



การศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการฝานข้าวโพดหวานด้วยระบบนิวแมติกส์

Study on Suitable Factors for Sweet Corn Slicing with Pneumatic System

พีระพงษ์ โชติรัตน์วีระกุล¹, อานนท์ บุญเต็ม¹, ภาณุพงศ์ ไกรสำโรง¹, ณัฐดนัย พรรณเจริญวงษ์², พลเทพ เวงสูงเนิน¹
และ จาริณี จงปลื้มปิติ^{1*}

¹สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
744 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

²ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์พัทยา

*ติดต่อ: jarinee.jo@rmuti.ac.th, 044-233000 ต่อ 34404, 0-4423-3074

บทคัดย่อ

การผลิตน้ำนมข้าวโพดของผู้ประกอบการรายย่อยมีปัญหาด้านการฝานข้าวโพดเพราะยังคงใช้แรงงานคนฝานข้าวโพดหวานด้วยมีด จึงส่งผลให้จำเป็นต้องใช้กำลังคนและเวลาจำนวนมาก วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จึงออกแบบและสร้างเครื่องเพื่อทดสอบหาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการฝานเมล็ดข้าวโพดหวานด้วยระบบนิวแมติกส์ โดยทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพของข้าวโพดหวานแล้วจึงทำการออกแบบใบมีดซึ่งมีลักษณะเป็นทรงกระบอกแบบคมเรียบและฟันปลา การป้อนข้าวโพดเข้าสู่ใบมีดจะควบคุมด้วยระบบนิวแมติกส์ที่มีแรงดันลม 2 2.5 และ 3 bar โดยทำการทดสอบข้าวโพดหวานพันธุ์ชูการ์ 75 ขนาดกลางเท่านั้น จากการวิจัยพบว่าใบมีดฟันเรียบที่ความเร็วรอบ 1250 rpm แรงดันลม 2.5 bar มีความสามารถในการฝานได้ 924.66 ฝักต่อชั่วโมง มีเมล็ดข้าวโพดหวานที่ฝานได้ การสูญเสีย และซัง คิดเป็นสัดส่วนของมวลข้าวโพดเต็มฝัก 56.72 2.09 และ 40.34 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ผลดังกล่าวจึงเป็นปัจจัยที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการฝานเมล็ดข้าวโพดหวานขนาดกลาง เมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานคน พบว่าเครื่องที่สร้างขึ้นมีความสามารถในการฝานสูงกว่าประมาณ 13 เท่า สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านค่าแรงงานคน 500 บาทต่อวัน และมีระยะเวลาคืนทุน 30 วัน

คำหลัก: ข้าวโพดหวาน; การฝาน; นิวแมติกส์

Abstract

Corn milk production of small investor has a problem about corn slicing with labor, that it affects a more labor and time. The aims of this study are design and build slicing machine by control pressure with pneumatic system. After that, this machine tested to find appropriate factors for corn slicing. The physical properties of middle sugar 75 corn are found before knives designed, which two from are smooth and serrated knife. Corn feeding to the rotate knife controlled by pneumatic system, that three level pressures are 2, 2.5 and 3 bar. It was found that, the smooth knife rotating of 1250 rpm and the pressure 2.5 bar are the best factors in this study, which have a maximum slicing capacity 924.66 pod per hour. In the same time, there are mass ratio of sliced corn seed, mass ratio disappear and mass ratio of cob, that are 56.72, 2.09 and 40.34 percent, respectively. Comparison slicing capacity



was found the results of machine better than the labor about 13 times, which reduce the labor cost around 500 baht per day and it's payback time of 30 day.

