

การศึกษาและออกแบบเครื่องคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วงอก Study and Design of Seed Coat Separator from Mungbean Sprouts.

พงศ์ศักดิ์ ชลธนสวัสดิ์¹ บพิตร ตั้งวงศ์กิจ¹ รัตนา ตั้งวงศ์กิจ¹ และ สุณัฏฐา อัจฉริศิลป์เวท¹
Pongsak Chontanaswat¹, Borpit Tangwongkit¹, Rattana Tangwongkit¹ and Sunattha Attisilwet¹

Abstract

The objectives of this study were to develop and evaluate a manual machine which was able to separate seed coats from black mungbean sprouts. A perforated cylindrical drum with circle holes was the main part of this machine. The cylindrical drum was horizontally laid and could be adjusted to incline according to the amount of bean sprouts. The manual power was transmit via sprocket and chain. The bean sprouts were fed into the hopper on the top and the end product was collected at the bottom. The testing revealed that the 5 millimeters diameter of the holes on the perforated drum was most suitable to separate seed coat from bean sprouts. The optimum conditions of the drum to provide the best performance were i.) the sprocket rotation speed was 40 rpm which provided the cylindrical sieve rotation speed of 97.60 rpm and ii.) the angle of inclination was 5 degree. The capacity of separating the bean sprouts and seed coat was 27.00 kgs/hr. In term of quality, the precision of separation was 99.06%, the breakage bean sprouts was 1.19% and the bean sprouts sticking to the cylindrical sieve was 0.28% by weight.

Keywords: bean sprouts, seed coat, separator

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อการสร้างและประเมินผลเครื่องคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วงอกที่เพาะจากเมล็ดถั่วเขียว ผิดดำ โดยใช้ต้นกำลังจากแรงงานคน ทำการออกแบบเครื่องคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วงอกโดยใช้ถังตะแกรงแบบรูปกลมรูปทรงกระบอกในการคัดแยก สามารถปรับตั้งความลาดเอียงของตะแกรงทรงกระบอกคัดแยกได้ ตามปริมาณของถั่วงอกที่ต้องการคัดแยก ใช้ระบบส่งกำลังจากเฟืองและโซ่โดยใช้แรงงานคนในการหมุนตะแกรงคัดแยก มีช่องป้อนถั่วงอกทางด้านบน ช่องรับเปลือกถั่วงอกและช่องรับถั่วงอกที่ผ่านการคัดแยกแล้วทางด้านล่าง ทำการทดสอบคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วงอกด้วยตะแกรงรูปกลมเพื่อหาขนาดของรูตะแกรงที่มีความเหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วงอก พบว่าขนาดของรูตะแกรงที่มีความเหมาะสมมีขนาดรูตะแกรง 5 มิลลิเมตร ผลการออกแบบและทดสอบเครื่องคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วงอก โดยใช้ความเร็วในการหมุนชุดบันได 40 รอบต่อนาที ทำให้ตะแกรงคัดแยกทรงกระบอกหมุนด้วยความเร็ว 97.60 รอบต่อนาที และที่ความลาดเอียงของตะแกรงทรงกระบอกเท่ากับ 5 องศา มีความเหมาะสมที่สุด โดยให้ความสามารถในการคัดแยกถั่วงอกออกจากเปลือกเท่ากับ 27.00 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ความแม่นยำในการคัดแยกถั่วงอกออกจากเปลือกหุ้มเมล็ด 99.06% ถั่วงอกหัก 1.19% และถั่วงอกติดตะแกรง 0.28 % โดยน้ำหนัก

คำสำคัญ: ถั่วงอก การคัดแยก เครื่องคัดแยก

คำนำ

ถั่วงอกคือต้นอ่อนที่งอกออกมาจากเมล็ดถั่ว ซึ่งถั่วที่คนไทยนิยมนำมาเพาะรับประทานเป็นอาหารมากที่สุดคือ ถั่วเขียว ในความเป็นจริงแล้วถั่วชนิดอื่นๆ เช่น ถั่วเหลือง ถั่วดำ ถั่วแดง ถั่วลิสง และถั่วลันเตา เป็นต้น ก็สามารถนำมาเพาะเป็นถั่วงอกได้เช่นเดียวกัน แต่สาเหตุที่ถั่วเขียวงอกเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย ก็เพราะว่าเมล็ดพันธุ์หาได้ง่าย ราคาถูก เพราะเป็นถั่วงอกได้ง่ายเพาะได้รวดเร็ว และรสชาติอร่อย (กำพล และคมสัน, 2547)

