

การออกแบบและสร้างเครื่องอัดก้อนปลาส้ม

Design and Construction of Cubing Fermented Fish (Pla-Som) Pressure Machine

พิศาล หมั่นแก้ว^{1*}, จีระศักดิ์ แก้วนิคม¹, เจนจิรา สังข์หมื่นนา¹, ประสิทธิ์ แตนกระโทก¹

Pisal Muenkaew^{1*}, Jeerasak Kaewnikhom¹, Jenjira Sangmuenna¹, Prasit Dankratok¹

¹สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น, ขอนแก่น, 40000

¹Department of Agricultural Machinery Engineering Faculty of Engineering Rajamangala University of Technology Isan, KhonKaen Campus, KhonKaen, 40000, Thailand

*Corresponding author: Tel: +66-8-9186-0546, 043-283700-2, Fax: 043-283700-2, E-mail: pisal_pum@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อออกแบบและสร้างเครื่องอัดก้อนปลาส้ม ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของเนื้อปลาส้มและก้อนปลาส้มในท้องตลาด ณ บ้านท่าลาด ตำบลหนองเรือ อำเภอนโนนสัง จังหวัดหนองบัวลำภู พบว่าก้อนปลาส้มมีเส้นผ่าศูนย์กลางและความหนาเฉลี่ย 40.54 และ 8.90 มิลลิเมตร ตามลำดับ น้ำหนักเฉลี่ย 28 กรัม การออกแบบและสร้างเครื่องอัดปลาส้ม ซึ่งแบ่งการออกแบบเป็น 5 ชุดส่วน ผลการทดสอบ พบว่าการทำงานที่เหมาะสมคือความเร็วรอบการอัด 4 รอบต่อนาที ช่องป้อนเปิด 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอัตราการป้อน 6,195 กรัมต่อชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับการทำงานระหว่างเครื่องอัดปลาส้มและการใช้แรงงานคนปั้นก้อนปลาส้ม พบว่าเครื่องอัดปลาส้มสามารถลดจำนวนแรงงานลง 7 คน จาก 9 คน มีความสามารถในการอัดก้อนปลาส้ม 4,273 ก้อนต่อวัน ซึ่งสามารถเพิ่มผลผลิตสูงกว่าแรงงานคน 50 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: เครื่องอัดก้อนปลาส้ม, ปลาส้ม, ก้อนปลาส้ม

Abstract

Aims of research study to design and construction of cubing fermented fish (Pla-som) pressure machine. The result of the characteristics of a cubing fermented fish (Pla-som) in the market at Ban-Thalad Tambon-Nongrue Amphur-Nonesoong Nonglualumphoo-Province. It was found that the cubing fermented fish (Pla-som) average diameter, thickness, and weight of 40.54 mm, 8.90 mm. and 28 g., respectively. The design and construction of cubing fermented fish (Pla-som) compressing machine this research contain 5 main parts. The result found that the speed compressing to appropriate of 4 rpm. , Feeder opens 50% which has feed rate 6,195 gph. Compare with the compressing machine and human labor mold. It was found that the pressure machine can use decrease human labor 7 from 9 peoples, which it have the ability of compressing to 4,273 pieces/day and increase the production of higher 50 percent.

Keywords: cubing fermented fish (Pla-som) pressure machine, Fermented fish (Pla-som), cubing fermented fish (Pla-som)

1. บทนำ

ในอดีตเกษตรกรบ้านท่าลาด ตำบลหนองเรือ อำเภอโนนสัง จังหวัดหนองบัวลำภู ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม แต่ประสบปัญหาอุทกภัยอยู่บ่อยครั้ง เนื่องจากภูมิประเทศของหมู่บ้านเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำเชื่อมอุบลรัตน์ ทำให้พืชผลทางการเกษตรได้รับความเสียหายเป็นประจำ ชาวบ้านจึงได้หันมาประกอบอาชีพด้านประมงเป็นอาชีพหลัก โดยการจับปลาในเขื่อนอุบลรัตน์ และทำการแปรรูปปลาที่ได้เป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ปลาแดดเดียว แล้ปลาสวย ปลาต้มตัว ปลาต้มก้อน หม้าปลา หม้าไข่ปลา และปลาต้มก้อน ซึ่งปลาต้มก้อนเป็นที่ต้องการของตลาดเป็นอย่างมาก ในปัจจุบันเกษตรกรบ้านท่าลาดได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปปลาและได้จัดตั้งกลุ่มเกษตรกรขึ้น โดยใช้ชื่อว่ากลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านท่าลาด มีสมาชิกจำนวนทั้งหมด 19 คน โดยมี นางใบแบง พรหมราช เป็นประธานกลุ่ม

การศึกษาเบื้องต้นในกระบวนการผลิตปลาต้มก้อนพบว่ากลุ่มแม่บ้านเกษตรกร ใช้วิธีการทำปลาต้มแบบใช้มือปั้นครั้งละก้อน โดยมีอัตราการผลิต 2,094 ก้อนต่อวัน หรือ 262 แพ็คต่อวัน สร้างรายได้กว่า 13,100 บาทต่อวัน(ใบแบง, 2560) แต่กระนั้น ปริมาณการผลิตยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า ที่ต้องการสินค้ามากกว่า 300 แพ็คต่อวัน และหากเป็นช่วงเทศกาล เช่น เทศกาลปีใหม่ และเทศกาลสงกรานต์ จะมีจำนวนการสั่งซื้อจากลูกค้าหรือพ่อค้าคนกลางมากกว่า 500 แพ็คต่อวัน ส่งผลให้ไม่สามารถผลิตได้ตามจำนวนที่ต้องการของลูกค้า

เมื่อทำการศึกษาข้อมูล ยังไม่พบอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่ใช้ในการแปรรูปปลาต้ม จากปัญหาดังที่กล่าวมาในข้างต้น ผู้จัดทำจึงได้มีแนวคิดในการออกแบบและสร้างเครื่องอัดปลาต้ม เพื่อเพิ่มอัตราการผลิต และช่วยลดเวลาในการปั้นก้อนปลาต้ม และสร้างรายได้ให้กลุ่มแม่บ้านผลิตปลาต้มได้มากขึ้น