Keywords: sweet corn; slicing; pneumatic

1. บทนำ

ข้าวโพดหวาน (sweet corn) เป็นข้าวโพดที่นิยมปลูกเพื่อนำมารับประทานโดยตรงด้วยการต้มหรือคั่ว และสามารถนำมาแปรรูปเป็นอาหารและเครื่องดื่มได้ ในเอเชียมีผู้ปลูกรายใหญ่ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น ไต้หวันและไทย โดยประเทศไทยมีแหล่งเพาะปลูกหลายจังหวัดเช่น เชียงใหม่ เชียงราย นครราชสีมา ราชบุรี สุพรรณบุรี ชุมพร สตูล เป็นต้น [1] ในปัจจุบันนิยมนำมาแปรรูปเป็นน้ำนมเพื่อให้สะดวกต่อการบริโภค เนื่องจากให้ความหวานสูง ไขมันต่ำ สำหรับการทำน้ำนมข้าวโพดเริ่มจากนำข้าวโพดเริ่มจากนำข้าวโพดหวานแกะเปลือกออกแล้วล้างในสะอาด แล้วจึงเอามาต้มให้สุกใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที รอให้เย็นแล้วให้นำข้าวโพดต้มที่ได้มาเฉือนเอาเนื้อออกมาใส่เครื่องปั่นน้ำผลไม้ปั่น จากนั้นต้มประมาณ 5-10 นาที แล้วนำมากรองด้วยกระชอนที่มีความถี่ขนาดเล็ก แล้วนำมาต้มอีกครั้งทำการปรุงรสชาติตามที่ต้องการ ในปัจจุบันมีการผลิตที่เพิ่มขึ้นต้องใช้จำนวนแรงงานและเวลาในการผลิตมากขึ้นด้วย โดยเฉพาะในขั้นตอนการฝานข้าวโพดที่ต้องใช้ความรวดเร็วและกำลังในการฝานทำให้แรงงานเกิดความล้าจนเกิดอันตรายได้ ขวลิท รุ่งอิทธิวงศ์และคณะ ได้ดำเนินการออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องแกะเมล็ดข้าวโพดหวานเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม ลดต้นทุนการผลิต เพิ่มคุณภาพของข้าวโพดหวานสู่ผู้บริโภค โดยใช้การขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ควบคุมความเร็วการแกะข้าวโพดหวานประมาณ 300 -500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งเท่ากับการทำงานด้วยแรงงาน 8 คน [2] นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่นำระบบนิวเมติกส์เข้ามาช่วยในการควบคุมการป้อนวัสดุและการตัดต่อต่างๆ เพื่อให้มีความสะดวกสบายมากขึ้น [3] หรือแม้แต่จะตัดแผ่นเหล็ก [4] สำหรับผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรไม่ว่าเป็นผักหรือการหัน

มะนาว ก็สามารถนำระบบนิวเมติกส์เข้ามาช่วยในการหันเพื่อควบคุมคุณภาพ ลดจำนวนคนและค่าใช้จ่ายต่างๆ [5] การดั่งนั้นจึงมีแนวคิดที่จะสร้างเครื่องฝานเมล็ดข้าวโพดในกลุ่มเกษตรกรขนาดเล็ก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการฝานข้าวโพดหวานด้วยระบบนิวเมติกส์ซึ่งตัวแปรที่ทำการศึกษา ได้แก่ ลักษณะของฟันใบมีด ความเร็วรอบของการหมุนใบมีด แรงดันลมผลักข้าวโพดเข้าสู่ใบมีด โดยข้าวโพดหวานที่นำมาศึกษาในครั้งนี้เป็นข้าวโพดหวานพันธุ์ชูการ์ 75 ขนาดกลาง

2. วิธีการทดลอง

วิธีการทดลองแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของข้าวโพดหวาน การศึกษาการฝานเมล็ดข้าวโพดโดยใช้แรงงานคน การศึกษาการฝานเมล็ดข้าวโพดหวานด้วยเครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของข้าวโพดหวาน

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของฝักข้าวโพดหวานเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการประกอบการพิจารณาออกแบบเครื่องฝานข้าวโพดหวาน โดยนำข้าวโพดหวาน 100 ฝัก โดยทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางส่วนหัว ส่วนกลาง ส่วนปลาย วัดความยาวและชั่งมวลของฝักข้าวโพดก่อนนำไปฝาน

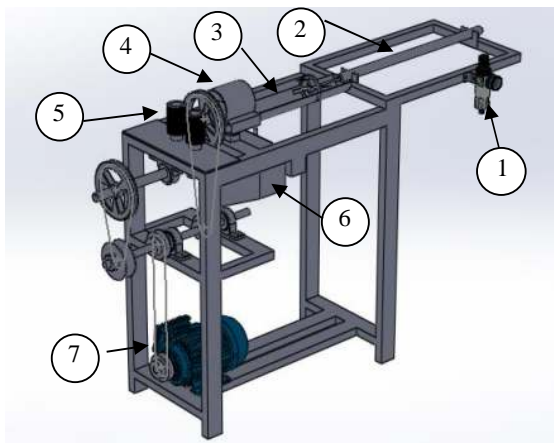
2.2. การศึกษาการฝานเมล็ดข้าวโพดโดยใช้แรงงานคน

