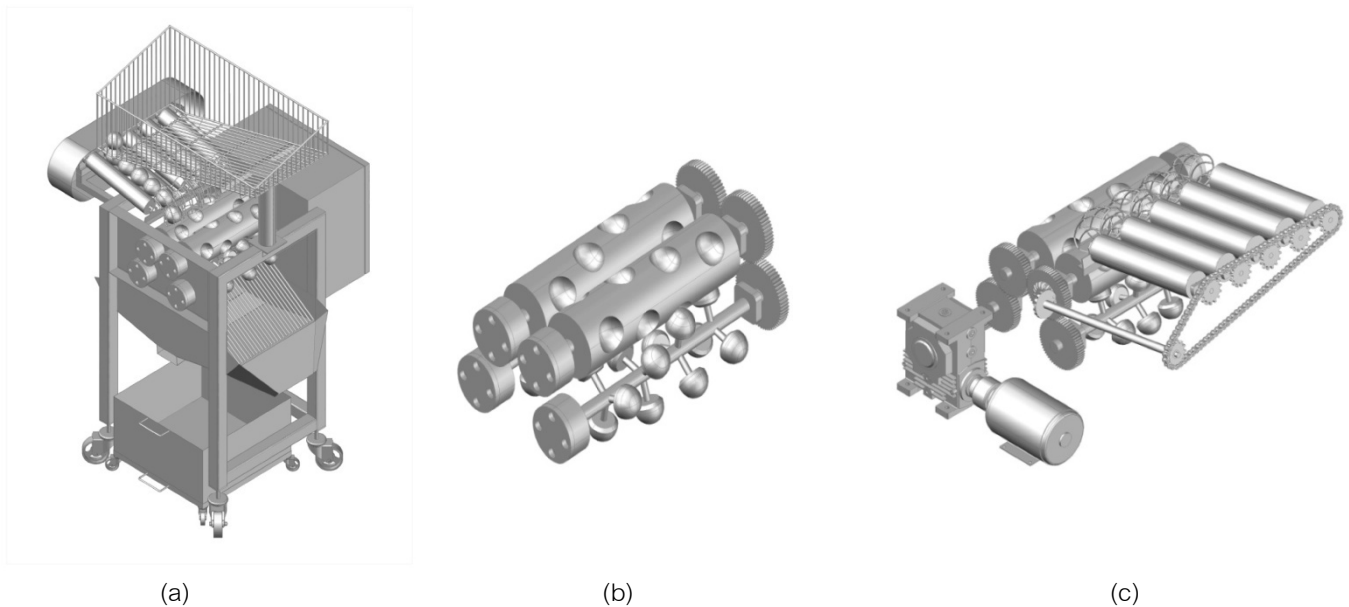


Figure 1 (a) Automatic multi-rotary orange juice squeezing machine (b) Multi-rotary orange juice squeezer and (c) Transmission system

2. ผลการทดสอบการทำงานเครื่องคั้นน้ำส้มอัตโนมัติ

จากการทดสอบการทำงานเครื่องคั้นน้ำส้มอัตโนมัติทำให้ได้ค่าชี้ผลคือ ความสามารถในการคั้นผลส้ม ความสามารถในการคั้นน้ำส้ม และประสิทธิภาพการคั้น ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Performances of orange juice squeezer at different rotating speeds of juice squeezer, clearances and orange sizes.

Independent	Dependent		
	Capacity on orange fruit squeezing (kg/hr)	Capacity on orange juice extracted (kg/hr)	Efficiency (%)
Clearances (mm)	3	598.73 ^a	270.23 ^a
	2.5	601.52 ^b	270.41 ^a
	2	606.05 ^c	273.30 ^b
Rotational speeds (rpm)	5	302.58 ^a	136.30 ^a
	10	603.46 ^b	271.17 ^b
	15	900.26 ^c	406.36 ^c
Size ranges (No.)	2	483.34 ^a	217.86 ^a
	3	602.44 ^b	271.28 ^b
	4	720.52 ^c	324.70 ^c

Means within a column in each independent variable with the same letter are not significantly different ($p < 0.05$) by Duncan

วิจารณ์ผล

จากการออกแบบทำให้ได้เครื่องคั้นน้ำส้มที่สามารถทำงานได้อัตโนมัติ โดยมีอุปกรณ์สำหรับลำเลียงผลส้ม จับผลส้มผ่าผลส้ม และบีบคั้นน้ำส้มภายในเครื่องเดียว และสามารถใช้งานได้อย่างถูกต้องตามหลัก GMP และตามหลักสุขอนามัย

จากการทดสอบการทำงานจะเห็นว่าเมื่อลดระยะทางชุดคั้นลงจะทำให้ความสามารถในการคั้นผลส้มและน้ำส้มมีค่ามากขึ้น เนื่องจากชุดคั้นมีระยะในการกดมากขึ้น ซึ่งทำให้สามารถรีดเอาน้ำส้มออกจากเปลือกส้มได้มากขึ้น ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพในการคั้นมีค่ามากขึ้นตามไปด้วย และเมื่อทำการเพิ่มความเร็วยรอบสูงขึ้นจะทำให้ความสามารถในการคั้นผลส้มและน้ำส้มมีค่ามากขึ้น เนื่องจากชุดคั้นสามารถคั้นได้เร็วขึ้น แต่จะทำให้ประสิทธิภาพในการคั้นมีค่าลดลง ซึ่งเกิดจากชุดคั้นมีเวลาในการรีดเอาน้ำส้มออกจากเปลือกน้อยลง จึงทำให้มีน้ำส้มค้างอยู่ในเปลือกเพิ่มขึ้น และเมื่อเปลี่ยนขนาดผลส้มให้มีขนาดใหญ่ขึ้น จะทำให้ความสามารถในการคั้นผลส้มและน้ำส้มมีค่ามากขึ้น เนื่องจากส้มผลใหญ่จะมีน้ำหนักมาก ส่วนประสิทธิภาพในการคั้นนั้น สัมเบอร์ 3 จะให้ประสิทธิภาพในการคั้นสูงสุด

สรุป

การใช้งานเครื่องคั้นน้ำส้มที่เหมาะสมควรจะใช้ระยะทางชุดคั้น 2 มิลลิเมตร เนื่องจากให้ประสิทธิภาพในการคั้นสูงสุด คือ 96.43 เปอร์เซ็นต์ ใช้ความเร็วรอบ 10 รอบต่อนาที เนื่องจากให้ความสามารถในการคั้นผลส้มและน้ำส้มคือ 603.46 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และ 271.17 กิโลกรัมต่อชั่วโมงตามลำดับ และให้ประสิทธิภาพในการคั้นสูงสุด คือ 95.10 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญ และใช้ขนาดผลส้มเบอร์ 3 เนื่องจากให้ความสามารถในการคั้นผลส้มและน้ำส้มคือ 602.44 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และ 271.28 กิโลกรัมต่อชั่วโมงตามลำดับ และให้ประสิทธิภาพในการคั้นสูงสุด คือ 95.46 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร และมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่สนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ในการทำงานวิจัยและขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำ ให้ความรู้และให้ความช่วยเหลือต่างๆ

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2549. **พืชเศรษฐกิจที่สำคัญ**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.doae.go.th>

เสมอขวัญ. ดันติกุล. 2550. การออกแบบ สร้างและประเมินผลเครื่องคั้นน้ำส้มแบบจานหมุน. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้.