ถั่วงอกเป็นผักที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง นอกจากจะประกอบด้วยเส้นใยอาหารที่สูงแล้วนั้น ยังอุดมไปด้วยวิตามินบี วิตามินซี วิตามินอี แร่ธาตุต่างๆ และเป็นแหล่งโปรตีนที่จำเป็นต่อร่างกาย ซึ่งสารอาหารต่างๆ เหล่านี้เป็นสารอาหารที่ร่างกายสามารถย่อยได้โดยง่าย และร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงมีส่วนช่วยในระบบการย่อยอาหารและขับถ่าย ตลอดจนมีส่วนช่วยป้องกันโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ได้เป็นอย่างดี และเพราะเหตุนี้เอง ปัจจุบันถั่วงอกจึงได้เป็นที่นิยมในการ

¹ ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

¹ Department of Farm mechanics, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

นำมารับประทานเป็นอย่างมาก ทำให้มีการผลิตถั่วงอกเพื่อจำหน่ายกันมากขึ้น การเพาะถั่วงอกโดยการนำเมล็ดถั่วมาใส่ลงในภาชนะเพาะที่ปิดให้พ้นแสง แล้วรดน้ำในระยะเวลาที่เหมาะสมของรากจะค่อยๆ แทงทะลุเปลือกหุ้มเมล็ดออกมาจนกลายเป็นลำต้นและมีส่วนหัวเป็นส่วนที่เก็บสารอาหารและพลังงานเอาไว้เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต ส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดก็จะหลุดออกจะต้องนำถั่วงอกไปทำความสะอาดและคัดแยกถั่วงอกออกจากเปลือกหุ้มเมล็ด เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าในเรื่องของคุณภาพและราคาให้กับถั่วงอก (อรุณ, 2552)

การคัดแยกเปลือกเมล็ดถั่วงอกนั้นเป็นกระบวนการแยกส่วนของถั่วงอกซึ่งเป็นส่วนที่เราจะนำไปรับประทานหรือจำหน่ายออกจากส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ด ซึ่งส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดนี้เป็นส่วนที่ไม่ต้องการ เพราะโดยทั่วไปจะเป็นส่วนที่คนไม่ชอบนำมารับประทาน ดังนั้นถั่วงอกที่ผ่านการคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดจะมีราคาที่สูงขึ้น โดยถั่วงอกที่มีการคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดจะมีราคาที่สูงกว่าถั่วงอกแบบไม่คัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดอยู่ประมาณกิโลกรัมละ 1-2 บาท ส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดที่คัดแยกได้ ปัจจุบันนั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากมาย เช่น นำไปเป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์ นำไปเป็นส่วนผสมของปุ๋ยอินทรีย์ และสามารถนำไปเป็นไส้ในของหมอนซึ่งเป็นสินค้าพื้นบ้านได้ เป็นต้น

การคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วงอกที่นิยมในประเทศไทยแบ่งออกได้เป็น 4 วิธีดังนี้ (สุภัทสร, 2554)

