

การออกแบบเครื่องคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดและทำความสะอาดถั่วงอก Designing of Seed Coat Separator and Cleaner for Mungbean Sprouts

พงศ์ศักดิ์ ชลธนสวัสดิ์¹ ชุตติ ม่วงประเสริฐ¹ บพิตร ตั้งวงศ์กิจ¹ รัตนา ตั้งวงศ์กิจ¹ และพูลประเสริฐ ปิยะอนันต์¹
Pongsak Chontanaswat¹, Chuti Moungrasert¹, Borpit Tangwongkit¹, Rattana Tangwongkit¹ and Phulprasert Piya-anunt¹

Abstract

The objective of this research was to design a seed coat separator and cleaner for mungbean sprouts (germinated black mungbean seeds) The design concept based on different density and buoyant force. The main component was a cylindrical sieve with circle holes, driven by belt and electrical motor. The cylindrical sieve was inside a water tray in which seed coats and mungbean sprouts were separated into different layers. Seed coats which were smaller and had lower density than mungbean sprouts floated on the surface of water and moved out of the cylindrical sieve while cleaned bean sprouts moved to the outlet located on the other side of the cylindrical sieve. It was found that 6 mm sieve size and 4 degree slope of the cylindrical sieve were optimal for seed coat separation at 22.8 rpm relation for cylindrical sieve. The machine had a separating capacity 25.4 kg bean sprout/hour with 92.1% of cleaned sprouts, 2.8% of sprouts stuck to the sieve, and 3.1% of sprouts passed through the sieve and 0.9% of damaged sprouts. Mungbean sprouts separated by this machine had shorter storage life than manually separated.

Keywords: bean sprouts, separator, sorting

บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบสร้างเครื่องคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดและทำความสะอาดถั่วงอกได้จากเมล็ดถั่วเขียวผิวดำ การออกแบบอาศัยหลักความแตกต่างของความหนาแน่นและแรงลอยตัวของวัตถุ ส่วนประกอบหลักของเครื่องคือ ตะแกรงทรงกระบอกกลมขับเคลื่อนด้วยสายพานและมอเตอร์ไฟฟ้า ตะแกรงทรงกระบอกคัดแยกอยู่ในกระบะที่บรรจุน้ำเพื่อให้เกิดการแยกชั้นและทำให้เกิดการคัดแยกถั่วงอกและเปลือกหุ้มเมล็ดออกจากกัน เปลือกหุ้มเมล็ดมีขนาดเล็กและความหนาแน่นน้อยกว่าจะลอยบนผิวน้ำและลอดผ่านรูตะแกรงออกมาด้านบน ส่วนต้นถั่วงอกจะถูกปล่อยออกอีกด้านหนึ่งของตะแกรงทรงกระบอก จากผลการทดสอบพบว่าเมื่อใช้ขนาดของรูตะแกรง 6 มม. ที่ความลาดเอียง 4 องศา ความเร็วรอบของตะแกรงทรงกระบอก 22.8 รอบ/นาที อัตราการคัดแยกสูงสุดเท่ากับ 25.4 กก./ชม. ความสามารถในการคัดแยก 92.1% ถั่วงอกติดตะแกรง 2.8% ถั่วงอกหลุดรูตะแกรง 3.1% และถั่วงอกเสียหาย 0.9% คุณภาพของถั่วงอกที่ได้จากการคัดแยกด้วยเครื่องจะมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการคัดแยกด้วยคน

คำสำคัญ: ถั่วงอก, เครื่องคัดแยก, การคัดขนาด

คำนำ

ถั่วงอก คือ ผักชนิดหนึ่งซึ่งเป็นต้นอ่อนที่เพิ่งโผล่พ้นเมล็ดโดยอาศัยธาตุอาหารต่างๆ ที่ถูกสะสมไว้ในเมล็ดเพื่อที่จะเติบโตเป็นต้นถั่ว แต่เมื่อนำเมล็ดถั่วมาเพาะในสภาพที่เหมาะสมโดยไม่ให้โดนแสงแดด ใบเลี้ยงกับรากของต้นถั่วจึงยังไม่โผล่เป็นต้นกล้า ยังเป็นแค่หน่ออ่อนของถั่ว จึงเรียกว่าถั่วงอก (กำพลและคมสัน, 2547)

เมล็ดถั่วที่คนไทยนิยมนำมาเพาะรับประทานเป็นอาหารมากที่สุดคือเมล็ดถั่วเขียว เพราะเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวหาได้ง่าย ราคาถูก และสามารถเพาะเป็นถั่วงอกได้ง่าย เพาะได้รวดเร็ว และมีรสชาติอร่อย (กำพลและคมสัน, 2547)