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการฝานเมล็ดข้าวโพดหวานโดยแรงงานคน ซึ่งทำการบันทึกเวลาสัดส่วนของข้าวโพดที่ฝานได้และจำนวนฝักที่ฝานได้ เพื่อนำมาคำนวณความสามารถในการฝานข้าวโพดด้วยแรงงานคน

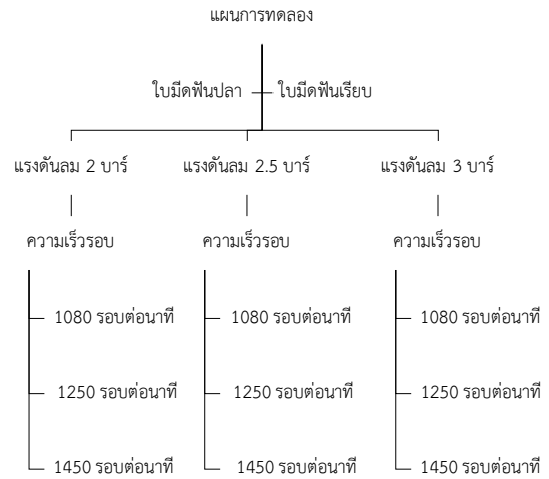


2.3. การศึกษาการผ่านเมล็ดข้าวโพดด้วยเครื่อง

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและสร้างเครื่องผ่านเมล็ดข้าวโพด โดยใช้แรงดันลมจากระบบนิวเมติกส์มาช่วยในการป้อนข้าวโพดไปยังโม่ที่หมุนโดยมีต้นกำลังจากมอเตอร์ ดังรูปที่ 1 เมื่อทำการเปิดเครื่องมอเตอร์ที่อยู่หมายเลข 7 จะหมุนเพื่อส่งกำลังไปยังโม่และลูกยางดึงซึ่งข้าวโพดให้หมุนพร้อมทำงาน หลังจากนั้นเปิดปั๊มลมและทำการปรับแรงดันลมที่หมายเลข 1 เพื่อไปดันกระบอกสูบในหมายเลข 2 ให้เคลื่อนที่เข้า-ออก นำข้าวโพดมาวางบริเวณตำแหน่งที่ 3 :ซึ่งเป็นตัวประคองจึงกดปุ่มให้กระบอกสูบเคลื่อนที่ดันข้าวโพดเข้าสู่โม่ในตำแหน่งที่ 4 โดยที่ซึ่งจะถูกดึงออกมาด้วยลูกยางในหมายเลขที่ 5 ในส่วนของเมล็ดข้าวโพดที่ผ่านได้จะออกมาทางช่องออกในหมายเลขที่ 6 โดยการศึกษานี้มีแผนการทดลองดังรูปที่ 2 โดยจะทำการทดลองเปลี่ยนโม่ 2 ลักษณะคือ โม่ที่ฟันเรียบและโม่ที่ฟันปลา ดังรูปที่ 3 แรงดันลมผลักข้าวโพด 2.5 และ 3 bar และความเร็รรอบการหมุนโม่ 1080 1250 และ 1450 rpm



รูปที่ 1 เครื่องผ่านเมล็ดข้าวโพดหวาน



รูปที่ 2 แผนการทดลองเครื่องผ่านเมล็ดข้าวโพดหวาน



รูปที่ 3 ลักษณะโม่ที่ฟันเรียบและโม่ที่ฟันปลา

หลังจากที่ทำการผ่านแล้วจะนำเมล็ดที่ผ่านได้ ซึ่งข้าวโพด และมวลสูญเสียมาคำนวณสัดส่วนเฉลี่ย นอกจากนี้นำมาคำนวณหาความสามารถในการผ่านเฉลี่ยจากสมการที่ 1

$$\text{ความสามารถในการผ่าน} = \frac{\text{จำนวนฝักที่ผ่านได้ (ฝัก)}}{\text{เวลาที่ใช้ผ่าน (ชั่วโมง)}} \quad (1)$$