1. การร่อนด้วยตะแกรง คือ วิธีที่นำถั่วงอกที่เพาะเสร็จแล้วมาใส่ในตะแกรง (หรือกระด้ง) ที่มีช่องขนาดที่เล็กพอจะให้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วงอกหล่นลงไปได้ แล้วทำการผัดตะแกรงเบาๆ เปลือกหุ้มเมล็ดจะค่อยๆ หลุดหล่นออกไป ซึ่งเป็นวิธีที่ทำได้ง่าย ใช้เวลาในการแยกที่รวดเร็ว แต่ข้อเสียคือถั่วงอกจะช้ำได้ง่าย
2. การเป่าด้วยลม คือ วิธีที่นำถั่วงอกที่เพาะเสร็จแล้วมาใส่ในตระแกรง แล้วนำอุปกรณ์พลมที่มีแรงดันลมที่พอเหมาะมาเป่าจากด้านล่าง เปลือกหุ้มเมล็ดที่มีน้ำหนักเบากว่าถั่วงอกเมื่อถูกแรงลมก็จะปลิวแยกออกจากถั่วงอก
3. การคัดแยกด้วยมือ คือ การนำมือค่อยๆ หยิบจับถั่วงอกแล้วทำการเขย่า เพื่อให้เปลือกถั่วงอกค่อยๆ หลุดออกไป
4. การคัดแยกด้วยน้ำ คือ วิธีที่นำเอาถั่วงอกที่เพาะเสร็จแล้วมาใส่ลงในน้ำที่อยู่ในภาชนะ แล้วค่อยๆ แกว่งน้ำ เพื่อให้เปลือกหุ้มเมล็ดนั้นแยกออกจากถั่วงอก แล้วนำมือหยิบเอาถั่วงอกออกมา วิธีนี้เป็นวิธีที่ถั่วงอกจะบอบช้ำน้อยที่สุด และเป็นวิธีที่ล้างถั่วงอกไปในตัว แต่ข้อเสียคือใช้เวลาในการแยกนาน

เครื่องคัดแยกขนาดแบบตะแกรงทรงกระบอก (Drum Screen) วัตถุประสงค์ที่จะคัดแยกด้วยตะแกรงแบบนี้ มักเป็นพืชที่มีขนาดเล็ก เช่น พวงถั่วต่างๆ ลักษณะของเครื่องคัดแยกขนาดแบบนี้ อาจเป็นแบบตะแกรงเดี่ยว (ตะแกรงวางเรียงแบบอนุกรมและแบบขนาน) หรือแบบตะแกรงมากกว่าหนึ่งชั้นซ้อนกัน ตะแกรงจะมีช่องเปิดคดงที่ ในขณะที่คัดแยกตะแกรงทรงกระบอกจะหมุนด้วยอัตราเร็วเหมาะสม และมีมุมเอียงของตะแกรงที่พอเหมาะ วัตถุประสงค์ที่มีขนาดเล็กจะผ่านช่องเปิดของตะแกรงที่มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุประสงค์ส่วนวัตถุประสงค์ขนาดใหญ่ที่ผ่านช่องเปิดไม่ได้ก็จะแยกออกไปอีกทางหนึ่ง (ชัยยันต์, 2547)

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและประเมินผลเครื่องคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วงอกที่เพาะจากเมล็ดถั่วเขียวฝักดำ โดยใช้แรงงานคนเป็นต้นกำลัง เนื่องจากปัจจุบันมีการบริโภคถั่วงอกในปริมาณมาก แต่กระบวนการคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วงอกในอุตสาหกรรมขนาดเล็กยังใช้แรงงานคนเป็นผู้ดำเนินการ ใช้ระยะเวลาการทำงานยาวนานและใช้จำนวนแรงงานมาก จากสาเหตุของปัญหาดังกล่าวจึงเป็นที่มาของการศึกษาออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วงอก เพื่อให้สามารถใช้ในการคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วงอกที่เพาะจากถั่วเขียวฝักดำที่มีจำหน่ายในตลาดทั่วไป เพื่อช่วยลดระยะเวลาและแรงงานในการคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วงอก

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของถั่วงอกและเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วงอกที่เพาะจากถั่วเขียวฝักดำ วัดขนาด รูปร่างและน้ำหนักของถั่วงอกและเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วงอกที่เพาะจากถั่วเขียวฝักดำ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการเลือกและออกแบบตะแกรงคัดแยก โดยทำการวัด ความกว้าง ความหนา ความยาว และน้ำหนัก ของถั่วงอกและเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วงอกที่เพาะจากถั่วเขียวฝักดำที่มีจำหน่ายในตลาด อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม
2. ศึกษาขนาดของรูตะแกรงที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการคัดแยกถั่วงอกและเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วงอกที่เพาะจากถั่วเขียวฝักดำ โดยเลือกขนาดของรูตะแกรงให้ใกล้เคียงกับขนาดของเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วงอก เมื่อได้ตะแกรงที่มีขนาดที่ต้องการแล้วทำการทดสอบและประเมินผลการคัดแยกถั่วงอกโดยการประเมินผลความสามารถในการคัดแยกถั่วงอก ปริมาณถั่วงอกที่รอดผ่านรูตะแกรงคลงกับเปลือก และปริมาณถั่วงอกที่ติดตะแกรง
3. ออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วงอก โดยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาคุณสมบัติของถั่วงอกและเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วงอกที่เพาะจากถั่วเขียวฝักดำ และขนาดของรูตะแกรงที่เหมาะสมมาใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ

โดยมีรายละเอียดส่วนประกอบหลักของตัวเครื่อง คือ โครงสร้างหลักเป็นหลัก ตะแกรงคัดแยกทรงกระบอกอลูมิเนียม ชุดปรับมุมเอียงของตะแกรงคัดแยกทรงกระบอก ถังป้อนถั่วงอก ช่องปล่อยเปลือกหุ้มเมล็ด ช่องปล่อยถั่วงอก ระบบส่งกำลังและขับเคลื่อนโดยใช้แรงงานคน ตัวเครื่องมีน้ำหนักเบาสามารถเคลื่อนที่ได้ง่าย

4. ประเมินผลการทำงานของเครื่องคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วงอกที่เพาะจากถั่วเขียวผิวดำ โดยทำการประเมินผลการคัดแยกถั่วงอกออกจากเปลือกหุ้มเมล็ด จากปัจจัยที่เกี่ยวข้อง คือ ความเร็วการหมุนชุดปั่น ความเร็วรอบของตะแกรงคัดแยกทรงกระบอก ความสามารถในการคัดแยกถั่วงอก ความแม่นยำในการคัดแยก ปริมาณถั่วงอกหัก ปริมาณถั่วงอกติดตะแกรง และถั่วงอกคละกับเปลือก ทดสอบที่ระดับมุมเอียงของตะแกรงคัดแยกทรงกระบอก 3 ระดับ คือที่มุม 3, 4 และ 5 องศา โดยใช้จำนวนซ้ำในการทดสอบ 5 ซ้ำในแต่ละมุม และทำการวิเคราะห์ประเมินผลการทดสอบดังสมการที่ (1) ถึงสมการที่ (5)

4.1 การวิเคราะห์ความสามารถในการคัดแยกถั่วงอก

$$\text{ความสามารถในการคัดแยก} = \frac{\text{น้ำหนักถั่วงอกที่คัดได้}}{\text{เวลาที่ใช้ในการคัดแยก}}, (\text{กก./ชม.}) \quad \dots(1)$$

4.2 การวิเคราะห์ความแม่นยำในการคัดแยกถั่วงอก

$$\text{ความแม่นยำในการคัดแยก} = \frac{\sum Si}{N} \times 100, (\%) \quad \dots(2)$$

เมื่อ $Si = \frac{Ti - Yi}{Ti}$, Si = สัดส่วนความแม่นยำของถั่วงอกที่ถูกคัดบนช่องรับถั่วงอกที่ i , Ti = ถั่วงอกทั้งหมดที่คัดได้บนช่องรับถั่วงอกที่ i , Yi = ถั่วงอกที่ไม่ถูกคัดของช่องรับถั่วงอกที่ i , N = จำนวนช่องรับถั่วงอก

4.3 การวิเคราะห์ปริมาณถั่วงอกติดตะแกรง

$$\text{ปริมาณถั่วงอกติดตะแกรง} = \frac{\text{น้ำหนักถั่วงอกที่ติดตะแกรง}}{\text{น้ำหนักถั่วงอกทั้งหมด}} \times 100, (\%) \quad \dots(3)$$

4.4 การวิเคราะห์ปริมาณถั่วงอกหัก

$$\text{ปริมาณถั่วงอกหัก} = \frac{\text{น้ำหนักถั่วงอกที่เสียหาย}}{\text{น้ำหนักถั่วงอกทั้งหมด}} \times 100, (\%) \quad \dots(4)$$

