

การพัฒนาชุดอุปกรณ์ทำความสะอาดโดยใช้ลมดูดสำหรับโรงงานข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ Development of Cleaning Equipment Using Suction Air for Maize Drying Factory

สุทธิเกียรติ ภูพานไร่¹ สุพรรณ ยั่งยืน¹ และจักรมาส เลหาวิช¹

Suttikeit poopanrai¹ Suphan Yangyuen¹ and Juckamas Laohavanich¹

Abstract

Maize grain cleaning is an important process of drying to meet standard level 1 of maize for commercialization, which should not exceed 0.5% of contamination. Therefore, the objective of this study was to develop the cleaning equipment using suction air for maize drying factory. The experimental were consisted of 3 suction patterns, including: pattern 1, install the suction pipe at the output of the zigzag rail in the suction pipe perpendicular to the rail, pattern 2, install the suction pipe at the output of the zigzag rail suction pipe is angled at 30 degrees to the rail, and pattern 3, install the suction pipe at the input of the zigzag rail in the suction pipe perpendicular to the rail. From the study of the suction pipe with zigzag rail at 1, 2 and 3 cm of 3 suction patterns, the results showed that the first pattern had the suction capacity approximately 98.01, 85.24 and 75.39% for the suction pipe with zigzag rail at 1, 2 and 3 cm, respectively. For the cross-sectional area of the suction pipe of the first pattern at 60, 120 and 180 cm², it was found that the cross-sectional area of 120 cm² had the highest adsorption of cob fragment with the percent of contamination of 0.35%.

Keywords: maize, vacuum pipe, cob fragment

บทคัดย่อ

การทำมาสะอาดเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญของการลดความชื้นเมล็ดข้าวโพดเพื่อให้เมล็ดข้าวโพดนั้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานขั้นที่ 1 ของการรับซื้อเมล็ดข้าวโพด คือต้องมีสิ่งเจือปนไม่เกิน 0.5 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดอุปกรณ์ทำความสะอาดแบบลมดูดสำหรับโรงงานข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยมีขั้นตอนในการศึกษาซึ่งประกอบไปด้วย รูปแบบการดูดของปากท่อลมดูด 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 เป็นการติดตั้งปากท่อลมดูดที่ด้านขาออกของรางสลัดพื้นปลา ซึ่งปากท่อลมดูดจะมีลักษณะที่ตั้งฉากกับราง รูปแบบที่ 2 เป็นการติดตั้งปากท่อลมดูดที่ด้านขาออกของราง แต่ลักษณะของปากท่อลมดูดจะทำมุมกับรางที่ 30 องศา และรูปแบบที่ 3 เป็นการติดตั้งปากท่อลมดูดที่ด้านขาเข้าของราง และปากท่อลมดูดจะมีลักษณะที่ตั้งฉากกับราง จากนั้นทำการศึกษาระยะระหว่างปากท่อลมดูดกับรางสลัดพื้นปลาที่มีความสูง 1 2 และ 3 เซนติเมตร ของปากท่อลมดูดทั้ง 3 รูปแบบ จากผลการทดสอบพบว่า รูปแบบที่ 1 มีความสามารถในการดูดเศษซึ่งข้าวโพดได้ 98.01, 85.24 และ 75.39 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะระหว่างปากท่อลมดูดกับรางที่ 1, 2 และ 3 เซนติเมตรตามลำดับ ซึ่งมีความสามารถในการดูดซึ่งข้าวโพดได้สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบที่ 2 และ 3 นอกจากนี้ยังได้ศึกษาพื้นที่หน้าตัดของปากท่อลมดูดของรูปแบบที่ 1 โดยแบ่งเป็น 3 พื้นที่หน้าตัดคือ 60, 120 และ 180 ตารางเซนติเมตร พบว่าพื้นที่หน้าตัดที่ 120 ตารางเซนติเมตร สามารถดูดเศษซึ่งข้าวโพดได้มากที่สุด โดยมีเปอร์เซ็นต์เจือปนของซึ่งข้าวโพดหลังผ่านปากท่อลมดูด 0.35 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: เมล็ดข้าวโพด, ท่อลมดูด, เศษซึ่งข้าวโพด

คำนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยและยังเป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์เป็นอย่างมาก มีผลผลิตประมาณปีละ 4 – 4.5 ล้านตันต่อปี ผลผลิตที่ได้เกือบทั้งหมดประมาณร้อยละ 95 จะใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตอาหารสัตว์(ศูนย์บริการข้อมูลการค้าการลงทุน จังหวัดเชียงใหม่, 2553) ซึ่งการทำมาสะอาดเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญของการลดความชื้นเมล็ดข้าวโพดเพื่อให้เมล็ดข้าวโพดนั้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของการรับซื้อเมล็ดข้าวโพด คือต้องมีสิ่งเจือปนไม่เกิน 0.5 เปอร์เซ็นต์ (ชณัฐ, 2556) ได้ทำการศึกษาร่วม

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150

¹ Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Khamriang, Kantarawichai, Maha sarakham, 44150

* co-responding: juckamas@gmail.com

ประสิทธิภาพการทำงานของระบบอบแห้งแบบ LSU ด้วยการให้ความร้อนด้วยรังสีอินฟราเรดใกล้โดยใช้รางสลับพื้นปลาเพื่อให้เมล็ดข้าวโพดเกิดการคลุกเคล้า และไหลผ่านเพื่อรับรังสีอินฟราเรดใกล้ พบว่าสามารถลดระยะเวลาการอบแห้งได้ประมาณ 2 ชั่วโมง หรือประมาณ 18 เปอร์เซ็นต์ การศึกษาดังกล่าวพบว่า หากมีการเสริมระบบทำความสะอาดร่วมด้วยจะทำให้ได้มาตรฐานในการรับซื้อเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากยิ่งขึ้นจึงเป็นที่มาของการศึกษาวิจัยครั้งนี้

อุปกรณ์และวิธีการ

1 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวโพด

ศึกษาการหาขนาดของเมล็ดข้าวโพด ได้แก่ ความกว้างของเมล็ด(a) ความยาวของเมล็ด(b) และความหนาของเมล็ด(c) (กฤษฎา และคณะ, 2556) ซึ่งทำการศึกษาค้นคว้าเริ่มต้นที่ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก จากนั้นศึกษาหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโดยเฉลี่ยทางเรขาคณิตของเมล็ด จากสมการ $d_g = (abc)^{1/3}$ หาขนาดความกลมของเมล็ด จากสมการ $\varnothing = [(abc)^{1/3}] / b$ และศึกษาค่าความหนาแน่นของเมล็ดข้าวโพด (Koc et al., 2008) จากสมการ $p = m / v$ โดยที่ p คือ ความหนาแน่น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) m คือ มวลเมล็ดข้าวโพด (กรัม) และ v คือ ปริมาตร (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

2 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องสำหรับการออกแบบระบบทำความสะอาดเมล็ดข้าวโพด โดยการหาความเร็วลมที่เหมาะสมเพื่อให้เมล็ดข้าวโพดลอยตัว

ดำเนินการโดยการหาแรงลอยตัว เพื่อนำข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลพื้นฐานด้านการความเร็วลมในการดูทำความสะอาดเศษซึ่งออกจากเมล็ดข้าวโพด ดำเนินการโดยใช้เครื่องทดสอบแรงลอยตัว ซึ่งในการทดสอบจะนำเมล็ดข้าวโพดและเศษซึ่งมาปล่อยลงในช่องทดสอบแรงลอยตัว จากนั้นเพิ่มความเร็วลมขึ้นตามลำดับ จนเมล็ดข้าวโพดลอยตัวอยู่นิ่ง โดยการทดสอบที่ 4 ระดับความชื้นคือ 15.56, 20.58, 27.55 และ 32.46 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียกตามลำดับ โดยการทดสอบแยกขนาดเมล็ดข้าวโพดออกเป็น 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่

3 การหารูปแบบการดูดของปากท่อลมดูด และระยะความสูงของปากท่อลมดูดกับรางสลับพื้นปลา

ทำการเก็บข้อมูลหาการดูดซึ่งข้าวโพด โดยทำการซึ่งน้ำหนักซึ่งข้าวโพดไว้ที่ 1000 กรัม จากนั้นปล่อยซึ่งข้าวโพดลงไป ที่รางสลับพื้นปลา ที่มุมเอียง 30 องศา เริ่มเปิดพัดลมดูดที่ความเร็วลม 13 เมตรต่อวินาที เมื่อทำการดูดซึ่งข้าวโพดเสร็จ นำซึ่งข้าวโพดที่ดูดออกไม่หมดไปซึ่งน้ำหนัก ซึ่งทำการดูดซึ่งข้าวโพด 3 รูปแบบการดูดคือ รูปแบบที่ 1 ปากท่อลมดูดจะทำมุมตั้งฉากกับรางและติดตั้งที่ด้านทางออกของรางสลับพื้นปลา รูปแบบที่ 2 ปากท่อลมดูดจะทำมุมกับรางสลับพื้นปลาที่ 30 องศา และติดตั้งที่ด้านทางออกของรางสลับพื้นปลา รูปแบบที่ 3 ปากท่อลมดูดจะทำมุมตั้งฉากกับรางสลับพื้นปลา และติดตั้งปากท่อลมดูดไว้ที่ด้านทางเข้าของรางสลับพื้นปลา ซึ่งทั้ง 3 รูปแบบการดูดจะทำการทดสอบหาระยะความสูงระหว่างปากท่อลมดูดกับรางสลับพื้นปลาที่ 3 ระดับคือ 1, 2 และ 3 เซนติเมตรตามลำดับ

4. การหาขนาดพื้นที่หน้าตัดของปากท่อลมดูด

จากการหารูปแบบการดูดและระยะความสูงของปากท่อลมดูดกับรางสลับพื้นปลา เมื่อได้ข้อมูลที่เหมาะสม จากนั้นทำการศึกษหาขนาดพื้นที่หน้าตัดของปากท่อลมดูดซึ่ง ในหัวข้อนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ทำการศึกษาเก็บข้อมูลโดยการดูดซึ่งข้าวโพดเพื่อหาเปอร์เซ็นต์เจือปนหลังผ่านปากท่อลมดูด ซึ่งในการทดลองได้ศึกษาหาขนาดพื้นที่หน้าตัดของปากท่อลมดูด 3 ขนาดคือ 60, 120 และ 180 ตารางเซนติเมตรตามลำดับ และที่ 3 ระดับความชื้นได้แก่ 15.02, 23.22 และ 28.05 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก

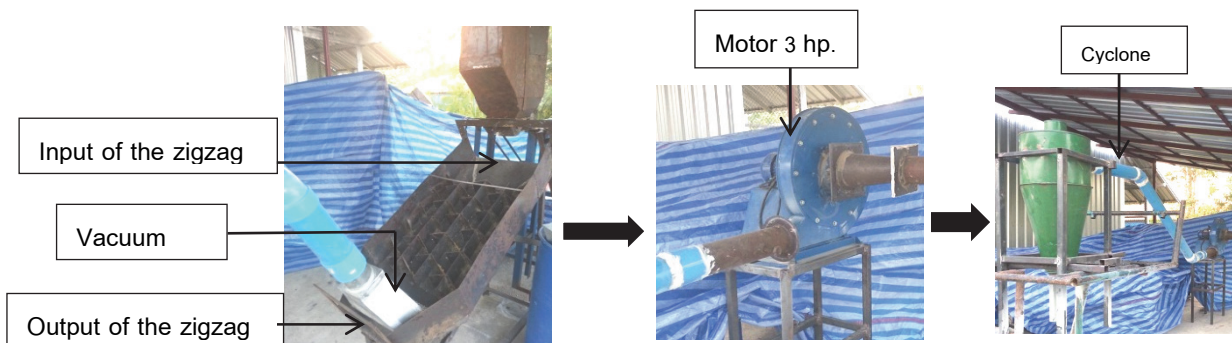


Fig.1 The components of vacuum cleaning testing unit

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

1. ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวโพด

คุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวโพดเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการออกแบบหลักการทำงานเครื่องทำความสะอาดเมล็ดข้าวโพด โดยการสุ่มเก็บข้อมูลขนาดและรูปร่างของเมล็ดข้าวโพดที่ความชื้นเริ่มต้นที่ 32.33 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก จำนวน 100 เมล็ด ซึ่งผลการศึกษาพบว่าเมล็ดข้าวโพดมีความกว้าง ความยาว ความหนาเฉลี่ย 0.84 ,1.13 และ 0.41 เซนติเมตรตามลำดับ และมีค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทางเรขาคณิตของเมล็ด (d_g) เท่ากับ 0.74 ค่าความเป็นทรงกลม (Φ) เท่ากับ 0.63 และผลการทดสอบความหนาแน่นของเมล็ดข้าวโพดพบว่าที่ปริมาตรของภาชนะ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร น้ำหนักข้าวโพดเฉลี่ย 385 กรัม มีความหนาแน่นรวมเท่ากับ 0.77 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

2. ผลศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องสำหรับการออกแบบระบบทำความสะอาดเมล็ดข้าวโพด โดยการหาความเร็วลมที่เหมาะสมเพื่อให้เมล็ดข้าวโพดลอยตัว

จากการศึกษาการหาความเร็วลมที่เหมาะสมที่ทำให้เมล็ดข้าวโพดลอยตัว พบว่าที่ความชื้น 15.56%wb ของเมล็ดข้าวโพดขนาดเล็กและขนาดกลาง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อใช้ความเร็วลมในการดูดที่ทำให้เมล็ดข้าวโพดลอยตัวที่ 13 m/s และที่ความชื้น 20.58, 27.55 และ 32.64%wb พบว่าเมล็ดข้าวโพดขนาดกลางและขนาดใหญ่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อใช้ความเร็วลมในการดูดที่ทำให้เมล็ดข้าวโพดลอยตัวที่ 14, 15 และ 16 m/s ตามลำดับ ดัง Table 1

Table 1 Floating velocity of maize grain with testing at different moisture content and particle size.

Moisture content of maize grain	maize grain Size	wind velocity (m/s)
15.56 % wb	Smallest size	13.11 ± 0.06 ^a
	Medium size	13.11 ± 0.05 ^a
	Largest size	13.37 ± 0.14 ^b
20.58 % wb	Smallest size	14.37 ± 0.14 ^d
	Medium size	14.20 ± 0.05 ^c
	Largest size	14.16 ± 0.02 ^c
27.55 % wb	Smallest size	15.12 ± 0.07 ^e
	Medium size	15.20 ± 0.06 ^e
	Largest size	15.13 ± 0.05 ^e
32.64 % wb	Smallest size	16.35 ± 0.14 ^f
	Medium size	16.53 ± 0.07 ^g
	Largest size	16.61 ± 0.06 ^g

Different letters in the same moisture content level denote significant difference (p<0.05).

3. การหารูปแบบการดูดของปากท่อลมดูด และระยะความสูงของปากท่อลมดูดกับรางสลัฟพื้นปลา

Table 2 The vacuum of cob fragment percentage with testing at different type of suction pipe patterns and heights.

Patterns Vacuum	Vacuum pipe with zigzag rail (cm)	% Vacuum of cob fragment
1	1	98.58±0.82 ^a
	2	85.24±2.92 ^c
	3	75.39±1.97 ^d
2	1	93.11±3.68 ^b
	2	51.43±3.41 ^e
	3	20.67±7.46 ^f
3	1	77.12±2.22 ^d
	2	48.79±4.30 ^e
	3	20.13±0.68 ^f

Different letters in the same column denote significant difference (p<0.05)

4. ผลการหาขนาดพื้นที่หน้าตัดของปากท่อลมดูด

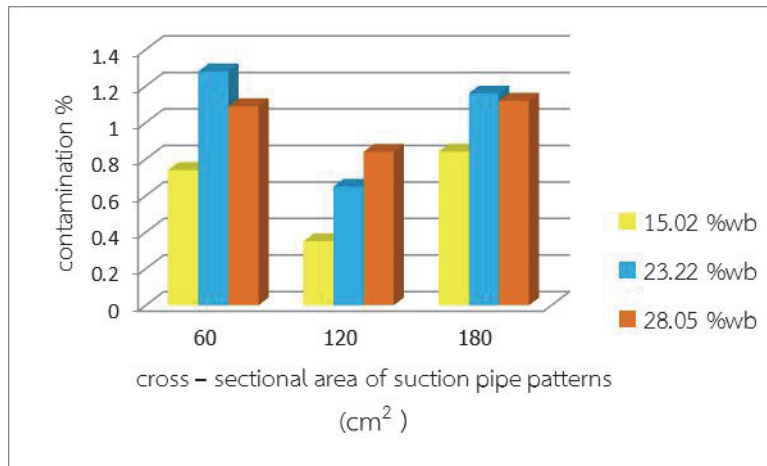


Fig.2 Percentage of contamination with testing at difference cross-sectional area and moisture content.

สรุป

จากการพัฒนาชุดอุปกรณ์ทำความสะอาดแบบลมดูดสำหรับโรงงานข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่ารูปแบบการดูดของปากท่อลมดูด รูปแบบที่ 1 คือมีการติดตั้งปากท่อลมดูดที่ด้านทางออกของรางสลับพื้นปลา ที่ระยะความสูงระหว่างปากท่อลมดูดกับราง 1 เซนติเมตร มีความสามารถในการดูดซึ่งข้าวโพดได้สูงที่สุดคือ 98.01 เปอร์เซ็นต์ และจากการทดสอบพื้นที่หน้าตัดของปากท่อลมดูดที่ 120 ตารางเซนติเมตร มีเปอร์เซ็นต์เจือปนของซึ่งข้าวโพดหลังผ่านปากท่อลมดูด 0.35 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการทดสอบครั้งนี้เลือกใช้ความเร็วลมที่ 13 เมตรต่อวินาที และอยู่ในช่วงความชื้นที่ประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานในการรับซื้อเมล็ดข้าวโพด คือต้องไม่มีสิ่งเจือปนเกิน 0.5 เปอร์เซ็นต์

คำขอขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยภายใต้โครงการพัฒนานักวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม – พวอ. ระดับปริญญาโทประจำปี 2557 และห้างหุ้นส่วนจำกัด ต้าหย่ง อำเภอनावัง จังหวัดหนองบัวลำภู “ทั้งนี้ความเห็นในรายงานผลการวิจัยเป็นของผู้รับทุนสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและห้างหุ้นส่วนจำกัด ต้าหย่ง อำเภอनावัง จังหวัดหนองบัวลำภู ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป” และขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม สำหรับการเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ สถานที่ในการวิจัย และทุนสนับสนุนการนำเสนอผลงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กฤษฎา วุฒิสาว, พงศธร ทองนุช , ภูริชญา เร่งพัฒนกิจ และ วสันต์ อินทร์ตา.2556 ผลของความชื้นต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 84-8. คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ชณัฐ วิพทนะพร.2556 การเพิ่มศักยภาพการอบแห้งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยเครื่องอบแห้งแบบ LSU ด้วยการเสริมคลื่นรังสีอินฟราเรดใกล้ วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
 ศูนย์บริการข้อมูลลูกค้าการลงทุน จังหวัดเชียงใหม่. 2553. บทวิเคราะห์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. สำนักงานพาณิชย์ จังหวัดเชียงใหม่
 Koç, B., I. Eren and F. K. Ertekin. 2008. Modelling bulk density, porosity and shrinkage of quince during drying: The effect of drying method. Original Research Article. Journal of Food Engineering 85 (3): 340-349.