1. อุปกรณ์และวิธีการ

เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องอัดก้อนปลาต้ม ได้แบ่งวิธีการศึกษาออกเป็น 3 ส่วน คือ 1.การศึกษาทางกายภาพของก้อนปลาต้ม และการทำงานของเกษตรกรเบื้องต้น 2.ออกแบบและสร้างเครื่องอัดก้อนปลาต้ม 3.ทดสอบประเมินผลการการทำงานของเครื่องอัดก้อนปลาต้ม ดังรายละเอียดดังรูปที่ 1



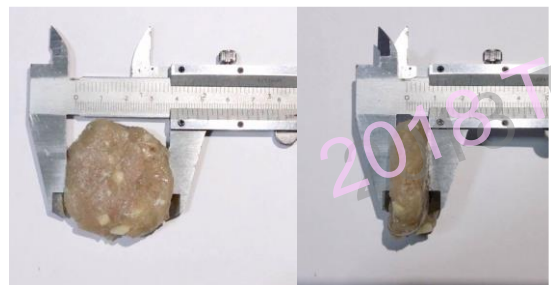
รูปที่ 1 วิธีการดำเนินงาน

1.1. การศึกษาทางกายภาพของก้อนปลาต้ม และการทำงานของเกษตรกรเบื้องต้น

ในขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาเบื้องต้นเพื่อกำหนดเกณฑ์การออกแบบและสร้างเครื่องอัดปลาต้ม โดยทำการศึกษา 1.ส่วนผสมของปลาต้มก้อน 2.ศึกษาขนาดปลาต้มก้อนในท้องตลาด 3.ศึกษาการทำงานของเกษตรกร โดยมีวิธีการดังนี้

1. การศึกษาส่วนผสมของปลาต้มก้อน ในขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาเพื่อให้ได้เนื้อปลาต้มที่มีคุณภาพและมีรสชาติที่อร่อย เนื่องจากวัตถุดิบและส่วนผสมของเนื้อปลาต้ม มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหลังจากผ่านการอัดขึ้นรูป โดยศึกษาจากกลุ่มเกษตรกร

2. การศึกษาขนาดปลาต้มก้อนในท้องตลาด ทำการศึกษาการก้อนปลาต้มที่ได้จากการปั้นของเกษตรกร โดยการสุ่มวัดผลขนาดก้อนปลาต้ม โดยพิจารณาจากเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย และความหนาของก้อนปลาต้ม ดังรูปที่ 2 เพื่อนำข้อมูลที่ได้ในเบื้องต้นไปเป็นข้อมูลในการออกแบบและสร้างชุดแม่พิมพ์



รูปที่ 2 การวัดขนาดก้อนปลาต้ม

3. ศึกษาการทำงานของเกษตรกร ในการปั้นก้อนปลาต้มด้วยมือ ในขั้นตอนนี้ศึกษาข้อมูลการทำงานของเกษตรกร ดังรูปที่ 3

การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 19 วันที่ 26-27 เมษายน 2561

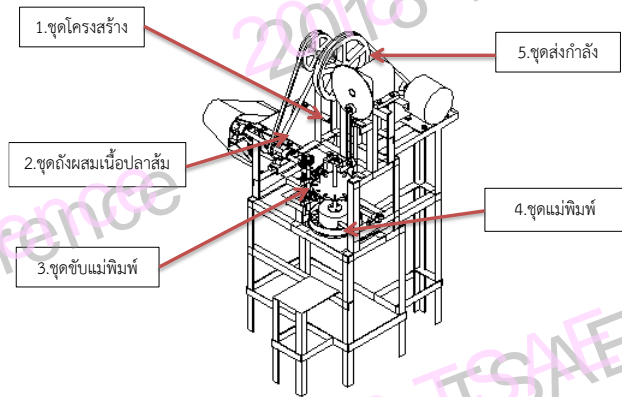
เพื่อหาอัตราการทำงานของคน เพื่อนำข้อมูลไปใช้สำหรับเปรียบเทียบอัตราการทำงานด้วยคนกับเครื่องอัดก้อนพลาสติก



รูปที่ 3 ซ้าย: การทำงานของเกษตรกร
ขวา: ผลิตภัณฑ์พลาสติกก้อน

1.2. การออกแบบและสร้างเครื่องอัดก้อนพลาสติก

เกณฑ์ในการออกแบบและสร้างเครื่องอัดก้อนพลาสติก ได้พิจารณาการออกแบบจากการศึกษาในหัวข้อที่ 2.1 โดยทำการออกแบบและสร้างเครื่องอัดก้อนพลาสติกให้มีส่วนประกอบหลัก 5 ชุด ดังนี้ 1.ชุดโครงสร้างเครื่อง 2.ชุดถังผสมเนื้อพลาสติก 3.ชุดขับแม่พิมพ์ 4.ชุดแม่พิมพ์ และ 5.ชุดส่งกำลัง ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แบบเครื่องอัดก้อนพลาสติก

1.3. วิธีการดำเนินการทดสอบ

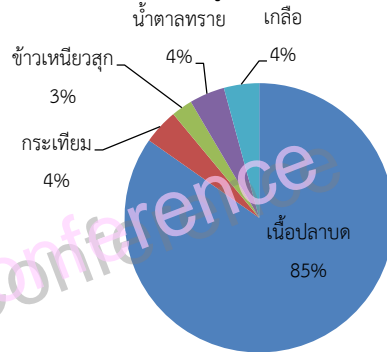
การทดสอบการทำงานของเครื่องอัดก้อนพลาสติก โดยทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อการอัดคือ อัตราการป้อนเนื้อพลาสติก และความเร็วยรอบการอัดพลาสติกก้อนของแม่พิมพ์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) เตรียมวัตถุดิบเนื้อพลาสติกที่พร้อมสำหรับการอัด จำนวน 3 กิโลกรัม ใส่ลงในถังผสมเตรียมสำหรับการอัดก้อน
- 2) เปิดระบบการทำงานของเครื่องฯ โดยปล่อยให้เครื่องทำงานปกติ 2 นาที ก่อนทำการเก็บข้อมูล
- 3) ปรับตั้งความเร็วรอบชุดขับแม่พิมพ์ในการทดสอบ โดยใช้เครื่องปรับความเร็วรอบที่ระดับความเร็วรอบ 3 4 และ 5 รอบต่อนาที
- 4) ทำการทดสอบโดยเปิดช่องป้อน 25 50 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จากนั้นปล่อยให้เนื้อพลาสติกไหลลงมายังภาชนะรองรับที่ด้านล่าง โดยทำการทดสอบจำนวน 3 ซ้ำต่อหน่วยการทดสอบ
- 5) บันทึกผลการทดสอบ
- 6) วิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบ

2. ผลและวิจารณ์

3.1 ผลการศึกษาทางกายภาพของก้อนพลาสติก และการทำงานของเกษตรกรเบื้องต้น

ผลการศึกษาวัตถุดิบและส่วนผสมของเนื้อพลาสติกประกอบไปด้วย 1. เนื้อปลาสดเท่ากับ 85% 2. กระเทียมเท่ากับ 4% 3. ข้าวเหนียวสุกเท่ากับ 3% 4. น้ำตาลทรายเท่ากับ 4%. และ 5. เกลือเท่ากับ 4% ตามลำดับ ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ส่วนผสมพลาสติกก้อน

ผลการศึกษานาตรูปร่างของก้อนพลาสติก พบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ 40.02 มิลลิเมตร และความหนาเฉลี่ยเท่ากับ 8.90 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 1 โดยการสู่วัดก้อนพลาสติก 10 ก้อน จากตัวอย่างทั้งหมด 80 ก้อน

ตารางที่ 1 ผลการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง และความหนาของพลาสติกก้อนในท้องตลาด

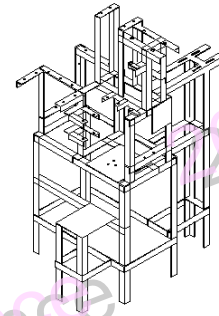
| ก้อนที่ | ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) | ความหนา (มิลลิเมตร) |
|-----------|-----------------------------------|---------------------|
| 1 | 36.73 | 8.25 |
| 2 | 40.29 | 7.10 |
| 3 | 41.28 | 9.84 |
| 4 | 40.13 | 10.15 |
| 5 | 40.22 | 7.88 |
| 6 | 39.68 | 9.44 |
| 7 | 40.61 | 8.45 |
| 8 | 39.84 | 8.50 |
| 9 | 40.00 | 9.56 |
| 10 | 41.45 | 9.85 |
| ค่าเฉลี่ย | 40.02 | 8.90 |

ผลทดสอบการทำงานของเกษตรกร ในการปั้นก้อนพลาสติกด้วยมือ ดังรูปที่ 6 พบว่า จำนวนผู้ปฏิบัติงานในการปั้นก้อนพลาสติกในการทดสอบจำนวน 9 คน ทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน สามารถผลิตก้อนพลาสติก รวมทั้งสิ้นเท่ากับ 2,094 ก้อนต่อวัน หรือเท่ากับ 262 แท้ต่อวัน ดังตารางที่ 2



รูปที่ 6 ก้อนพลาสติกที่ได้จากแรงงานคนปั้นด้วยมือ

160 เซนติเมตร โครงสร้างสามารถรับน้ำหนักชุดถังผสมเนื้อปลา สัม น้ำหนักเนื้อปลา สัม ชุดขับแม่พิมพ์ ชุดแม่พิมพ์และชุดส่งกำลัง ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ชุดโครงสร้างเครื่องอัดก้อนพลาสติก

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการทำงานของเกษตรกร ในการปั้น ก้อนพลาสติกด้วยมือ

| คนที่ | อัตราการทำงาน (ก้อนต่อวัน) | จำนวนแพ็ค (แพ็คต่อวัน) |
|-------------|----------------------------|------------------------|
| 1 | 260 | 33 |
| 2 | 210 | 26 |
| 3 | 230 | 29 |
| 4 | 250 | 31 |
| 5 | 225 | 28 |
| 6 | 212 | 27 |
| 7 | 230 | 29 |
| 8 | 258 | 32 |
| 9 | 219 | 27 |
| รวมทั้งสิ้น | 2,094 | 262 |

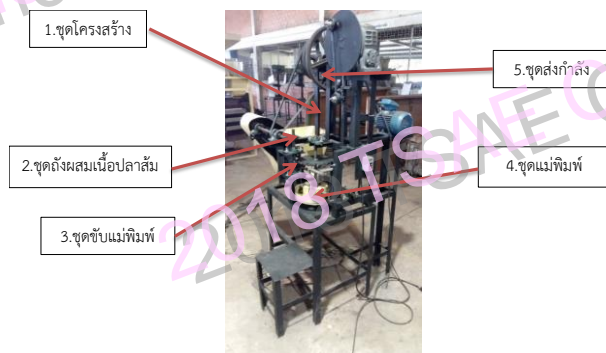
*หมายเหตุ

เวลาในการทำงาน 08.00 น. - 17.00 น. เวลาพักช่วงเช้า 10.00 น. - 10.15 น.
เวลาพักกลางวัน 12.00 น. - 13.00 น. และเวลาพักช่วงบ่าย 15.00 น. - 15.15 น.

การออกแบบและสร้างชุดถังบรรจุเนื้อปลา สัม ส่วนประกอบทั้งหมดของถังผสมเนื้อปลา สัมทำจากสแตนเลส 304 ตัวถังผสม มีความกว้าง 320 มิลลิเมตร ความยาว 300 มิลลิเมตร ความสูง 300 มิลลิเมตร เกลียวผสมเนื้อปลา สัม มี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 140 มิลลิเมตร ความยาว 286 มิลลิเมตร และเชื่อมติดกับเพลลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 19 มิลลิเมตร ความยาว 493 มิลลิเมตร ล้อควบคุมการอัตราการป้อนเนื้อปลา สัมทำจากสแตนเลส 304 แผ่นเรียบหนา 3 มิลลิเมตร มีความ กว้าง 60 มิลลิเมตร ความยาว 200 มิลลิเมตร ความสูง 20 มิลลิเมตร และช่องป้อนมีความกว้าง 55 มิลลิเมตร ความยาว 55 มิลลิเมตร และความสูง 3 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 9

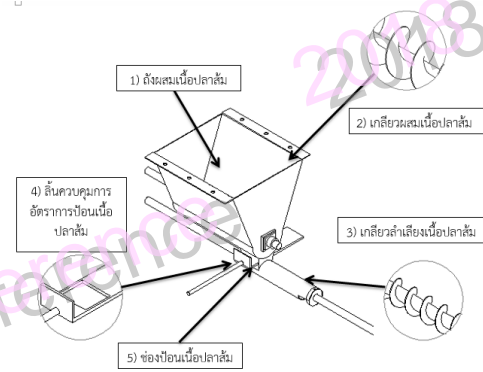
3.2 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องอัดก้อนพลาสติก