4.5 การวิเคราะห์ปริมาณถั่วงอกคละกับเปลือก

$$\text{ปริมาณถั่วงอกคละกับเปลือก} = \frac{\text{น้ำหนักของถั่วงอกคละกับเปลือก}}{\text{น้ำหนักถั่วงอกทั้งหมดที่คัดได้}} \times 100, (\%) \quad \dots(5)$$

ผล

คุณสมบัติทางกายภาพและน้ำหนักของถั่วงอก พบว่าส่วนที่กว้างที่สุดเฉลี่ย 6.49 มม. ส่วนที่แคบที่สุดเฉลี่ย 0.95 มม. ความยาวเฉลี่ย 58.82 มม. และน้ำหนักเฉลี่ย 0.51 กรัม/ตัน ส่วนคุณสมบัติทางกายภาพและน้ำหนักของเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วงอก พบว่ามีความกว้างเฉลี่ย 5.04 มม. ความหนาเฉลี่ย 3.99 มม. ความยาวเฉลี่ย 6.28 มม. และน้ำหนักเฉลี่ย 0.007 กรัม/เปลือก

คุณสมบัติทางกายภาพที่ได้จากการทดลองที่หนึ่งสามารถเลือกขนาดของรูของตะแกรงแบบรูปกลม 3 ขนาด คือ ขนาดรูตะแกรง 5, 6 และ 7 มม. ผลการทดสอบคัดแยกถั่วงอกพบว่าตะแกรงขนาด 5 มม. มีความสามารถในการคัดแยกเฉลี่ย 5.96 กก./ชม. ถั่วงอกคละกับเปลือก 9.96% ถั่วงอกติดตะแกรง 1.80% ตะแกรงขนาด 6 มม. มีความสามารถในการคัดแยกเฉลี่ย 5.99 กก./ชม. ถั่วงอกคละกับเปลือก 16.83% ถั่วงอกติดตะแกรง 1.21% และตะแกรงขนาด 7 มม. มีความสามารถในการคัดแยกเฉลี่ย 5.99 กก./ชม. ถั่วงอกคละกับเปลือก 24.52% และถั่วงอกติดตะแกรง 0.94%

ตะแกรงแบบรูปกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มม. มีความสามารถในการคัดแยกถั่วงอกใกล้เคียงกับตะแกรงขนาดอื่นๆ แต่มีปริมาณถั่วงอกคละกับเปลือกต่ำที่สุด จึงเลือกใช้ตะแกรงขนาด 5 มม. ส่วนประกอบหลักของตัวเครื่องประกอบด้วยโครงสร้างหลัก ตะแกรงคัดแยกทรงกระบอกยาว 60 ซม. มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 26 ซม. สามารถหมุนฟรีจากระบบส่งกำลัง ซึ่งประกอบด้วย ชุดเฟืองขับที่เป็นจานโซ่จำนวน 44 เฟือง และชุดเฟืองตามที่เป็นสเตอร์แบบหมุนฟรีได้จำนวน 18 เฟือง ส่งกำลังด้วยโซ่ความยาว 60 ซม. คำนวณอัตราทดของฟันเฟืองของระบบขับเคลื่อนได้เท่ากับ 2.44 เมื่อหมุนชุดปั่นไป 1 รอบ ตะแกรงคัดแยกทรงกระบอกจะหมุน 2.44 รอบ โดยใช้แรงงานคนในการหมุนชุดปั่น ชุดปรับตั้งมุมเอียงของตะแกรงคัดแยกปรับมุมเอียงได้ 3 ระดับ คือ 3, 4 และ 5 องศา ถังป้อนถั่วงอก ช่องปล่อยเปลือกหุ้มเมล็ด ช่องปล่อยถั่วงอกที่ผ่านการคัดแยกแล้ว ตัวเครื่องมีน้ำหนักเบาสามารถเคลื่อนที่ได้สะดวก

Table 1 Evaluation of the manually driven black mungbean sprout seed coat separator at the cylindrical sieve rotation speed of 97.60 rpm.