3. ผลการทดลอง

จากการศึกษาและการออกแบบเครื่องผ่านเมล็ดข้าวโพดหวานพันธุ์ 75 ขนาดกลางได้ผลการทดลองดังนี้

3.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของข้าวโพดหวาน

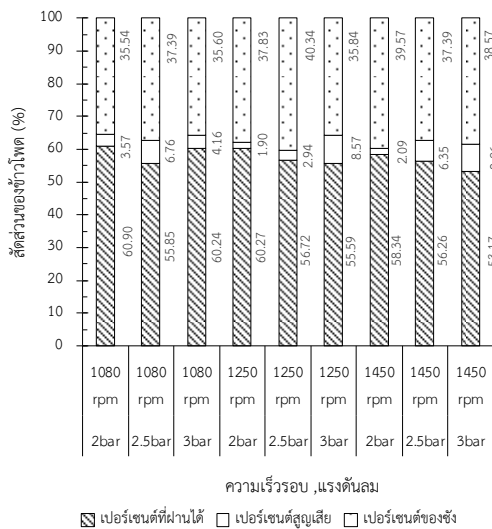
จากการทดลองนำข้าวโพดหวาน 100 ฝักมาศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพมีมวลเฉลี่ย 325.45 กรัม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหัว กลาง และปลาย คือ 46.16 53.23 และ 53.81 มิลลิเมตร

3.2 ผลการศึกษาการฝานเมล็ดข้าวโพดโดยใช้แรงงานคน

การฝานข้าวโพดหวานด้วยแรงงานคนพบว่า การฝานด้วยมือของกลุ่มแม่ค่านำน้ำนมข้าวโพดสามารถฝานได้เมล็ดสวยและสม่ำเสมอเนื่องจากมีความชำนาญ โดยความสามารถของการฝานด้วยแรงงานคนเฉลี่ย 69 ฝักต่อชั่วโมง

3.3 ผลการศึกษาการฝานเมล็ดข้าวโพดโดยใช้เครื่อง

จากการทดสอบการฝานข้าวโพดขนาดกลางด้วยเครื่องโดยใบมีดฟันเรียบและใบมีดฟันปลาได้ผลของสัดส่วนเฉลี่ยของข้าวโพดคือ เปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวโพดที่ฝานได้ เปอร์เซ็นต์สูญเสีย และเปอร์เซ็นต์ของซัง จากรูปที่ 3 สำหรับใบมีดฟันเรียบ

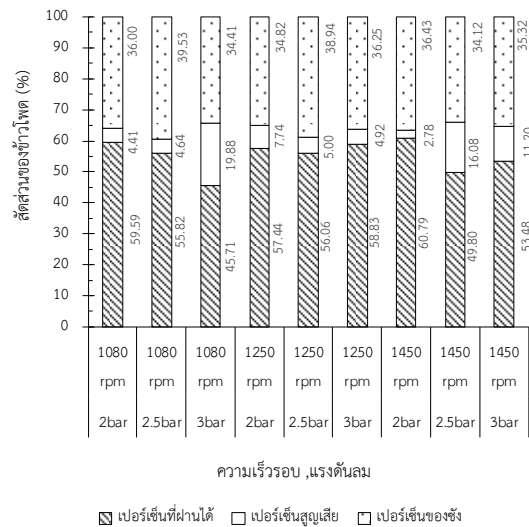


รูปที่ 3 สัดส่วนของข้าวโพดที่ฝานด้วยใบมีดฟันเรียบ

จะเห็นว่าเมล็ดข้าวโพดที่ฝานได้จะอยู่ในช่วง 53.17 – 60.90 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสูญเสียเนื่องจากการแรงเหวี่ยง ติดไปกับซังและติดใบมีด 1.90 – 8.57

