

การการศึกษาแรงดันที่เหมาะสมต่อการฝานข้าวโพดขนาดเล็กสำหรับการทำนํ้านมข้าวโพด

จาริณี จงปลื้มปิติ^{1*}, พลเทพ เวงสูงเนิน¹, และ ณัฐดนัย พรรณเจริญวงษ์²

¹สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา 30000

²ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์พัทยา

ผู้เขียนติดต่อ: จาริณี จงปลื้มปิติ E-mail: jarinee.jo@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

การทำนํ้านมข้าวโพดของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรในปัจจุบันยังคงใช้แรงงานคนในการฝานข้าวโพดส่งผลให้เกิดความเมื่อยล้าและได้ปริมาณเมล็ดข้าวโพดไม่เพียงพอ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาระดับแรงดันที่เหมาะสมต่อการฝานข้าวโพดขนาดเล็กพันธุ์ซูการ์ 75 โดยใช้เครื่องฝานที่มีใบมีดฟันเรียบโดยใช้ระบบนิวแมติกส์ช่วยในการดันข้าวโพดเข้าสู่ใบมีดที่หมุนด้วยการทดรอบจากมอเตอร์ 746 วัตต์ แรงดันลมที่ทำการปรับมีค่า 5 ระดับคือ 2 2.5 3 3.5 และ 4 บาร์ ขณะที่ความเร็วรอบใบมีดหมุนคงที่ 1440 รอบต่อนาที ผลการวิจัยพบว่าที่แรงดันลม 3 บาร์ มีสัดส่วนในการฝานเมล็ดสูงสุด 54.99% ให้ความสามารถในการฝาน 1682.24 ฝักต่อชั่วโมง โดยใช้เวลาในการฝานข้าวโพดเฉลี่ย 2.14 วินาทีต่อฝัก ผลดังกล่าวจึงเป็นปัจจัยที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการฝานเมล็ดข้าวโพดหวานขนาดเล็ก หากความสัมพันธ์ระหว่างใบมีดและแรงดันลมไม่มีความสอดคล้องกันอาจทำให้ข้าวโพดสับหรือแตกหัก จนทำให้เกิดความสูญเสียได้

คำสำคัญ: ข้าวโพดหวาน; การฝาน; นิวแมติกส์

A study on appropriate pneumatic pressure to small size of sweet corn slicing for corn milk production

Jarinee Jongpluempiti^{1*}, Ponthep Vengsungne¹, and Nattadon Punncharoenwong²

¹Department of Agricultural Machinery Engineering Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala of Technology Isan, Nakhonratchasima 30000.

²Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Thammasat University, Thailand 12120.

Corresponding author: Jarinee Jongpluempiti. E-mail: jarinee.jo@rmuti.ac.th

Abstract

Now a day, farm women group are still laboring for people to slice corn. this cause to tired on body and insufficient corn kernels. The purpose of this paper is to investigate the appropriate pressure for small sweet corn slicing of the SUGAR 75 using a slit-toothed slicer using a pneumatic system to push the corn into the leaf. The rotary knife was rotated by a 746-watt motor. The air pressure was adjusted to 5 levels of 2 2.5 3 3.5 and 4 bars, while the blade angular velocity was fixed at 1440 rpm. The results shown, pressure 3 bar effect to percent of slicing of 54.99%, the ability of slice is 1682.24 ear per hour. It takes an average of 2.14 seconds to slice the corn on the cob. This was the most suitable factor for the slicing of small sweet corn kernels. If the relationship between the blade and the pressure is no consensus could take to swing and break that cause to loss.

Keywords: sweet corn; slicing; pneumatic.