จากการศึกษาลักษณะโดยทั่วไปของเนื้อปลา สัมเพื่อนำมาเป็น แนวทางการออกแบบและสร้างเครื่องอัดก้อนพลาสติก ซึ่งแบ่งการ ออกแบบเป็น 5 ส่วน คือ 1. ชุดโครงสร้าง 2. ชุดถังบรรจุเนื้อปลา สัม 3. ชุดขับแม่พิมพ์ 4. ชุดแม่พิมพ์และตัวอัดแม่พิมพ์ 5. ชุดส่ง กำลัง ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 เครื่องอัดพลาสติก

ชุดโครงสร้างเครื่องอัดก้อนพลาสติก ทำจากเหล็กฉาก ขนาด 2 นิ้ว หนา 3 มิลลิเมตร โดยจะออกแบบเพื่อให้โครงสร้างมี ความกว้าง 95 เซนติเมตร ความยาว 70 เซนติเมตร และความสูง

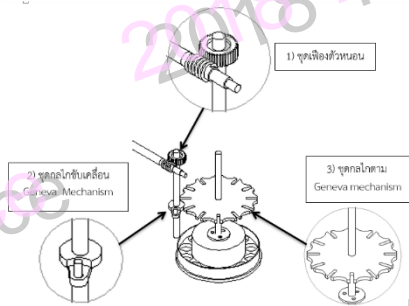


รูปที่ 9 ชุดถังผสมเนื้อปลา สัม

การออกแบบและสร้างชุดขับแม่พิมพ์เป็นการ ประยุกต์ใช้กลไก Geneva mechanism เนื่องจากต้องการการ ทำงานเป็นจังหวะในการขับเคลื่อนชุดแม่พิมพ์ให้เคลื่อนที่ ประกอบไปด้วย 1) ชุดเฟืองตัวหนอน อัตราทด 1:40ประกอบด้วย เฟืองขับจำนวนฟัน 4 ฟัน และเฟืองตามจำนวนฟัน 40 ฟัน 2) ชุดกลไกขับเคลื่อน Geneva mechanism สร้างจากเหล็กแผ่น เรียบหนา 10 มิลลิเมตร มีความกว้าง 50 มิลลิเมตร ความยาว 70 มิลลิเมตร ความสูง 20 มิลลิเมตร เชื่อมติดกับเหล็กเพลลาหัวมี

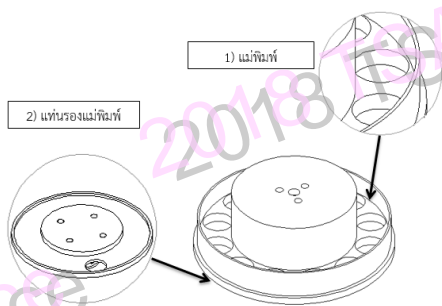
การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 19 วันที่ 26-27 เมษายน 2561

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 19 มิลลิเมตร ความยาว 320 มิลลิเมตร 3) ชุดกลไกตาม Geneva mechanism. ทำจากเหล็กแผ่นเรียบหนา 10 มิลลิเมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 240 มิลลิเมตร ความสูง 10 มิลลิเมตร เชื่อมติดกับเหล็กเพลาลูกข่างมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 19 มิลลิเมตร ความยาว 397 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 ชุดตัวขับเคลื่อนแม่พิมพ์

การออกแบบและสร้างชุดแม่พิมพ์ แม่พิมพ์สร้างจากสแตนเลส 304 แผ่นเรียบหนา 10 มิลลิเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 255 มิลลิเมตร และความสูง 80 มิลลิเมตร แม่พิมพ์มีทั้งหมด 12 รู เส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร และความสูง 10 มิลลิเมตร แท่นรองแม่พิมพ์ มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 265 มิลลิเมตร และความสูง 70 มิลลิเมตร และมีช่องทางออกของก้อนพลาสติกขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร และความสูง 5 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 ชุดแม่พิมพ์

ผลการออกแบบและสร้างชุดส่งกำลังของเครื่องอัดก้อนพลาสติก โดยใช้ล้อขับเคลื่อนสายพาน 2 นิ้ว ใช้สายพานร่อง B เบอร์ 72 จากต้นกำลังมอเตอร์ขนาด 1.5 แรงม้า ส่งกำลังไปยังเพลาลูกข่าง โดยล้อขับเคลื่อนสายพาน 14 นิ้ว ที่ติดกับเฟืองทดรอบ และติดกับล้อขับเคลื่อนสายพาน 10 นิ้ว ใช้สายพานร่อง B เบอร์ 63 ส่งกำลังมายังล้อขับเคลื่อนสายพาน 2.5 นิ้ว ที่เชื่อมติดกับชุดเฟืองตัวหนอนและส่งกำลังมายังชุดขับเคลื่อนแม่พิมพ์และชุดถังบรรจุเนื้อพลาสติก

3.3 ผลการทดสอบและประเมินเครื่องอัดก้อนพลาสติก

ผลการทดสอบและประเมินเครื่องอัดก้อนพลาสติก พบว่า

2.1.1.1.1.1.1. ที่ระดับความเร็วรอบชุดขับเคลื่อนแม่พิมพ์ 3 รอบต่อนาที เปิดช่องป้อน 25 50 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีอัตรา

การป้อนพลาสติกเท่ากับ 12 59 155 และ 588 กรัมต่อนาที ตามลำดับ ดังรูปที่ 12 ก.

2.1.1.1.1.1.2. ที่ระดับความเร็วรอบชุดขับเคลื่อนแม่พิมพ์ 4 รอบต่อนาที เปิดช่องป้อน 25 50 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีอัตรา การป้อนพลาสติกเท่ากับ 39 103 264 และ 819 กรัมต่อนาที ตามลำดับ ดังรูปที่ 12 ข.

2.1.1.1.1.1.3. ที่ระดับความเร็วรอบชุดขับเคลื่อนแม่พิมพ์ 5 รอบต่อนาที เปิดช่องป้อน 25 50 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีอัตรา การป้อนพลาสติกเท่ากับ 101 191 499 และ 1,138 กรัมต่อนาที ตามลำดับ ดังรูปที่ 12 ค.



รูปที่ 12 พลาสติกที่ได้จากการอัดก้อนด้วยเครื่อง

- ก. ความเร็วรอบชุดขับเคลื่อนแม่พิมพ์ 3 รอบต่อนาที
- ข. ความเร็วรอบชุดขับเคลื่อนแม่พิมพ์ 4 รอบต่อนาที
- ค. ความเร็วรอบชุดขับเคลื่อนแม่พิมพ์ 5 รอบต่อนาที

จากรูปจะเห็นได้ว่าเมื่อทำการทดสอบที่ความเร็วรอบชุดขับเคลื่อนแม่พิมพ์ 3 4 และ 5 รอบต่อนาที พบว่ารูปร่างก้อนพลาสติกที่ทำการอัดก้อนพลาสติกที่มีความสมบูรณ์ใกล้เคียงกับการใช้คนปั้นที่ความเร็วรอบชุดขับเคลื่อนแม่พิมพ์ 4 รอบต่อนาที เปิดช่องป้อน 50 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดสอบเปรียบเทียบระหว่าง ใช้แรงงานคนปั้นก้อนพลาสติกและใช้เครื่องอัดก้อนพลาสติกที่ความเร็วรอบชุดขับเคลื่อนแม่พิมพ์ 4 รอบต่อนาที พบว่าแรงงานคนในการปั้นก้อนพลาสติกปฏิบัติงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน ใช้แรงงานคนปั้นจำนวน 9 คน สามารถผลิตก้อนพลาสติกได้ 2,094 ก้อนต่อวัน และเมื่อใช้เครื่องในการอัดก้อนพลาสติก ปฏิบัติงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน ใช้แรงงานคนควบคุมเพียง 2 คน สามารถผลิตก้อนพลาสติกได้ 4,273 ก้อนต่อวัน

3. สรุป

ผลการออกแบบและสร้างเครื่องอัดก้อนพลาสติก มีส่วนประกอบหลักคือ 1. ชุดโครงสร้าง 2. ชุดถังผสมเนื้อพลาสติก 3. ชุดขับเคลื่อนแม่พิมพ์ 4. ชุดแม่พิมพ์ และ 5. ชุดส่งกำลัง ผลการหาอัตราการป้อนที่เหมาะสมอยู่ที่ระดับความเร็วรอบ 4 รอบต่อนาที ที่ระดับช่องป้อนเปิด 50 เปอร์เซ็นต์ การทดสอบเปรียบเทียบระหว่าง ใช้แรงงานคนปั้นก้อนพลาสติกและใช้เครื่องอัดก้อนพลาสติกที่ความเร็วรอบชุดขับเคลื่อนแม่พิมพ์ 4 รอบต่อนาที พบว่าเครื่องอัดก้อนพลาสติกสามารถลดจำนวนแรงงานลง 7 คน จาก 9 คน มี

ความสามารถในการอัดก้อนปลาต้ม 4,273 ก้อนต่อวัน ซึ่งสามารถเพิ่มผลการผลิตสูงกว่าแรงงานคน 50 เปอร์เซ็นต์

4. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น และขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำงานวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

5. เอกสารอ้างอิง

คณิต วิจิตพันธ์ุ และคณะ. 2550. การศึกษาวิธีการเก็บรักษาและการบรรจุปลาต้มเพื่อขยายเวลาในการเก็บและคงคุณลักษณะปลาต้มคุณภาพสูง..วิทยานิพนธ์..ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพมหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ใบแจ้ง พรหมราช. 16 มกราคม 2560. ประธานกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านท่าลาด. สัมภาษณ์.

มาโนชญ์ สุธีพัฒนานนท์. 2548. “ปลาต้มสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน.” นานาสัตว์น้ำ.

ศิริลักษณ์ พานโคกสูง, อาทิตย์ แสงงาม, วสันต์ มโนจันทร์, ปิยพงษ์ ศรีดารา และกมลรัตน์ คำเพ็ชรดี. 2554. “การพัฒนาเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดแบบกึ่งอัตโนมัติต้นแบบเพื่อชุมชน.” การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย. 2554 ตุลาคม: AMM 91.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2557. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลาต้ม. แหล่งข้อมูล: [http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps002657\(ปลาต้ม\).pdf](http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps002657(ปลาต้ม).pdf). (18 เมษายน 2558).

รูปแบบใบกะเทาะและความเร็วลูกกะเทาะที่มีผลต่อสมรรถนะการทำงานของเครื่องกะเทาะเมล็ดถั่วดาวอินคา Types of Shelling Cylinder Speed Affecting Capacity of Sacha Inchi Shelling Machine

วารีย์ ศรีสอน^{1*}, การ์ณย์ ทอมชาติ¹, ยงยุทธ เสียงตั้ง¹, ทายาวีร์ หนูบุญ¹
Waree Srison^{1*}, Karan Homchat¹, Yongyuth Sangdang¹, Thayawee Nuboon¹

¹สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา 30000

¹Department of Agricultural Machinery, Faculty of Engineering and Architecture Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, 30000, Thailand

*Corresponding author: Tel: +66-850065029, E-mail: s.waree1519@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการออกแบบเครื่องกะเทาะเมล็ดถั่วดาวอินคา โดยทำการศึกษาวัดผลที่ใช้ทำใบกะเทาะ 3 แบบคือ ใบกะเทาะแผ่นยาง ใบกะเทาะแผ่นไม้ และใบกะเทาะแผ่นเหล็ก นอกจากนี้ยังทำการศึกษาความเร็วของลูกกะเทาะ 3 ระดับคือ 2.6 3.9 และ 5.2 เมตรต่อวินาที (100 150 และ 200 รอบต่อนาที) พบว่า เครื่องกะเทาะเมล็ดถั่วดาวอินคาที่ใช้ใบกะเทาะทำจากแผ่นยางมีอัตราการทำงาน 7.79 ถึง 9.39 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย 6.33 ถึง 17.17 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณเมล็ดแตกหัก 1.23 ถึง 9.50 เปอร์เซ็นต์ เครื่องกะเทาะเมล็ดถั่วดาวอินคาที่ใช้ใบกะเทาะทำจากแผ่นไม้มีอัตราการทำงาน 7.41 ถึง 9.35 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย 6.87 ถึง 16.83 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณเมล็ดแตกหัก 1.50 ถึง 5.17 เปอร์เซ็นต์ และเครื่องกะเทาะเมล็ดถั่วดาวอินคาที่ใช้ใบกะเทาะทำจากแผ่นเหล็กมีอัตราการทำงาน 8.36 ถึง 8.71 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย 5.17 ถึง 14.23 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณเมล็ดแตกหัก 1.50 ถึง 10.50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสรุปได้ว่าวัสดุที่เหมาะสมสำหรับการใช้ออกแบบใบกะเทาะของเครื่องกะเทาะเมล็ดถั่วดาวอินคาคือ แผ่นเหล็ก เนื่องจากมีความทนทานและสามารถหาได้ง่าย โดยความเร็วที่เหมาะสมในการใช้งานเครื่องกะเทาะเมล็ดถั่วดาวอินคามีค่า 1.0 ถึง 1.5 เมตรต่อวินาที