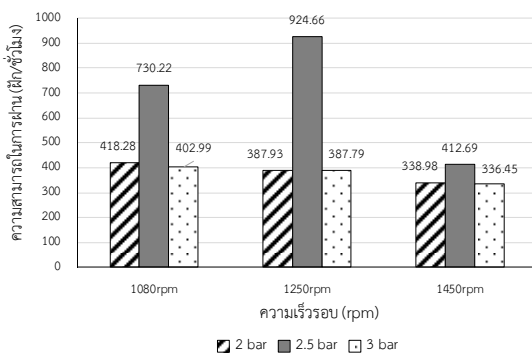
เปอร์เซ็นต์ และซังของข้าวโพด 35.54 – 40.34 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าที่แรงดันลมเดียวกันแต่ความเร็วรอบการหมุนของใบมีดเปลี่ยนไปปริมาณข้าวโพดที่ฝานได้มีค่าแตกต่างกันไม่มากนัก แต่เมื่อแรงดันลมต้นข้าวโพดต่างกันและความเร็วรอบการหมุนใบมีดคงที่ จะเห็นได้ว่าเมื่อแรงดันลมเพิ่มขึ้น ปริมาณข้าวโพดที่ฝานได้มีแนวโน้มลดลงจึงส่งผลให้ความสูญเสียเพิ่มขึ้น โดยจะเห็นได้ชัดที่ความเร็วรอบ 1250 และ 1450 rpm

สำหรับสัดส่วนของข้าวโพดจากการฝานด้วยใบมีดฟันปลาแสดงดังรูปที่ 4 จะเห็นได้ว่าเมล็ดข้าวโพดที่ฝานได้ มีปริมาณ 45.71 – 60.79 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสูญเสีย 2.78 – 19.88 เปอร์เซ็นต์ และซังข้าวโพด 34.12 – 39.53 เปอร์เซ็นต์ เมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้นปริมาณของเมล็ดข้าวโพดที่ฝานได้มีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อความดันเพิ่มมากขึ้นสำหรับความเร็วรอบ 1080 rpm ข้าวโพดที่ทำการฝานจะเกิดการสั่นไถลทำให้หลุดออกจากใบมีดส่งผลให้ไม่สามารถฝานได้ สัดส่วนของเมล็ดข้าวโพดจากการฝานจึงมีแนวโน้มลดลงเมื่อแรงดันเพิ่มขึ้น แต่ที่ความเร็วรอบ 1250 และ 1450 rpm ที่แรงดันลม 2.5 bar จะมีค่าเปอร์เซ็นต์ที่ฝานได้ต่ำกว่าที่แรงดันลมอื่นๆ อาจเนื่องมาจากความเร็วรอบกับแรงดันไม่สัมพันธ์กันที่การฝานด้วยใบมีดฟันปลา



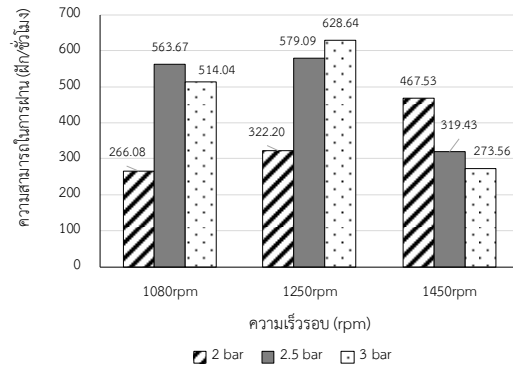
รูปที่ 4 สัดส่วนของข้าวโพดที่ฝานด้วยใบมีดฟันปลา

เมื่อนำข้อมูลมาคำนวณหาความสามารถในการผ่านของเครื่องที่สร้างขึ้นสำหรับใบมีดทั้ง 2 ลักษณะได้ผลดังต่อไปนี้ รูปที่ 5 แสดงความสามารถในการผ่านข้าวโพดด้วยใบมีดฟันเรียบจะเห็นได้ว่าลักษณะของกราฟมีความคล้ายกันคือ ที่แรงดันลมพลักข้าวโพด 2.5 bar ไม่ว่าจะเป็ความเร็รรอบเท่าใดจะให้ค่าความสามารถสูงกว่าการทดลองอื่นๆ โดยความสามารถสูงสุดคือ 924.66 ฟีกต่อชั่วโมง และที่ความดัน 3 bar จะมีความสามารถในการผ่านต่ำที่สุด โดยจะเห็นได้ชัดที่ความเร็วของการหมุนใบมีด 1450 รอบต่อชั่วโมง