1. บทนำ

ข้าวโพดหวาน (sweet corn) เป็นพืชที่คนไทยนิยมบริโภคเป็นอาหารว่างหรืออาหารหวาน เช่น ข้าวโพดนึ่งหรือต้ม ข้าวโพดอบเนย ข้าวโพดคั่วเค็ม ข้าวโพดคั่วหวาน ข้าวโพดทอด และนํ้านมข้าวโพด เป็นต้น ในข้าวโพดมีแป้ง 61.2%, ไขมัน 4.2-4.75%, อัลคาลอยด์ 0.21%, ซีแซนทีน (สีเหลืองของข้าวโพด), กลูโคส, น้ำตาล, วิตามินบี 1, วิตามินบี 2, วิตามินบี 6, วิตามินอี, แคลเซียม, และแมกนีเซียม

(MedThai, 2560) ซึ่งมีส่วนช่วยในด้านสายตา ป้องกันโรคผิวหนัง และโรคระบบประสาท อาการสมองเสื่อม ต้านอนุมูลอิสระ ชะลอความเสื่อมของเซลล์ ช่วยกระตุ้นการเจริญของกระดูกและฟัน และทำให้รู้สึกสดชื่น เป็นต้น (Peak_swaiiriang, 2558) ในปี 2558 ประเทศไทยมีเนื้อเพาะปลูกข้าวโพดหวาน 221,465 ไร่ ภูมิภาคที่มีการเพาะปลูกข้าวโพดหวานเรียงจากมากไปน้อยคือ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ โดยมีผลผลิตรวมทั่วประเทศ

434,453 ตัน ซึ่งเป็นจังหวัดเชียงรายที่มีผลผลิตสูงที่สุดในภาคเหนือ 65,848 ตัน ภาคตะวันออกเฉียงเหนืออยู่ที่จังหวัดนครราชสีมา 13,884 ตัน จังหวัดกาญจนบุรีมีผลผลิต 53,287 ตัน ในภาคกลาง และจังหวัดสุราษฎร์ธานี 8,836 ตัน สำหรับภาคใต้ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, p. 2560)

ในปัจจุบันนิยมนำมาแปรรูปเป็นน้ำนมข้าวโพดเพื่อให้สะดวกต่อการบริโภค เนื่องจากให้ความหวานสูง ไขมันต่ำ สำหรับการทำน้ำนมข้าวโพดเริ่มจากนำข้าวโพดหวานแกะเปลือกออกแล้วล้างในสะอาดแล้วจึงเอามาต้มให้สุกใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที รอให้เย็นแล้วให้นำข้าวโพดต้มที่ได้มาผืนเอาเนื้อออกมาใส่เครื่องปั่นน้ำผลไม้ปั่น จากนั้นต้มประมาณ 5-10 นาที แล้วนำมากรองด้วยกระชอนที่มีความถี่ขนาดเล็ก แล้วนำมาต้มอีกครั้งทำการปรุงรสชาติตามที่ต้องการ ในปัจจุบันมีการผลิตที่เพิ่มขึ้นต้องใช้จำนวนแรงงานและเวลาในการผลิตมากขึ้นด้วย โดยเฉพาะในขั้นตอนการฝานข้าวโพดที่ต้องใช้ความรวดเร็วและกำลังในการฝานทำให้แรงงานเกิดความล้าจนเกิดอันตรายได้ ชวลิต รุ่งอิทธิวงศ์และคณะ (2559) ได้ดำเนินการออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องแกะเมล็ดข้าวโพดหวานเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม ลดต้นทุนการผลิต เพิ่มคุณภาพของข้าวโพดหวานสู่ผู้บริโภค โดยใช้การขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ควบคุมความเร็วการแกะข้าวโพดหวานประมาณ 300 -500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งเท่ากับการทำงานด้วยแรงงาน 8 คน นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่นำระบบนิวแมติกส์เข้ามาช่วยในการควบคุมการป้อนวัสดุและการตัดต่อต่างๆ เพื่อให้มีความสะดวกสบายมากขึ้น (Mahesh, Prasad, Kishorvavahare, Omkar, and Pallavi, 2017) หรือแม้แต่จะตัดแผ่นเหล็ก (K., K.V.S.S., Jakkaju, and M., 2016) สำหรับผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรไม่ว่าเป็นฝักหรือการหั่นมะนาว ก็สามารถนำระบบนิวแมติกส์เข้าช่วยในการหั่นเพื่อควบคุมคุณภาพ ลดจำนวนคนและค่าใช้จ่ายต่างๆ (Tony, Muthu, and Sre Nandha) จากการศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการฝานข้าวโพดด้วยระบบนิวแมติกส์ของจาริณี และคณะ (2560) พบว่าการทดสอบข้าวโพดขนาดกลางฝานด้วยใบมีดทรงกระบอกแบบคมเรียบที่แรงดันลม 2.5 bar และความเร็วรอบ 1250 rpm มีความสามารถในการฝานเมล็ดข้าวโพดได้ 924.66 pod/hr (จาริณี และคณะ, 2560) วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาระดับที่เหมาะสมต่อการฝานข้าวโพดขนาดเล็กพันธุ์ชูการ์ 75 โดยใช้เครื่องฝานที่มีใบมีดพื้นเรียบและใช้ระบบนิวแมติกส์ช่วยในการดันข้าวโพดเข้าสู่ใบมีดที่หมุนคงที่ 1440 rpm แรงดันลมที่ทำการปรับมีค่า 5 ระดับคือ 2 2.5 3 3.5 และ 4 bar เพื่อหาความสามารถในการฝานและประสิทธิภาพในการฝานข้าวโพดขนาดเล็ก