คำสำคัญ: เครื่องกะเทาะ, ถั่วดาวอินคา, ความเร็วของลูกกะเทาะ

Abstract

The objective of this research was to study on design of Sacha Inchi shelling machine. The factors comprised three type of material of shelling cylinder (wood, rubber, and steel), and three levels of cylinder speed (2.6, 3.9, and 5.2 m s⁻¹). The results of this study indicated that the rubber cylinder of 7.79-9.39 kg h⁻¹ for feed rate, 6.33-17.17% for losses, and 1.23-9.50% for grain breakage. The wood cylinder of 7.41-9.35 kg h⁻¹ for feed rate, 6.87-16.83% for losses, and 1.50-5.17% for grain breakage. And the steel cylinder of 8.36-8.71 kg h⁻¹ for feed rate, 5.17-14.23% for losses, and 1.50-10.50% for grain breakage. The optimum material for design of shelling cylinder was steel because it is durable and available material, which should be of cylinder speed from 1.0-1.5 m s⁻¹.

Keywords: Sheller, Sacha Inchi, cylinder speed

1. บทนำ

ถั่วดาวอินคาจัดเป็นพืชน้ำมัน สามารถปลูกได้ในประเทศไทย เมล็ดถั่วดาวอินคานั้นมีปริมาณน้ำมัน 35-60% และ โปรตีน 27% (Yehuda et al., 1999) ซึ่งน้ำมันถั่วดาวอินคามีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของสมองในส่วนที่เกี่ยวข้องกับ ด้านการใส่ใจและความจำ (ชนกฤต, 2559) การปลูกให้ผลผลิตเร็ว ระยะเวลาการปลูกไม่เกิน 6 เดือนให้ผลผลิตได้ 15-50 ปี โดยไม่

ต้องปลูกซ้ำ (กรมชลประทาน, 2558) กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์จากถั่วดาวอินคาต้องกะเทาะเอาเมล็ดในสีช้าวออกมาจากเปลือก ซึ่งมี 3 ชั้น ได้แก่ เปลือกชั้นนอก เปลือกชั้นกลาง และเปลือกชั้นใน ซึ่งวิธีที่ใช้ในการกะเทาะเกษตรกรจะใช้ค้อนทุบเมล็ดที่ผ่านตากแดดจนแห้ง

แล้วให้เกิดการแตกข้าว แล้วทำการดึงหรือแกะเมล็ดในออกมา การกะเทาะแบบนี้จะได้คุณภาพเมล็ดสูงเนื่องจากเกิดการแตกหักน้อย แต่มีความสามารถในการทำงานต่ำประมาณ 10 กิโลกรัมเมล็ดในต่อวันต่อคน หรือประมาณ 1.5 กิโลกรัมเมล็ดในต่อชั่วโมง (สุพรรณ และคณะ, 2559)

จากการศึกษาข้อมูลจากเกษตรกรที่ปลูกข้าวอินคาในจังหวัดนครราชสีมา พบว่า ถั่วดาวอินคาที่มีการเพาะปลูกในอำเภอปากช่อง อำเภอปักธงชัย และอำเภอวังน้ำเขียว มีพื้นที่ในการเพาะปลูกประมาณ 500 ไร่ ได้ผลผลิตประมาณ 30-50 ตันต่อปี โดยผลผลิตที่ได้ส่วนใหญ่จะนำไปใช้ในการผลิตเป็นน้ำมันถั่วดาวอินคา ซึ่งในกระบวนการผลิตนั้น การกะเทาะเมล็ดในใช้เวลาค่อนข้างนานเนื่องจากใช้แรงงานคนในการกะเทาะและคัดแยกเมล็ด ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบเครื่องกะเทาะถั่วดาวอินคาสำหรับการผลิตในครัวเรือน โดยทำการทดสอบวัสดุที่ใช้ทำใบกะเทาะ และความเร็วของลูกกะเทาะที่เหมาะสม ซึ่งเป็นการช่วยเพิ่มความสามารถในการทำงาน และประหยัดค่าใช้จ่ายในกะเทาะเมล็ดถั่วดาวอินคา

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การศึกษาลักษณะทางกายภาพของถั่วดาวอินคา

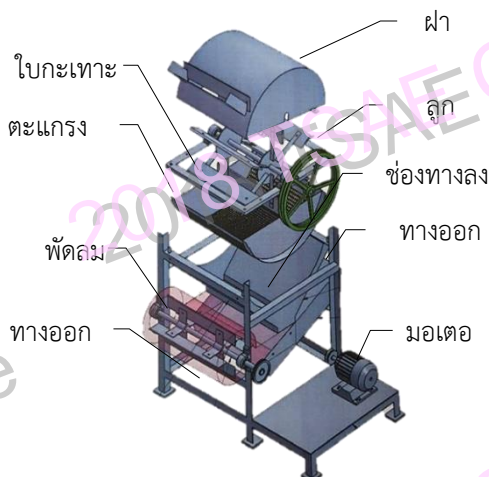
วัดขนาดความกว้าง ความยาว ความหนา และน้ำหนักต่อหน่วยของฝักและเมล็ดถั่วดาวอินคา อย่างละ 100 ตัวอย่าง

2.2 การศึกษาการกะเทาะถั่วดาวอินคาโดยใช้แรงงานคน

กะเทาะถั่วอินคาจำนวน 1 kg โดยใช้คนกะเทาะ 3 คน คนละ 3 ชั่วโมง ทำการจับเวลาในการกะเทาะ และชั่งน้ำหนักเมล็ดที่ถูกกะเทาะ

2.3 เครื่องกะเทาะถั่วดาวอินคา

เครื่องกะเทาะถั่วดาวอินคาที่ใช้ในการทดสอบมีส่วนประกอบหลักคือ ลูกกะเทาะขนาด 0.5 m ยาว 0.5 m มีใบกะเทาะกว้าง 0.1 m ยาว 0.5 m สามารถถอดประกอบได้ ตะแกรงกะเทาะเป็นตะแกรงลวดเหล็กรูสี่เหลี่ยมขนาดรู 20x20 mm และพัดลมทำ ความสะอาด (ภาพที่ 1) ซึ่งการทดสอบใช้ความเร็ว 5.8 m s⁻¹



ภาพที่ 1 เครื่องกะเทาะถั่วดาวอินคาที่ใช้ทดสอบ

2.4 วิธีการทดสอบเครื่องกะเทาะถั่วดาวอินคา

1) ปัจจัยที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่ วัสดุที่ใช้ทำใบกะเทาะ 3 วัสดุ คือ แผ่นเหล็ก แผ่นไม้ และแผ่นยาง และความเร็วของลูกกะเทาะ 3 ระดับคือ 100 150 และ 200 rpm (2.6 3.9 และ 5.2 m s⁻¹) แผนในการทดสอบแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งจะทำการทดลองทริตเมนต์ละ 3 ชั่วโมง

ตารางที่ 1 แผนการทดสอบเครื่องกะเทาะถั่วดาวอินคา

| วัสดุที่ใช้ทำลูกกะเทาะ | ความเร็วลูกกะเทาะ (rpm) |
|------------------------|-------------------------|
| แผ่นเหล็ก | 100 |
| | 150 |
| | 200 |
| แผ่นไม้ | 100 |
| | 150 |
| | 200 |
| แผ่นยาง | 100 |
| | 150 |
| | 200 |

2) การทดสอบทำการป้อนถั่วดาวอินคาครั้งละ 1 kg ในแต่ละชั่วโมงตามแผนการทดสอบ ทำการเก็บข้อมูลโดยชั่งน้ำหนักเมล็ดที่ไม่ถูกกะเทาะ (เมล็ดที่มีเปลือกชั้นนอกและเปลือกชั้นกลางหุ้มอยู่) เมล็ดที่ถูกกะเทาะ (เมล็ดที่มีเปลือกชั้นในหุ้มอยู่และเมล็ดใน) และเมล็ดแตกหัก ดังแสดงในภาพที่ 2ก ภาพที่ 2ข และภาพที่ 2ค



ภาพที่ 2ก เมล็ดที่ไม่ถูกกะเทาะ



ภาพที่ 2ข เมล็ดที่ถูกกะเทาะ



ภาพที่ 2ค เมล็ดแตกหัก

3) วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสามารถในการทำงาน เปรียบเทียบความสูญเสีย และเปอร์เซ็นต์เมล็ดแตกหัก ดังสมการต่อไปนี้

การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 19 วันที่ 26-27 เมษายน 2561

$$C = (W_s/T) \quad (1)$$

$$L = (W_s/W_t) \times 100 \quad (2)$$

$$GB = (W_b/W_t) \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ C คือ ความสามารถในการทำงาน (kg h^{-1})

L คือ เปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย (%)

GB คือ เปอร์เซ็นต์เมล็ดแตกหัก (%)

W_s คือ น้ำหนักเมล็ดที่ถูกกะเทาะ (kg)

W_b คือ น้ำหนักเมล็ดแตกหัก (kg)

W_t คือ น้ำหนักเมล็ดที่ป้อนเข้าไปทั้งหมด (kg)

T คือ เวลาที่ใช้ในการกะเทาะ (h)

3. ผลและวิจารณ์

3.1 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของถั่วดาวอินคา

จากการศึกษา พบว่า ขนาดความกว้าง ความยาว และความหนาของฝักถั่วดาวอินคาเฉลี่ย 40 50 และ 20 mm ตามลำดับ โดยมีน้ำหนักต่อฝักเฉลี่ย 10.67 kg และขนาดความกว้าง ความยาว และความหนาของเมล็ดถั่วดาวอินคาเฉลี่ย 16 19 และ 8 mm ตามลำดับ มีน้ำหนักต่อเมล็ดเฉลี่ย 0.80 kg

3.2 ผลการศึกษากะเทาะถั่วดาวอินคาโดยใช้แรงงานคน

ผลของการกะเทาะเปลือกเมล็ดถั่วอินคา (เปลือกชั้นนอกและเปลือกชั้นกลาง) โดยใช้แรงงานคน พบว่า ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 3 kg h^{-1} ไม่มีเกิดการสูญเสียและเมล็ดแตกหัก

3.3 ผลการทดสอบเครื่องกะเทาะถั่วดาวอินคา

การทดสอบวัสดุที่ใช้ทำใบกะเทาะและความเร็วที่ใช้ในการกะเทาะ ที่มีผลต่อความสามารถในการทำงาน และประสิทธิภาพในการกะเทาะ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบเครื่องกะเทาะถั่วดาวอินคา

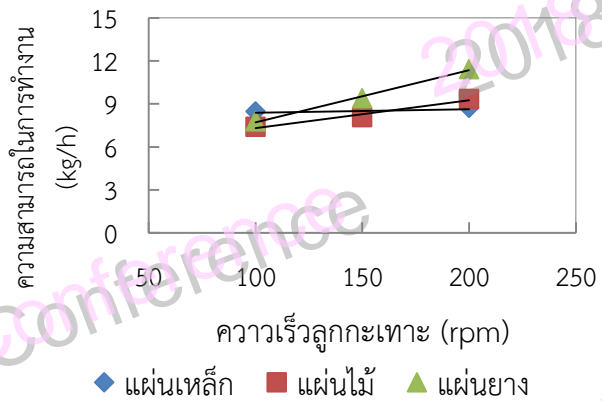
| วัสดุที่ใช้ทำใบกะเทาะ | ความเร็วกะเทาะ (rpm) | C (kg h^{-1}) | L (%) | GB (%) |
|-----------------------|----------------------|--------------------------|-------|--------|
| แผ่นเหล็ก | 100 | 8.47 | 14.23 | 1.50 |
| | 150 | 8.36 | 9.17 | 2.17 |
| | 200 | 8.71 | 5.17 | 10.50 |
| แผ่นไม้ | 100 | 7.41 | 16.83 | 1.50 |
| | 150 | 8.08 | 13.53 | 2.00 |
| | 200 | 9.35 | 6.87 | 5.17 |
| แผ่นยาง | 100 | 7.79 | 17.17 | 1.23 |
| | 150 | 9.39 | 10.83 | 4.83 |
| | 200 | 11.43 | 6.33 | 9.50 |

จากตารางที่ 2 พบว่า การกะเทาะถั่วดาวอินคาโดยใช้แผ่นเหล็กมีอัตราการการทำงาน 8.36 ถึง 8.71 kg h^{-1} เปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย 5.17% ถึง 14.23% และปริมาณเมล็ดแตกหัก 1.50% ถึง 10.50%

การกะเทาะถั่วดาวอินคาโดยใช้แผ่นไม้มีอัตราการการทำงาน 7.41 ถึง 9.35 kg h^{-1} เปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย 6.87 ถึง 16.83 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณเมล็ดแตกหัก 1.50% ถึง 5.17%

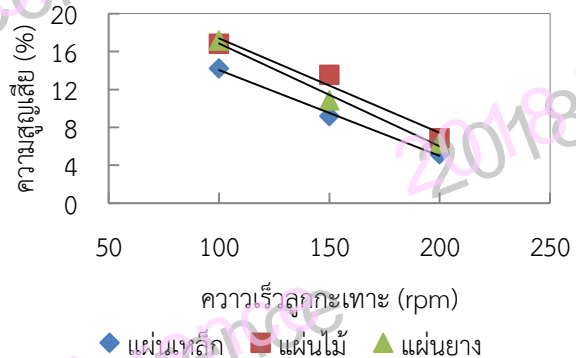
การกะเทาะถั่วดาวอินคาโดยใช้แผ่นยางมีอัตราการการทำงาน 7.79 ถึง 9.39 kg h^{-1} เปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย 6.33% ถึง 17.17% และปริมาณเมล็ดแตกหัก 1.23% ถึง 9.50%

นำข้อมูลผลการทดสอบเครื่องกะเทาะถั่วดาวอินคาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยในการทดสอบ (วัสดุที่ใช้ทำใบกะเทาะ และความเร็วลูกกะเทาะ) และสมรรถนะการกะเทาะ (ความสามารถในการทำงาน เปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย และเปอร์เซ็นต์เมล็ดแตกหัก) แสดงเป็นกราฟ ดังภาพที่ 3 ภาพที่ 4 และภาพที่ 5



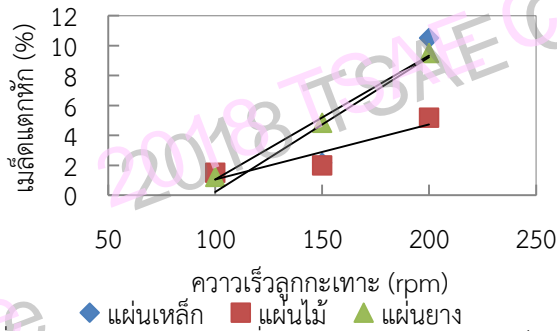
ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ของวัสดุที่ใช้ทำใบกะเทาะและความเร็วลูกกะเทาะ ที่มีต่อความสามารถในการทำงาน

ความสัมพันธ์ของวัสดุที่ใช้ทำใบกะเทาะและความเร็วลูกกะเทาะ ที่มีต่อความสามารถในการทำงานดังภาพที่ 3 พบว่าการกะเทาะด้วยแผ่นเหล็ก แผ่นไม้ และแผ่นยาง เมื่อเพิ่มความเร็วลูกกะเทาะ มีผลทำให้ความสามารถในการทำงานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ของวัสดุที่ใช้ทำใบกะเทาะและความเร็วลูกกะเทาะ ที่มีต่อเปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย

ภาพที่ 4 พบว่า การกะเทาะด้วยแผ่นเหล็ก แผ่นไม้ และแผ่นยาง เมื่อเพิ่มความเร็วลูกกะเทาะ มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ความสูญเสียมีแนวโน้มลง



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ของวัสดุที่ใช้ทำใบกะเทาะและความเร็วลูกกะเทาะ ที่มีต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดแตกหัก

ความสัมพันธ์ของวัสดุที่ใช้ทำใบกะเทาะและความเร็วลูกกะเทาะ ที่มีต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดแตกหัก พบว่า การกะเทาะด้วยแผ่นเหล็ก แผ่นไม้ และแผ่นยาง เมื่อเพิ่มความเร็วลูกกะเทาะ มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดแตกหักมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นดังแสดงในภาพที่ 5

4. สรุป

วัสดุที่เหมาะสมสำหรับการใช้ออกแบบใบกะเทาะของเครื่องกะเทาะเมล็ดถั่วดาวอินคาคือ แผ่นเหล็ก เนื่องจากมีความทนทาน และสามารถหาได้ง่าย โดยความเร็วลูกกะเทาะที่เหมาะสมในการใช้งานเครื่องกะเทาะเมล็ดถั่วดาวอินคามีค่า 1.0 ถึง 1.5 m s⁻¹

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย

เทคโนโลยีราชชมงคลอีสาน ที่ให้การสนับสนุนการทำงานวิจัยและเผยแพร่ผลงานวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

กรมชลประทาน สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา ฝ่ายส่วนการใช้น้ำชลประทาน เผยแพร่การใช้น้ำชลประทาน. 2558. ถั่วดาวอินคา. วารสารข่าวเกษตรชลประทาน 19(72), 24-27. ธนกฤต ศิลปะธรากุล. 2559. ประสิทธิภาพของอาหารเสริมจากน้ำมันถั่วดาวอินคาในรูปปรับปรุชทานต่อการทำงานของสมองดานสติปัญญา. การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 3 ก้าวสู่ทศวรรษที่ 2: บูรณาการงานวิจัย ไของค์ความรู้ สู่ความยั่งยืน. 17 มิถุนายน 2559 ณ วิทยาลัยนครราชสีมา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา. สุพรรณม ยั่งยืน, เชิดพงษ์ เขียวชาญวัฒนา, บรรลุ เพ็ญชิน, กิตติคุณ ปิตุพรหมพันธ์. 2559. เครื่องกะเทาะและท ความสะอาดถั่วดาวอินคา. โครงการพัฒนาขีดความสามารถทางเทคโนโลยีและวิจัยของภาคเอกชนในพื้นที่ ประจำปีงบประมาณ 2559. ภายใต้โครงการอุทยานวิทยาศาสตร์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยอุทยานวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. Yehuda, S., Rabinovitz, Mostofsky, D., I. 1999. Essential fatty acids are mediators of brain biochemistry and cognitive functions Journal of Neuroscience Research. Willey. 56, 565- 570.