รูปที่ 5 ความสามารถในการผ่านด้วยใบมีดฟันเรียบ

สำหรับใบมีดฟันปลาแสดงดังรูปที่ 6 จะเห็นได้ว่าแนวโน้มของความสามารถในการผ่านมีลักษณะแตกต่างกันอาจเนื่องมาจากการเฉือนของใบมีดเป็นฟันปลา ถ้าความเร็วการหมุนใบมีดและแรงดันไม่สัมพันธ์กันก็จะให้ค่าที่ต่างกัน กล่าวคือที่ความดัน 2 bar เมื่อความเร็รรอบเพิ่มขึ้นความสามารถมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ที่ความเร็รรอบ 1250 rpm แรงดัน 2.5 และ 3 bar มีค่าความสามารถสูงกว่าการทดลองอื่นๆ โดยความสามารถสูงสุดคือ 628.64 ฟีกต่อชั่วโมง ที่แรงดันลม 3 bar



รูปที่ 6 ความสามารถในการผ่านด้วยใบมีดฟันปลา

4. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองผ่านข้าวโพดด้วยเครื่องที่ใบมีดฟันเรียบและใบมีดฟันปลาโดยมีความเร็รรอบของการหมุนใบมีด 1080 rpm, 1250 rpm และ 1450 rpm แรงดันลมที่ป้อนฝักข้าวโพดเข้าสู่ใบมีด 2.5 และ 3 bar พบว่าใบมีดฟันเรียบสามารถผ่านข้าวโพดได้อย่างสม่ำเสมอมากกว่าใบมีดฟันปลา โดยที่ความเร็วการหมุนใบมีด 1250 rpm แรงดันลมป้อน 2.5 bar มีความสามารถในการผ่านสูงสุดคือ 924.66 ฟีกต่อชั่วโมง ถึงแม้ว่าปริมาณข้าวโพดที่ผ่านได้เฉลี่ยมีค่า 56.72 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับสัดส่วนสูงสุด 60.90 เปอร์เซ็นต์ แต่ความสามารถในการผ่านเพียง 418.28 ฟีกต่อชั่วโมง จะทำให้ได้เมล็ดข้าวโพดที่นำไปใช้น้ำนมข้าวโพดในปริมาณที่มากกว่าอย่างเห็นได้ชัด และเมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานคน พบว่าเครื่องที่สร้างขึ้นมีความสามารถในการผ่านสูงกว่าประมาณ 13 เท่า หากมีการผลิต 1000 ขวดต่อวัน (ข้าวโพด 1 ฟีก ผลิตน้ำนมข้าวโพดได้ 1 ขวด)สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านค่าแรงงานคน 500 บาทต่อวัน และมีระยะเวลาคืนทุน 30 วันนอกจากนี้ได้นำผลมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าลักษณะของใบมีดและความเร็รรอบไม่มีผลต่อความสามารถ แต่แรงดันลมป้อนข้าวโพดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยแรงดันที่มีผลต่อความสามารถคือ 2.5 bar



5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี นครราชสีมา ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทดลอง

Research Conference (AIMTDR 2014), IIT Guwahati, Assam, India.

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] เพื่อพิชเกษตรไทย. (ม.ป.ป.). *ข่าวโพดหวานและการปลูกข้าวโพดหวาน*, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://puechkaset.com>. เข้าดูเมื่อ วันที่ 24 /11/ 2559.
- [2] ขวลิต รุ่งอิทธิวงศ์และคณะ.(2557) , *เครื่องแกะเมล็ดข้าวโพดหวาน*, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <khttps://blog.eduzones.com/magazine/136329>. เข้าดูเมื่อ วันที่ 24 /11/ 2559.
- [3] Mahesh Aher, Prasad Raut, Kishorvyavahare, Omkar Nilkanth, Pallavi Gade. (2017). Automatic pneumatic pipe cutting machine, paper presented in *the 7th International Conference on Science, Technology & Management*, Guru Gobind Singh Polytechnic, Nashik.
- [4] K. Krantikumar, K.V.S.S.Saikiran, Jakkoju Sathish, M.Tech. (2016). Pneumatic Sheet Metal Cutting Machine, *Applied Interantional Journal & Magazine of Engineering, technology, Management and Research*, vol. 30 (3), March 2016, pp. 501 – 509.
- [5] Tony Thomas.A, MuthuKrishnan.A, Sre Nandha Guhan.K.S. (2014). Design and development of automated vegetable cutting machine, paper presented in *the 5th International & 26th All India Manufacturing Technology, Design and*