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 เครื่องฝานเมล็ดข้าวโพดหวาน

เครื่องฝานเมล็ดข้าวโพดหวานมีหลักการทำงาน โดยใช้แรงดันลมจากระบบนิวแมติกส์มาช่วยในการป้อนข้าวโพดไปยังใบมีดที่หมุนโดยมีต้นกำลังจากมอเตอร์แสดงดัง Figure 1

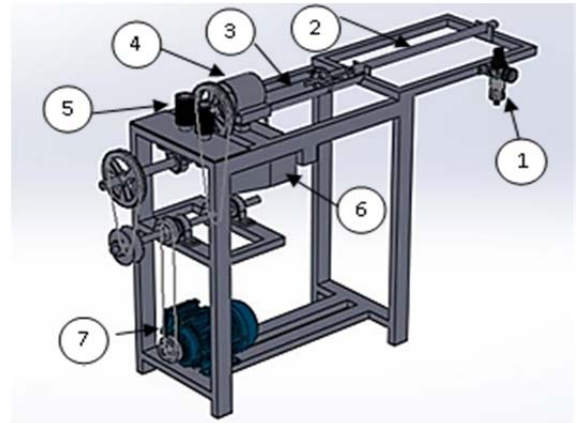


Figure 3 sweet corn slicing machine.

เมื่อทำการเปิดเครื่องมอเตอร์ที่อยู่หมายเลข 7 จะหมุนเพื่อส่งกำลังไปยังใบมีดและลูกยางดึงซึ่งข้าวโพดให้หมุนพร้อมทำงาน หลังจากนั้นเปิดปั๊มลมและทำการปรับแรงดันลมที่หมายเลข 1 เพื่อไปดันกระบอกสอบในหมายเลข 2 .ให้เคลื่อนที่เข้า-ออก นำข้าวโพดมาวางบริเวณตำแหน่งที่ 3 :ซึ่งเป็นตัวประคองจึงกดปุ่มให้กระบอกสอบเคลื่อนที่ดันข้าวโพดเข้าสู่ใบมีดในตำแหน่งที่ 4 ซึ่งมีลักษณะดัง **ผิดพลาด! ไม่พบแหล่งอ้างอิง** โดยที่ซึ่งจะถูกดึงออกมาด้วยลูกยางในหมายเลขที่ 5 ในส่วนของเมล็ดข้าวโพดที่ฝานได้จะออกมาทางช่องออกในหมายเลขที่ 6

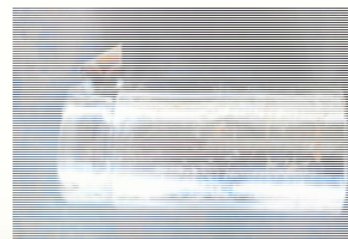


Figure 2 smooth sharp knife.