Angle of inclination (degree)	Capacity (Kgs/hr.)	Precision (% by weight)	Breakage of bean sprouts (% by weight)	Bean sprout sticking at the cylindrical sieve (% by weight)	Bean sprout mixed with seed coats (% by weight)
3	26.73	98.15	1.78	0.50	12.52
4	26.85	98.49	1.45	0.33	11.35
5	27.00	99.05	1.19	0.28	6.51

ความสามารถในการทำงานของเครื่องคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วงอกที่เพาะจากถั่วเขียวผิวดำ ที่มีมุมเอียงของตะแกรงคัดแยกทรงกระบอก 5 องศา ที่ความเร็วการหมุนชุดปั่น 40.00 รอบ/นาที ความเร็วรอบของตะแกรงคัดแยกทรงกระบอก 97.60 รอบ/นาที พบว่ามีความสามารถและความแม่นยำในการคัดแยกถั่วงอกสูงสุด เท่ากับ 27.00 กก./ชม. และ 99.05% ตามลำดับ และปริมาณถั่วงอกหัก ปริมาณถั่วงอกติดตะแกรง ปริมาณถั่วงอกคละกับเปลือกต่ำที่สุดเท่ากับ 1.19%, 0.28% และ 6.51% (โดยน้ำหนัก) ตามลำดับ

วิจารณ์ผล

การสร้างและประเมินผลเครื่องคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วงอกที่เพาะจากเมล็ดถั่วเขียวผิวดำ โดยใช้ถังตะแกรงแบบรูปกลมรูปทรงกระบอกในการคัดแยก ขนาดของรูตะแกรงที่มีความเหมาะสมมีขนาดรูตะแกรง 5 มิลลิเมตร ความสามารถในการคัดแยกถั่วงอกออกจากเปลือกเท่ากับ 27.00 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ความแม่นยำในการคัดแยกถั่วงอกออกจากเปลือกหุ้มเมล็ด 99.05% ถั่วงอกหัก 1.19% และถั่วงอกติดตะแกรง 0.28% โดยน้ำหนัก โดยมีความสอดคล้องกับผลการศึกษากการออกแบบ สร้างและประเมินผล เครื่องคัดขนาดถั่วลันเตาแบบตะแกรงทรงกระบอกหมุน ของชัยยันต์ (2547) ซึ่งมีแนวโน้มเป็นไปได้มากที่สุดเมื่อเทียบกับการคัดขนาดด้วยเครื่องคัดขนาดแบบตะแกรงฐานเรียบและการคัดขนาดโดยใช้คนร่อนตะแกรง

สรุป

การออกแบบสร้างและประเมินผลการทำงาน of เครื่องคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วงอกที่เพาะจากถั่วเขียวผิวดำตัวเครื่องมีน้ำหนักเบาเคลื่อนที่ได้สะดวก ตะแกรงคัดแยกทรงกระบอกอลูมิเนียมแบบรูปกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มม. ใช้แรงงานคนในเป็นต้นกำลังและส่งกำลังด้วยโซ่และเฟือง ที่มีมุมเอียงของตะแกรงคัดแยกทรงกระบอกระดับ 5 องศา มีความสามารถและความแม่นยำในการคัดแยกถั่วงอกสูงสุด และปริมาณการสูญเสียถั่วงอกจากการหัก ปริมาณถั่วงอกติดตะแกรงและปริมาณถั่วงอกคละกับเปลือกหุ้มเมล็ดต่ำที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- กำพล กาหลง และคมสัน หุตะแพทย์. 2547. คู่มือพึ่งตัวเอง : สารพัดวิธีเพาะถั่วงอก เพาะกินเองก็ได้ เพาะขายก็ดี. มูลนิธิศูนย์สื่อเพื่อการพัฒนา. กรุงเทพฯ. หน้า 60.
- ชัยยันต์ จันทศิริ. 2547. เครื่องคัดขนาดถั่วลันเตาแบบตะแกรงทรงกระบอกหมุน. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมเครื่องกลเกษตร. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.
- สุภัทสร สิบมา. 2554. ถั่วงอก. แหล่งเรียนรู้โรงเรียนชุมชนบ้านหนองหญ้าปล้อง. จังหวัดพิจิตร.
- อรุณ สีแจ่ม. 2552. เทคนิคการเพาะถั่วงอกขาย. ศูนย์บริการข้อมูลคลินิกเพื่อเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ.