Agricultural Sci. J. 49 : 4 (Suppl.) : 275-278 (2018) ว. วิทย. กษ. 49 : 4 (พิเศษ) : 275-278 (2561)

ผลของความถี่ในการสั่นและความเร็วลมในการแยกหินจากเมล็ดข้าวโพด
Effect of Vibration Frequency and Air Velocity on Corn-Stone Separation

ณัฐวุฒิ เนียมสอน[1,2] วิบูลย์ ช่างเรือ[1,2] และ ดามร บัณฑุรัตน์[1,2]
Natawut Neamsorn[1,2], Viboon Changrue[1,2] and Damorn Bandhurat[1,2]

Abstract

Field corn is a major crop of Thailand and there is increasing in demand for domestic market. After harvested, field corn is husked, dried and shipped to industrial sectors. Corn kernels always contaminate with stones which theirs size is as same as corn kernels but greater in density. The aspirator and sieves separator cannot be used for stone separation. However, stone could be removed from corn kernels by the specific gravity separator which categorizes materials based on theirs different in specific gravity. The corn de-stoner was consisted of inclination vibration sieve and blower at bottom of sieve. Stones which higher specific gravity were moved up to the top of sieve while corn kernels were moved down. This research studied the effect of vibration frequency (11.5, 12.0 and 12.5 Hz) and air velocity (1.6, 2.0, 2.4, 2.8, 3.2, 3.6 and 4.0 m/s) on the self-made small-scale specific gravity separator. The result showed that the appropriate frequency and air velocity was 12.0 Hz and 3.2 m/s with efficiency of separation was at 83.6%.

Keywords: Separation, Corn, Stone

บทคัดย่อ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทยและตลาดในประเทศมีความต้องการสูง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เมื่อถูกเก็บเกี่ยวแล้วจะถูกนำไปกระเทาะและลดความชื้นก่อนที่จะส่งขายไปให้โรงงานอุตสาหกรรม เมล็ดข้าวโพดที่กระเทาะแล้วมักจะมีก้อนหินที่มีขนาดใกล้เคียงกับเมล็ดข้าวโพดแต่มีความหนาแน่นสูงกว่าปะปนอยู่ ก้อนหินนี้ไม่สามารถคัดแยกได้ด้วยการใช้ลมเป่าหรือตะแกรงร่อนแต่จะสามารถแยกออกจากข้าวโพดโดยใช้หลักการความแตกต่างของความถ่วงจำเพาะในการคัดแยก เครื่องคัดแยกหินออกจากเมล็ดข้าวโพดประกอบด้วยตะแกรงเขย่าที่วางตัวเอียงกับพื้นราบและพัดลมเป่าลมเข้าทางด้านล่างของตะแกรง หินซึ่งมีความถ่วงจำเพาะมากกว่าจะเคลื่อนที่ขึ้นไปด้านบนของตะแกรงส่วนข้าวโพดจะไหลลงที่ด้านล่างของตะแกรง งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาผลของความถี่ในการสั่น (11.5 12.0 และ 12.5 Hz) และความเร็วลม (1.6 2.0 2.4 2.8 3.2 3.6 และ 4.0 m/s) ที่มีต่อเครื่องคัดแยกหินจากข้าวโพดขนาดเล็กที่ได้สร้างขึ้น ผลการทดสอบพบว่าความถี่ในการสั่นและความเร็วลมที่เหมาะสมในการคัดแยกคือ 12 Hz และ 3.2 m/s ซึ่งจะได้ประสิทธิภาพการคัดแยก 83.6%

คำสำคัญ: การคัดแยก, ข้าวโพด, หิน

คำนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หรือข้าวโพดไร่อย่างน้อย 6.4 ล้านไร่ โดยพื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่อยู่ในเขตจังหวัดภาคเหนือซึ่งมีพื้นที่ปลูกราว 4.5 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561)ในปัจจุบันความต้องการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยมีสูงกว่าปริมาณที่ผลิตได้ในประเทศ ในปี 2559/2560 มีความต้องการใช้ข้าวโพดปริมาณ 7.82 ล้านตัน แต่ประเทศไทยมีผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ออกมาเพียง 4.3 ล้านตัน (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) การประเมินคุณภาพของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์นอกจากค่าความชื้นของข้าวโพดแล้วจะพิจารณาจากความเสียหายของเมล็ดและจำนวนสิ่งแปลกปลอมในเมล็ดข้าวโพด ซึ่งก็คือวัตถุอื่นๆ ที่ไม่ใช่ฝักและเมล็ดข้าวโพด เช่น ลำต้น ใบ ซัง ดิน กรวด ทราย เป็นต้น ตามมาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ.4002-2552 ข้าวโพดเมล็ดแห้งจะแบ่งออกเป็น 4 ชั้นคุณภาพ โดยเมล็ดข้าวโพดในระดับชั้นคุณภาพที่ 4 จะมีเปอร์เซ็นต์สิ่งแปลกปลอมไม่เกิน 3% โดยน้ำหนัก (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2552) ดังนั้นกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยว

[1] ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[1] Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400
[2] Postharvest Technology Innovation Center, Office of the Higher Commission, Bangkok 10400

ข้าวโพดเพื่อให้ได้เมล็ดข้าวโพดแห้งที่มีคุณภาพตามมาตรฐานก่อนที่จะเก็บรักษาจึงประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การลดความชื้น การกะเทาะ และการทำความสะอาด

การทำความสะอาดข้าวโพดนั้นเป็นการคัดแยกเอาสิ่งแปลกปลอมออกจากเมล็ดข้าวโพด สิ่งแปลกปลอมที่มีขนาดเล็ก หรือใหญ่กว่าเมล็ดข้าวโพดมาก จะสามารถแยกออกได้โดยใช้ตะแกรงคัดแยก ส่วนวัตถุที่มีน้ำหนักเบากว่าเมล็ดข้าวโพดมาก ก็สามารถแยกออกได้โดยใช้ลม แต่สำหรับสิ่งแปลกปลอมที่มีขนาดใกล้เคียงกับเมล็ดข้าวโพดเช่นเม็ดหินนั้นไม่สามารถใช้ตะแกรงหรือลมในการคัดแยกได้ การคัดแยกวัตถุประเภทนี้จะใช้เครื่องแยกหินซึ่งทำงานโดยอาศัยหลักการของความถ่วงจำเพาะที่ต่างกันจะส่งผลให้วัตถุเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ต่างกัน (Wrigley *et al*., 2515)

ตัวเครื่องคัดแยกหินจากเมล็ดข้าวโพดโดยใช้ความถ่วงจำเพาะที่สร้างขึ้นนั้นประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน (ภาพที่ 1) ได้แก่ 1) ส่วนตะแกรง เป็นตะแกรงรูกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรู 5 มิลลิเมตร วางตัวในแนวเอียงกับพื้นด้วยมุม 7° 2) ส่วนชุดโยกสั่นตะแกรง ประกอบด้วย เพลาขับ ลูกเบี้ยว และก้านส่งกำลัง โดยมีระยะชักรวม 6 มิลลิเมตร เพลาขับหมุนโดยอาศัยกำลังมอเตอร์ไฟฟ้า และสามารถปรับความถี่ของการสั่นด้วยอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ (Variable frequency device, VFD) 3) ส่วนพัดลม ประกอบด้วยพัดลมชนิดเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง หมุนโดยอาศัยกำลังมอเตอร์ไฟฟ้า การปรับความเร็วลมทำโดยปรับพื้นที่ไหลเข้าของพัดลม ในขณะทำการคัดแยกก้อนหินที่หนักกว่าจะเคลื่อนที่ขึ้นไปทางด้านบนของตะแกรงขณะที่ข้าวโพดที่เบากว่าจะเคลื่อนที่ลงสู่ด้านล่างของตะแกรง

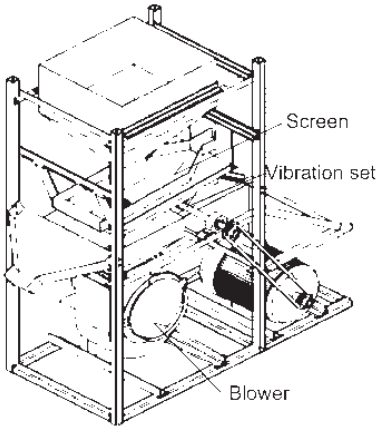

Figure 1 Self-made small-scale specific gravity separator

อุปกรณ์และวิธีการ

1. วัตถุดิบ

เมล็ดข้าวโพดที่มีค่าความชื้นเฉลี่ย 11.79 เปอร์เซ็นต์ ที่ซื้อจากร้านค้าในจังหวัดเชียงใหม่ถูกนำมาผสมกับหิน ในอัตราส่วน 10:1 โดยน้ำหนักก่อนที่จะเก็บไว้ในภาชนะผนึกอากาศเพื่อรอการทดสอบในขั้นตอนต่อไป

2. เครื่องคัดแยกโดยใช้ความถ่วงจำเพาะ

เครื่องคัดแยกที่สร้างขึ้นนี้สามารถปรับตั้งค่าความถี่ในการสั่นและความเร็วลมเฉลี่ยได้ การปรับความถี่ในการสั่นทำผ่านอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์และใช้เครื่องวัดความเร็วรอบ (Lutron DT-2234C+, China) วัดความเร็วของเพลาขับชุดโยกสั่นตะแกรงให้มีค่าความถี่เท่ากับ 11.5 12.0 และ 12.5 Hz การปรับความเร็วลมจะทำโดยปรับพื้นที่ทางเข้าอากาศของพัดลมและใช้อุปกรณ์วัดความเร็วลม (Digicon DA-43, Japan) วัดความเร็วของลมบนตะแกรง 5 จุด (Figure 2) เพื่อให้ได้ค่าความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.6 2.0 2.4 2.8 3.2 3.6 และ 4.0 m/s

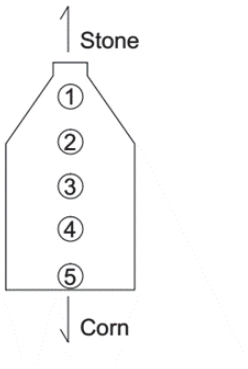

Figure 2 Air velocity measurement location on the screen

3. การทดสอบ

การทดสอบผลคัดแยกหินออกจากถั่วเหลืองด้วยเครื่องคัดแยกที่สร้างขึ้นในสภาวะของการคัดแยกต่างกัน ใช้ความถี่ในการสั่นตะแกรง 3 ค่า และความเร็วลม 7 ค่า การทดสอบในแต่ละสภาวะทำ 3 ซ้ำ เมื่อสิ้นสุดการทดสอบในแต่ละครั้ง บันทึกค่า น้ำหนักข้าวโพดและหินก่อนการคัดแยก เวลาในคัดแยก น้ำหนักเมล็ดข้าวโพดและน้ำหนักหินในส่วนดี น้ำหนักเมล็ดข้าวโพดและก้อนหินในส่วนสิ่งปนเปื้อน และคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพในการคัดแยก และเปอร์เซ็นต์สิ่งแปลกปลอม โดยที่

$$\% \text{ ประสิทธิภาพการคัดแยก} = \frac{\text{น้ำหนักเมล็ดข้าวโพดและหินในส่วนดี}}{\text{น้ำหนักเมล็ดข้าวโพดและหินทั้งหมดที่ป้อน}} \times 100$$

$$\% \text{ สิ่งแปลกปลอม} = \frac{\text{น้ำหนักหินในส่วนดี}}{\text{น้ำหนักรวมส่วนดี}} \times 100$$

ผล

1. ประสิทธิภาพการคัดแยก

ค่าประสิทธิภาพในการคัดแยกหินและข้าวโพดที่ได้จากการทดสอบที่สภาวะต่างๆ แสดงดังกราฟใน Figure 3 ซึ่งจากกราฟพบว่าประสิทธิภาพการคัดแยกที่ได้จากความถี่การสั่น 12.5 Hz ตลอดช่วงระหว่างความเร็วลม 1.6 m/s ถึง 4.0 m/s นั้นมีค่าต่ำกว่าความถี่ในการสั่น 11.5 Hz และ 12.0 Hz ยกเว้นที่ความเร็วลม 1.6 m/s และ 4.0 m/s ซึ่งค่าประสิทธิภาพการคัดแยกมีค่าใกล้เคียงกันทั้งสามความถี่ในการสั่น ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ ที่รายงานว่าค่าประสิทธิภาพในการคัดแยกหินจากถั่วเหลืองมีแนวโน้มลดลงเมื่อความถี่ในการสั่นเพิ่มขึ้น (ณัฐวุฒิและคณะ, 2549)

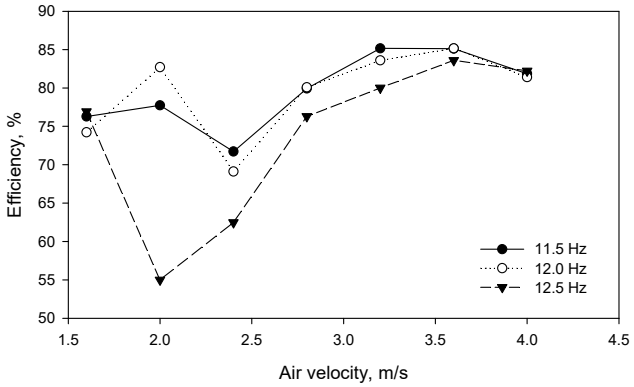

Figure 3 Efficiency of separation at various frequencies and air velocities

เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นจาก 1.6 m/s เป็น 2.4 m/s ค่าประสิทธิภาพของการคัดแยกมีแนวโน้มลดต่ำลง และเมื่อความเร็วในการคัดแยกเพิ่มมากขึ้นจาก 2.4 m/s ทำให้ประสิทธิภาพการคัดแยกเพิ่มสูงขึ้นในทุกความถี่ แต่จะกลับลดลงอีกครั้งเมื่อความเร็วลมเพิ่มจาก 3.6 m/s เป็น 4.0 m/s

2. เปอร์เซ็นต์สิ่งแปลกปลอม

เปอร์เซ็นต์สิ่งแปลกปลอมซึ่งเป็นค่าเปอร์เซ็นต์หินที่ปนเข้าไปอยู่ในส่วนดีของการคัดแยก กราฟแสดงใน Figure 4 ซึ่งพบว่าค่าเปอร์เซนต์สิ่งแปลกปลอมของข้าวโพดที่ผ่านการคัดแยกที่ความถี่ในการสั่น 11.5 Hz และ 12.0 Hz มีการเพิ่มขึ้นและลดลงสอดคล้องกันตลอดทุกค่าความเร็วลมในการคัดแยก ส่วนที่ความถี่ในการสั่น 12.5 Hz นั้น เปอร์เซ็นต์สิ่งแปลกปลอมจะต่ำกว่าอีกสองความถี่ในการสั่น ยกเว้นที่ความเร็วลม 1.6 m/s และ 4.0 m/s

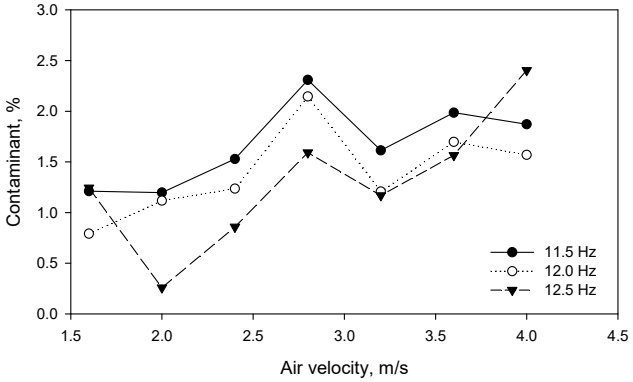

Figure 4 Contamination content of separation at various frequencies and air velocities

วิจารณ์ผลการทดลอง

การคัดแยกหินออกจากข้าวโพดด้วยความถ่วงจำเพาะนั้นต้องการให้ข้าวโพดที่มีความถ่วงจำเพาะน้อยกว่าวางตัวอยู่เหนือหินที่ขณะเคลื่อนที่บนตะแกรง ความเร็วลมที่ต่ำเกินไปจะส่งผลให้ข้าวโพดไม่ลอยตัวขึ้นอยู่เหนือหินซึ่งหากให้ความถี่ในการคัดแยกสูงข้าวโพดก็จะถูกพาขึ้นไปพร้อมกับหินขณะการคัดแยกด้วย ทำให้ประสิทธิภาพในการคัดแยกต่ำลง และเปอร์เซ็นต์สิ่งแปลกปลอมก็จะต่ำเช่นกัน ในทำนองเดียวกันเมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นก็จะทำให้ประสิทธิภาพในการคัดแยกเพิ่มขึ้น แต่หากความเร็วลมสูงเกินไปก็จะทำให้หินลอยตัวและตกลงมาพร้อมกันข้าวโพดทำให้เปอร์เซ็นต์สิ่งแปลกปลอมเพิ่มมากขึ้น

สรุปผลการทดลอง

ค่าความเร็วลมที่ 3.2 m/s และความถี่ในการสั่น 11.5 Hz จะให้ค่าประสิทธิภาพในการคัดแยกสูงที่สุดคือที่ 85.16% แต่เมื่อพิจารณาร่วมกับเปอร์เซ็นต์สิ่งแปลกปลอม สภาวะที่เหมาะสมในการคัดแยกหินและข้าวโพดด้วยเครื่องคัดแยกความถ่วงจำเพาะคือที่ความถี่ในการสั่น 12.0 Hz และความเร็วลม 3.6 m/s โดยมีค่าประสิทธิภาพในการคัดแยก 83.6% และมีค่าเปอร์เซ็นต์สิ่งแปลกปลอม 1.20%

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่สนับสนุนสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2552. มกษ.4002-2552 มาตรฐานสินค้าเกษตร : ข้าวโพดเมล็ดแห้ง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ

ณัฐวุฒิ เนียมสอน, สุรศักดิ์ เนียมแก้ว และถนอมขวัญ ช้ายงาม. 2549. การศึกษาผลของมุมและความถี่ที่มีผลต่อเครื่องคัดแยกถั่วเหลืองแบบเขย่า วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 37 (2 พิเศษ): 190-193.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. สถิติการเกษตรของประเทศไทย 2650. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญ 2561. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กรุงเทพฯ

Wrigley C., H. Corke, K. Seetharaman and J. Faubion. 2015. Encyclopedia of food grains. Academic Press.