2.2 วิธีการทดลอง

ขั้นตอนแรกของการทดลองฝานข้าวโพดขนาดเล็กพันธุ์ชูการ์ 75 จำเป็นต้องศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของข้าวโพดโดยการวัดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางโคน กลาง และปลายของฝักข้าวโพด นอกจากนี้ยังต้องชั่งมวลเริ่มต้นของข้าวโพดทุกฝักที่นำมาทดลอง หลังจากนั้นจึงทำการแกะข้าวเมล็ดข้าวโพดด้วยมือเพื่อหาสัดส่วนของเมล็ดและซึ่ง หลังจากนั้นทดลองฝานด้วยเครื่องฝานที่แรงดันลมต่างๆ คือ 2 2.5 3 3.5 และ 4 บาร์ และมีการกำหนดความเร็วรอบของใบมีดหมุนที่ 1440 rpm เนื่องจากต้องการศึกษาในกรณีที่เกี่ยวข้อง

ไม่มีเครื่องปรับความถี่ของไฟฟ้าจะทำให้มอเตอร์หมุนตามความสามารถที่กำหนด และกำหนดให้ใช้ใบมีดทรงกระบอกฟันเรียบ เนื่องจากได้มีการศึกษามาก่อนหน้านี้และทำให้ทราบว่าใบมีดฟันเรียบจะมีความสามารถและประสิทธิภาพในการฝานที่ดีกว่าฟันปลานอกจากนี้ยังสามารถฝานเมล็ดข้าวโพดหวานได้สวยงามกว่าอีกด้วย

สำหรับสมการที่ใช้ในการคำนวณหาความสามารถและประสิทธิภาพในการฝานแสดงดังสมการที่ (1) และสมการที่ (2) ตามลำดับ

$$\text{capacity (pod/hr)} = \frac{\text{Pod of sweet corn}}{\text{time}} \quad (1)$$

$$\text{efficiency(\%)} = \frac{\text{Kernel by Machine} \times 100}{\text{Kernel by labor}} \quad (2)$$

โดยที่ Kernel by Machine หมายถึงความสามารถที่เครื่องสามารถทำงานได้ และ Kernel by labor หมายถึงความสามารถในการฝานข้าวโพดโดยแรงงานคน

3. ผลและวิจารณ์

ข้าวโพดขนาดเล็กพันธุ์ซูการ์ 75 ขนาดเล็กมีลักษณะทางกายภาพคือ ความยาว เส้นผ่านศูนย์กลางโคน กลาง ปลาย และมวลดัง Table 1

Table 1 Physical properties of SUGAR 75 variety sweet corn.

parameter	size	unit
average length	15.2	cm
average mass	0.283	kg
ear maximum diameter	5.33	cm
ear middle diameter	5.13	cm
ear minimum diameter	4.40	cm

หลังจากนั้นนำข้าวโพดมาแกะด้วยมือเพื่อหาขนาดของซังและมวลของเมล็ดข้าวโพดที่ออกจากซังทั้งหมด โดยการสุ่มมาจำนวน 3 ฝัก ซึ่งทำให้ทราบว่า การนำเมล็ดข้าวโพดสดออกจากซังมีความยากมากเนื่องจากต้องระวังเมล็ดข้าวโพดแตกเพราะผิวของเมล็ดบางและไม่ยืดหยุ่นเหมือนข้าวโพดที่สุกแล้ว โดยมีสัดส่วนของซังและข้าวโพดดัง Figure 3 และมีลักษณะของเมล็ดข้าวโพดและซังที่แกะได้ดัง Figure 4

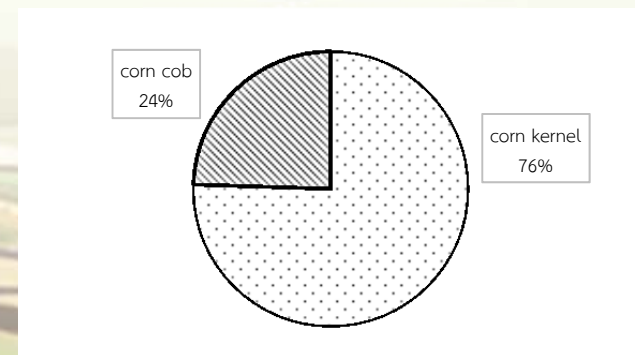


Figure 3 percent of corn cobs and kernels of one ear.



Figure 4 kernel and cob.

หลังจากนั้นได้ทำการทดลองฝานด้วยเครื่องฝานที่สร้างขึ้นทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้า โดยมีตัวแปรต้นคือความดันลมหรือแรงดันลมผลักข้าวโพดสู่ใบมีดทรงกระบอกหมุนมีจำนวน 5 ระดับคือ 2, 2.5, 3, 3.5 และ 4 bar และตัวแปรตามที่ได้คือ เมล็ดข้าวโพดที่ฝานได้ ซัง ปริมาณสูญเสียและเวลาในการฝานข้าวโพดต่อฝัก ดังแสดง

Figure 5

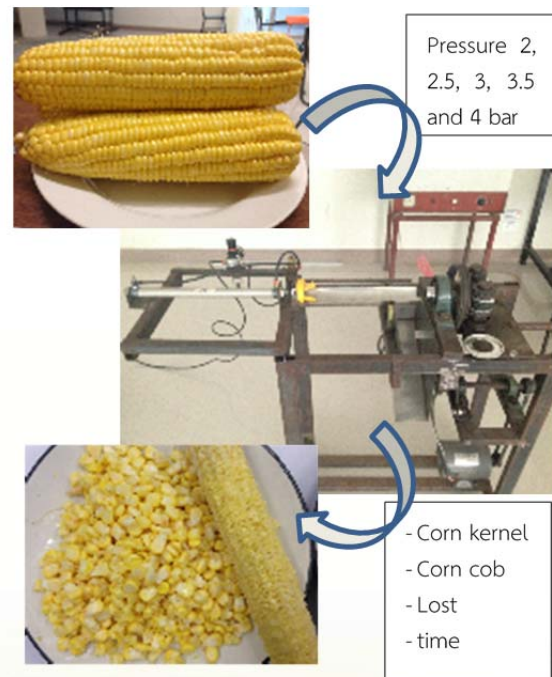


Figure 5 parameter and experimental.

จากผลการทดลองฝานด้วยเครื่องจะได้เมล็ดข้าวโพดที่ไม่มีขี้ติดมาเหมือนเช่นการแกะด้วยมือคนดัง Figure 6 แต่ถึงอย่างไรเมล็ดที่ได้ก็มีความสวยงามและไม่ได้เสียเนื้อข้าวโพดไปมากนัก เนื่องจากกระบอกของใบมีดถูกออกแบบให้ใหญ่กว่าแกนเฉลี่ยเล็กน้อย แต่ยังมีบางเมล็ดที่แตกอาจเนื่องมาจากในช่วงที่มีการดันด้วยกระบอกสูบนิวแมติกส์เข้าสู่ใบมีดหมุนข้าวโพดเกิดการสับตจึงทำให้ไม่สวยงามได้ และในส่วนซังที่ถูกตัดออกจะติดอยู่กับซัง ดังแสดงใน Figure 7 ซึ่งจะเห็นว่าเนื้อของข้าวโพดที่สูญเสียไม่มากนัก



Figure 6 corn kernel by machine.



Figure 7 corn cob by machine.

ข้อมูลที่ได้ถูกนำมาคำนวณหาสัดส่วนการผ่านข้าวโพดได้แก่ เมล็ดข้าวโพด ซึ่ง และปริมาณสูญเสียแสดงดัง Figure 8

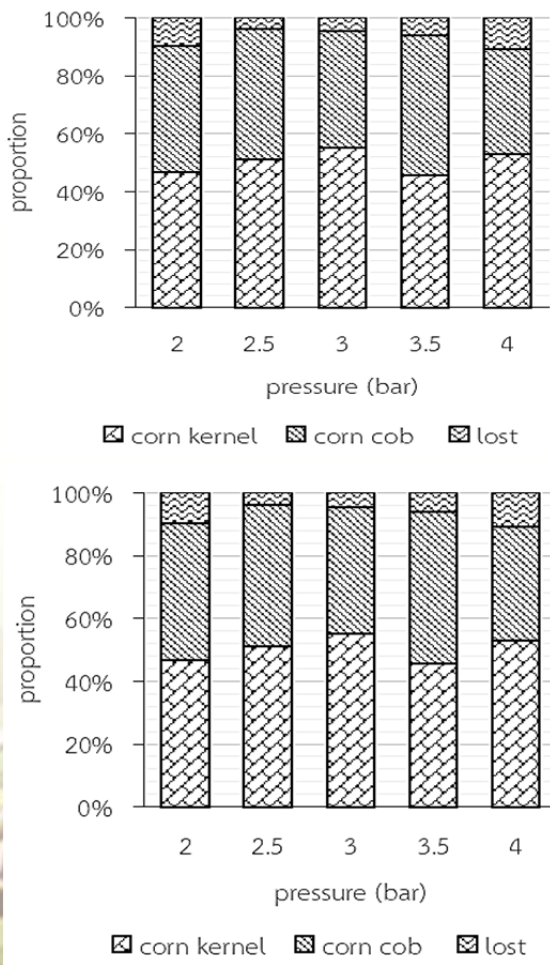


Figure 8 corn proportion by machine.

จะเห็นได้ว่าเมื่อแรงดันของกระบอกสูบเพิ่มสูงขึ้นจาก 2 bar ถึง 3 bar มีแนวโน้มของเมล็ดที่ผ่านได้เพิ่มสูงขึ้นแล้วจึงลดลงเมื่อความดันเพิ่มมากขึ้น โดยที่แรงดัน 3 bar จะมีสัดส่วนการผ่านที่ดีกว่าแรงดันอื่นๆ ซึ่งสัดส่วนของการผ่านข้าวโพดขนาดเล็กที่ผ่านได้สูงสุดคือ 54.99 % ซึ่งและส่วนข้าวของเมล็ดข้าวโพดที่ติดไปมีค่า 40.40% และมีปริมาณสูญเสีย 4.61% ซึ่งจะเป็นส่วนหนึ่งที่แตกละเอียดเป็นน้ำแป้ง ส่วนที่ติดกับใบมีดและส่วนที่ตกพื้น แต่ที่แรงดัน 4 bar จะมีเนื้อที่ติดกับซึ่งน้อยที่สุดแต่จะมีปริมาณสูญเสียมากที่สุด

เมื่อพิจารณาความสามารถในการผ่านดัง Figure 9 จะเห็นได้ว่าที่แรงดัน 2.5 bar สามารถผ่านได้ 1956.52 pod/hr ซึ่งเป็นค่าสูงที่สุดเมื่อเทียบกับแรงดันอื่นๆ รองลงมาคือที่แรงดัน 3 bar มีความสามารถอยู่ที่ 1682.24 pod/hr และความสามารถในการผ่านต่ำที่สุดคือ 1058.82 pod/hr ที่แรงดัน 3.5 bar อาจเนื่องมาจากที่แรงดันนี้ไม่สัมพันธ์กับการหมุนของใบมีดจึงทำให้มีการผ่านได้ช้าและมีส่วนเนื้อติดกับซึ่งในสัดส่วนที่มากกว่าแรงดันอื่นๆ

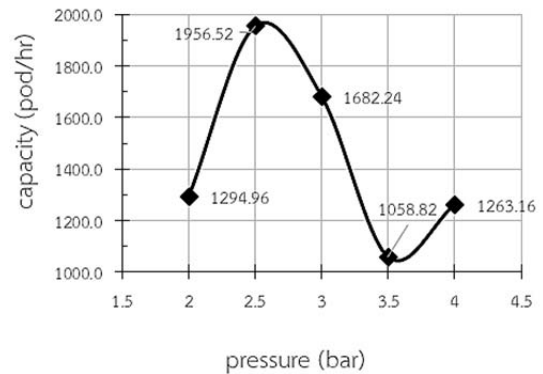


Figure 9 capacity (pod/hr) by machine.

จากการหาความสามารถในการผ่านด้วยเครื่องในหน่วย pod/hr ได้นำมาวิเคราะห์หาความสามารถในหน่วยของ kg/hr ดังแสดง

Figure 10

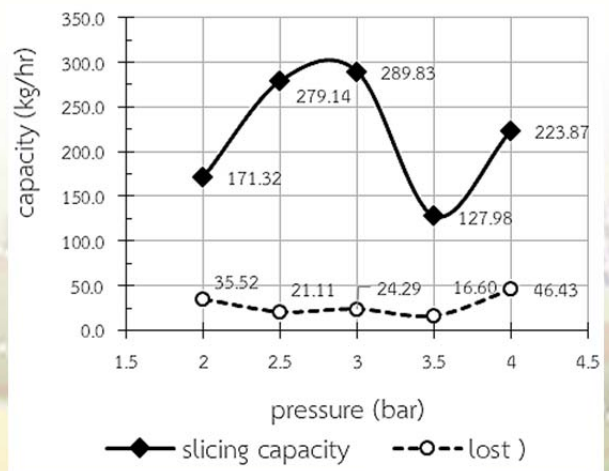


Figure 10 comparison between slicing capacity and lost by machine.

จะเห็นได้ว่าที่แรงดัน 3 bar สามารถผ่านได้เนื้อของเมล็ดข้าวโพดมากที่สุดคือ 289.83 kg/hr รองลงมาคือที่แรงดัน 2.5 bar จะได้มีค่าใกล้เคียงกับแรงดัน 3 bar คือ 279.14 kg/hr และที่แรงดัน 3.5 bar มีความสามารถในการผ่านต่ำที่สุดคือ 127.98 kg/hr

สำหรับประสิทธิภาพในการผ่านข้าวโพดหวานจะทำการเทียบเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวโพดที่ผ่านได้ด้วยเครื่องกับเมล็ดข้าวโพดที่แกะด้วยมือซึ่งไม่มีความสูญเสีย มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวโพดต่อซึ่งเท่ากับ 76 % ต่อ 24% โดยคำนวณจากสมการของประสิทธิภาพดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น หลังจากนั้นนำผลการคำนวณที่ได้มาเทียบเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ดัง Figure 11 โดยเปรียบเทียบกับความสามารถของคนแกะ ที่แรงดัน 2 -3 bar มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นแต่เมื่อแรงดันสูงขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพในการผ่านด้วยเครื่องลดลง โดยที่แรงดัน 3 bar จะมีประสิทธิภาพสูงสุด 72.83 % เนื่องจากในสวนข้าวของเมล็ดข้าวโพดถูกตัดออกและติดไปกับซึ่งและมีบางส่วนแตกละเอียดเป็นน้ำแข็ง นอกจากนี้ยังมีการสูญเสียด้วย จึงเป็นสาเหตุให้ประสิทธิภาพของแต่ละการทดลองไม่ใกล้ 100% มากนัก

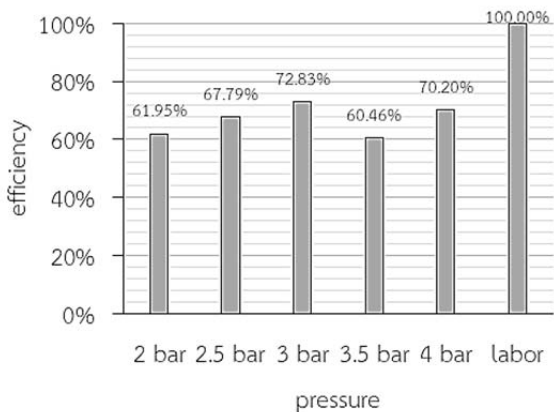


Figure 11 slicing efficiency.

4. สรุปผลการทดลอง

การศึกษาหาแรงดันที่เหมาะสมต่อการผ่านข้าวโพดขนาดเล็กสำหรับการทำน้ำนมข้าวโพด โดยการให้มอเตอร์ส่งกำลังให้ใบมีดทรงกระบอกแบบคมเรียบหมุน และควบคุมการเคลื่อนที่ของฝักข้าวโพดด้วยระบบนิวแมติกส์ซึ่งปรับแรงดัน 5 ระดับ จะเห็นได้ว่าแรงดันฝักข้าวโพดเข้าสู่ใบมีดต้องมีความสัมพันธ์กัน เพื่อที่จะผ่านเมล็ดข้าวโพดออกมาให้ได้มากที่สุด สำหรับการทดลองนี้ที่แรงดัน 3 bar จะมีค่าสัดส่วนการผ่าน ความสามารถในการผ่านให้ได้เมล็ดข้าวโพดก็ใกล้กรัมต่อชั่วโมง และมีประสิทธิภาพในการผ่านได้สูงที่สุด

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนักศึกษาที่ช่วยทำการวิจัย พีรพงษ์ โชติรัตน์วีระกุล อานนท์ บุญเต็ม ภาณุพงศ์ ไกรสำโรง และสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี นครราชสีมา ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทดลอง

6. เอกสารอ้างอิง

- K., K., K.V.S.S., S., Jakkaju, S., & M., T. (2016). Pneumatic Sheet Metal Cutting Machine. Applied International Journal & Magazine of Engineering, technology, Management and Research, 30 (3), 501-509.
- Mahesh, A., Prasad, R., Kishorvyavahare, Omkar, N., & Pallavi, G. (2017). Automatic pneumatic pipe cutting machine . The 7th International Conference on Science, Technology & Management. Nashik: Guru Gobind Singh Polytechnic.
- MedThai. (25 กรกฎาคม 2560). เข้าถึงได้จาก ข้าวโพด สรรพคุณ และประโยชน์ของข้าวโพดหวาน 44 ข้อ: <https://medthai.com>
- Peak_swaiiriang. (6 กันยายน 2558). น้ำนมข้าวโพด “คอร์นบูรี” ของดีที่อยู่ใกล้ตัวคนโคราช.
- Tony, T., Muthu, K., & Sre Nandha , G. (n.d.). Design and development of automated vegetable cutting machine. The 5th International & 26th All India Manufacturing Technology, Design and Research Conference (AIMTDR 2014). IIT Guwahati, Assam, India.
- จาริณี จงปลื้มปิติ, พีรพงษ์ โชติรัตน์วีระกุล, ภาณุพงศ์ ไกรสำโรง, อานนท์ บุญเต็ม, ณัฐดนัย พรรณเจริญวงศ์, และ พลเทพ เวงสูงเนิน. (2560). การศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการผ่านข้าวโพดหวานด้วยระบบนิวแมติกส์. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 31. นครนายก.
- ชวลิต รุ่งอิทธิวงศ์, และ และคณะ. (24 พฤศจิกายน 2559). เข้าถึงได้จาก เครื่องแกะเมล็ดข้าวโพดหวาน: [khttps://blog.eduzones.com/magazine/136329](https://blog.eduzones.com/magazine/136329).
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2560, พฤษภาคม 23). Retrieved from ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร: http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=13577.