การเพาะถั่วงอกโดยการนำเมล็ดถั่วมาใส่ลงในภาชนะเพาะที่ปิดให้พ้นแสง แล้วรดน้ำในระยะเวลาที่เหมาะสมส่วนของรากจะค่อยๆ แทงทะลุเปลือกหุ้มเมล็ดออกมาจนกลายเป็นลำต้นและมีส่วนหัว ส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดก็จะหลุดออก (อรุณ, 2552)

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

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

การคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วจากต้นถั่วซึ่งเป็นส่วนที่จะนำไปรับประทานหรือจำหน่าย ซึ่งส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดนี้เป็นส่วนที่ไม่ต้องการ เพราะโดยทั่วไปจะเป็นส่วนที่คนไม่ชอบนำมารับประทาน ดังนั้นต้นถั่วที่ผ่านการคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดออกแล้วจะมีราคาที่สูงขึ้น โดยต้นถั่วที่มีการคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดออกแล้วจะมีราคาที่สูงกว่าถั่วแบบไม่คัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดประมาณกิโลกรัมละ 1-2 บาท ส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วที่คัดแยกได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีกมากมาย เช่น นำไปเป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์ นำไปเป็นส่วนผสมของปุ๋ยอินทรีย์ และสามารถนำไปเป็นไส้ในของหมอนซึ่งเป็นสินค้าพื้นบ้านได้ เป็นต้น

วิธีการคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วที่นิยมในประเทศไทยแบ่งออกได้เป็น 4 วิธีคือ (สุภัทสร, 2554) 1. การร่อนด้วยตะแกรง คือ วิธีที่นำถั่วที่เพาะเสร็จแล้วมาใส่ในตะแกรงหรือกระด้ง ซึ่งเป็นวิธีที่ทำได้ง่าย ใช้เวลาในการแยกที่รวดเร็ว แต่ข้อเสียคือถั่วจะช้ำได้ง่าย 2. การเป่าด้วยลม นำถั่วที่เพาะเสร็จแล้วมาใส่ในตะแกรง แล้วเป่าลมจากด้านล่าง เปลือกหุ้มเมล็ดก็จะปลิวแยกออกจากถั่ว 3. การคัดแยกด้วยมือ 4. การคัดแยกด้วยน้ำ นำเอาถั่วที่เพาะเสร็จแล้วมาเทใส่ลงในน้ำที่อยู่ในภาชนะ แล้วค่อยๆ แกว่งน้ำ เพื่อให้เปลือกหุ้มเมล็ดแยกออกจากต้นถั่ว แล้วใช้มือหยิบเอาต้นถั่วออกมา วิธีนี้ต้นถั่วจะบอบช้ำน้อยที่สุด และเป็นวิธีที่ล้างต้นถั่วไปในตัว แต่มีข้อเสียคือใช้เวลาในการคัดแยกนาน

การคัดแยกด้วยเครื่องคัดแยกขนาดแบบตะแกรงทรงกระบอก (Drum Screen) ซึ่งวัตถุประสงค์ที่จะนำมาทำการคัดแยกมักเป็นพืชที่มีขนาดเล็ก เช่น พริกต่างๆ ลักษณะของเครื่องคัดแยกขนาดแบบนี้อาจเป็นแบบตะแกรงเดี่ยว (ตะแกรงวางเรียงแบบอนุกรมและแบบขนาน) หรือแบบตะแกรงมากกว่าหนึ่งชั้นซ้อนกัน ตะแกรงจะมีช่องเปิดคองที่ (Brennan, 1990) ในขณะที่ทำการคัดแยกตะแกรงทรงกระบอกจะหมุนด้วยอัตราเร็วที่เหมาะสม และมีมุมเอียงของตะแกรงที่พอเหมาะ วัตถุประสงค์ที่มีขนาดเล็กจะผ่านช่องเปิดของตะแกรงที่มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุประสงค์ ส่วนวัตถุประสงค์ขนาดใหญ่ที่ผ่านช่องเปิดไม่ได้ก็จะแยกออกไปอีกทางหนึ่ง (ชัยยนต์, 2547)

เนื่องจากปัจจุบันกระบวนการในการคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วในอุตสาหกรรมขนาดเล็กยังใช้แรงงานคนซึ่งใช้ระยะเวลาการทำงานที่ยาวนานและใช้จำนวนแรงงานมาก จึงเป็นที่มาของการศึกษาออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วพร้อมทั้งสามารถทำการล้างต้นถั่วในขั้นตอนเดียวเพื่อช่วยลดระยะเวลาและแรงงานคนในการคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดถั่ว

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของต้นถั่วและเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วที่เพาะจากถั่วเขียวผิวดำ โดยการวัดขนาด ชั่งน้ำหนัก ปริมาตรและความหนาแน่น ของต้นถั่วและเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วที่มีจำหน่ายในท้องตลาดเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการออกแบบและกำหนดขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางรูตะแกรงคัดแยก
2. นำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการกำหนดขนาดของรูตะแกรงที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วที่เพาะจากถั่วเขียวผิวดำ โดยเลือกขนาดของรูตะแกรงให้ใกล้เคียงกับขนาดของเปลือกหุ้มเมล็ด
3. ทดสอบและประเมินผลการคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วโดยการประเมินผลความสามารถในการคัดแยกต้นถั่ว ปริมาณถั่วที่รอดผ่านรูตะแกรงและปริมาณถั่วที่ติดตะแกรง
4. ออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดและทำความสะอาดถั่ว โดยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาคุณสมบัติของถั่วและเปลือกหุ้มเมล็ดที่เพาะจากถั่วเขียวผิวดำ รวมทั้งขนาดของรูตะแกรงที่เหมาะสมมาใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดและมีหลักการออกแบบตัวเครื่องให้มีน้ำหนักเบาและมีล้อสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายโดยมีรายละเอียดส่วนประกอบหลักของตัวเครื่อง คือ โครงสร้างหลักสำหรับยึดชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่อง อุปกรณ์สำหรับทำหน้าที่คัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดโดยใช้ตะแกรงคัดแยกแบบรูปทรงกระบอก ถังป้อนถั่ว ช่องปล่อยเปลือกหุ้มเมล็ดและต้นถั่ว มอเตอร์ไฟฟ้าต้นกำลัง กระบะสำหรับใส่น้ำพร้อมปั๊มน้ำและระบบท่อ

ทำการทดสอบและประเมินผลการทำงานของเครื่องคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดและทำความสะอาดถั่วที่ออกแบบและสร้างขึ้น โดยทำการทดสอบการทำงานของตัวเครื่องและการคัดแยกถั่วที่เพาะจากถั่วเขียวผิวดำที่มีจำหน่ายในท้องตลาด โดยการวัดความสามารถในการคัดแยกถั่ว ความแม่นยำในการคัดแยก ปริมาณถั่วเสียหายจากการหัก ปริมาณถั่วที่ติดตะแกรง ปริมาณถั่วที่ลอดรูตะแกรง ปริมาณถั่วที่สูญเสีย โดยทำการวิเคราะห์ประเมินผลการทดสอบดังสมการที่ (1) และทำการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของถั่วที่คัดแยกด้วยคนและการคัดแยกด้วยเครื่องคัดแยก

$$\text{ความแม่นยำในการคัดแยก} = \frac{\sum x_i}{N} \times 100, (\%) \quad \dots(1)$$

เมื่อ $S_i = \frac{T_i \cdot Y_i}{N}$, S_i = สัดส่วนความแม่นยำของถ่วงอกที่ถูกคัดบนช่องรับถ่วงอกที่ i , T_i = ถ่วงอกทั้งหมดที่คัดได้บนช่องรับถ่วงอกที่ i , Y_i = ถ่วงอกที่ไม่ถูกคัดของช่องรับถ่วงอกที่ i , N = จำนวนช่องรับถ่วงอก

ผล

คุณสมบัติทางกายภาพของต้นถ่วงอกที่เพาะจากเมล็ดถั่วเขียวมีค่าพบว่าต้นถ่วงอกมีขนาดของส่วนที่กว้างที่สุดเฉลี่ย 6.4 มม. ขนาดของส่วนที่แคบที่สุดเฉลี่ย 0.9 มม. ความยาวเฉลี่ย 58.8 มม. น้ำหนักเฉลี่ย 0.51 กรัมต่อต้น และความหนาแน่นเท่ากับ 0.35 กรัม/ลบ.ซม. ส่วนเปลือกหุ้มเมล็ดมีความกว้างเฉลี่ย 5.04 มม. ความหนาเฉลี่ย 3.9 มม. ความยาวเฉลี่ย 6.2 มม. น้ำหนักเฉลี่ย 0.007 กรัมต่อเปลือก และความหนาแน่นเท่ากับ 0.089 กรัม/ลบ.ซม. จะเห็นได้ว่าต้นถ่วงอกมีความหนาแน่นมากกว่าเปลือกหุ้มเมล็ด คิดเป็น 74.71% หรือ 3.94 เท่า นำข้อมูลที่ได้มากำหนดขนาดของรูของตะแกรงแบบรูปกลม 3 ขนาด คือ 5, 6 และ 7 มม.

จากการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องคัดแยกและทำความสะอาดถ่วงอก ตัวเครื่องมีส่วนประกอบหลักคือ โครงสร้างหลัก ตะแกรงคัดแยกแบบรูปกลมรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางรู 6 มม. ระยะห่างระหว่างรูตะแกรง 7.5 มม. ตะแกรงทรงกระบอกมีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลาง 500 มม. และความยาว 1,150 มม. ทำจากสแตนเลสป้องกันการเกิดสนิมมอเตอร์ไฟฟ้าต้นกำลังขนาด 0.5 แรงม้า 220 โวลต์ ดึงป้อนถ่วงอกสำหรับป้อนถ่วงอกลงไปบนตะแกรงคัดแยกทรงกระบอก กระบะทรงสี่เหลี่ยมสำหรับใส่น้ำเพื่อช่วยในการคัดแยกและทำความสะอาดถ่วงอก บั๊มสูบน้ำและระบบท่อส่งน้ำทำหน้าที่สูบน้ำทำให้เกิดการไหลเวียนของน้ำ ต้นถ่วงอกที่ผ่านการคัดแยกจะถูกลำเลียงออกไปยังช่องทางออกของถ่วงอกด้วยใบพายที่ติดอยู่ภายในตะแกรงทรงกระบอกคัดแยก



Figure 1 Components of a seed coat separator and cleaner for mungbean sprouts (germinated black mungbean seeds)

หลักการทำงานของเครื่องเริ่มจากการเติมน้ำลงในกระบะให้ได้ระดับ เปิดสวิตซ์เครื่องเพื่อให้มอเตอร์ไฟฟ้าทำงานและส่งกำลังไปยังเฟือง พูลเลย์และสายพาน เพื่อขับให้แกนของตะแกรงทรงกระบอกหมุน เมื่อความเร็วรอบคงที่แล้วทำการป้อนถ่วงอกพร้อมเปลือกที่ยังไม่ได้ทำการคัดแยกลงไปบนถ่วงอกพร้อมเปลือกจะไหลลงไปตามช่องเปิดของถ่วงอกซึ่งมีความลาดเอียงลงไปในตะแกรงทรงกระบอก บั๊มน้ำจะสูบน้ำมาตามท่อส่งน้ำและฉีดเข้าไปในถ่วงอกเพื่อช่วยให้ถ่วงอกไหลไปด้านท้ายของตะแกรงตามแรงหมุนและแรงโน้มถ่วงของโลกไปออกอีกด้านหนึ่งที่ช่องทางออกของถ่วงอก ส่วนเปลือกหุ้มเมล็ดถ่วงอกจะถูกคัดแยกออกจากถ่วงอกโดยลอดผ่านรูตะแกรงและตกลงสู่ด้านล่าง

Table1 Separating capacity of seed coats and mungbean sprouts separator.

No.	Seed coats and mungbean (g)	Time for separate (min)	Separating capacity (kgs/h)
1	1,000	2.4	24.6
2	1,000	2.4	25.5
3	1,000	2.3	26.1
Average	1,000	2.4	25.4

ผลการทดสอบความสามารถในการคัดแยกถั่วงอกของเครื่องคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วงอกโดยทำการทดสอบด้วย ถั่วงอกที่เพาะจากถั่วเขียวผิวดำครั้งละ 1,000 กรัม ทำการทดสอบจำนวน 3 ซ้ำ ซึ่งผลการทดสอบการทำงานของเครื่องต้นแบบ พบว่าเครื่องมีความสามารถในการคัดแยกถั่วงอกเฉลี่ยเท่ากับ 25.4 กก./ชม. ความแม่นยำในการคัดแยกถั่วงอก 92.1% ถั่วงอก ดีที่คัดแยกได้ 931 กรัม (93.1%) ถั่วงอกติดตะแกรง 28.2 กรัม (2.8%) ถั่วงอกหลุดตะแกรง 31.4 กรัม (3.1%) และถั่วงอก เสียหาย 9.4 กรัม (0.9%) โดยทำการทดสอบเครื่องที่มุมเอียงของตะแกรงคัดแยกทรงกระบอก 4 องศา ซึ่งเป็นมุมเอียงที่ให้ ความสามารถในการคัดแยกถั่วงอกสูงสุด และความเร็วรอบของตะแกรงคัดแยกทรงกระบอก 22.8 รอบ/นาที และจาก การศึกษาคุณภาพของถั่วงอกที่ได้จากการคัดแยกด้วยเครื่องจะมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับที่คัดแยกด้วย แรงงานคน

Table 2 Separating capacity of seed coats and mungbean sprouts separator, testing by germinated black mungbean seeds 1,000 g per time at 4 degree slope of the cylindrical sieve.

No.	Clean sprouts (g)	Damage sprouts (g)	Sprout stuck to the sieve (g)	Sprouts passed through the sieve (g)	Clean sprouts capacity (%)
1	928.7	9.3	27.3	34.7	91.7
2	930.7	9.0	28.7	31.7	92.0
3	933.8	9.8	28.5	28.0	92.3
Average	931(93.1%)	9.4(0.9%)	28.2(2.8%)	31.4(3.1%)	92.1

วิจารณ์ผล

การหาขนาดของรูตะแกรงที่มีความเหมาะสมสำหรับใช้เป็นอุปกรณ์ในการคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วงอกที่เพาะจาก ถั่วเขียวผิวดำโดยใช้แผ่นตะแกรงรูปกลมแบบแผ่นแบนเรียบ ทำให้มีขนาดรูที่แตกต่างจากตะแกรงแบบทรงกระบอก เนื่องจาก ต้องมีการหมุนเป็นรูปทรงกระบอกทำให้ผลต่อลักษณะรูปร่างของรูตะแกรงที่แตกต่างออกไปจากรูของตะแกรงแบบแผ่นแบน เรียบทำให้ผลการคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วงอกที่ได้จากทั้งสองวิธีแตกต่างกันได้ ดังนั้นในการทดสอบเพื่อหาขนาดรูตะแกรงที่ เหมาะสมควรทำการทดสอบด้วยตะแกรงรูปทรงกระบอกแทนการใช้ตะแกรงแบบแผ่นแบนเรียบ จากผลการทดลองโดย ทำศึกษาการทำงานของเครื่องคัดแยกโดยใช้ถั่วงอกที่เพาะจากถั่วเขียวผิวดำที่มีจำหน่ายในท้องตลาดเพียงแห่งเดียวซึ่งอาจทำ ให้ประสิทธิภาพการคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วงอกแตกต่างกันไปเมื่อใช้ถั่วงอกที่มาจากแหล่งผลิตอื่นๆ จึงควรมีการ ทำการศึกษาประสิทธิภาพการคัดแยกของเครื่องโดยใช้ถั่วงอกที่เพาะจากถั่วเขียวผิวดำที่มาจากแหล่งผลิตที่หลากหลายเพื่อให้ ได้ข้อมูลที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

สรุป

เครื่องคัดแยกและทำความสะอาดถั่วงอกต้นแบบที่ออกแบบและสร้างขึ้นมีความสามารถในการคัดแยกและทำความสะอาด ถั่วงอกที่เพาะจากถั่วเขียวผิวดำที่มีจำหน่ายในท้องตลาดเพียงชั้นตอนเดียว มีข้อดีคือตัวเครื่องมีน้ำหนักเบาเคลื่อนที่ได้ สะดวก ใช้ตะแกรงแบบรูปกลมรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. และใช้น้ำช่วยในการคัดแยกและทำความสะอาด ถั่วงอก ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าและส่งกำลังด้วยเฟืองทดรอบและสายพานแทนแรงงานคน มีความสามารถในการคัดแยก ถั่วงอกสูง ถั่วงอกเสียหายเพียงเล็กน้อย สามารถนำไปใช้ในการคัดแยกถั่วงอกและเปลือกหุ้มเมล็ดได้ดี

เอกสารอ้างอิง

กำพล กาหลง และคมสัน หุตะแพทย์. 2547. คู่มือพึ่งตัวเอง : สารพัดวิธีเพาะถั่วงอก เพาะกินเองก็ได้ เพาะขายก็ได้. มูลนิธิศูนย์สื่อเพื่อการพัฒนา. กรุงเทพฯ. 60 น.

ชัยยันต์ จันทร์ศิริ. 2547. เครื่องคัดขนาดถั่วลิสงเมล็ดโตแบบตะแกรงทรงกระบอกหมุน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิศวกรรมเครื่องกลเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุภัสสร สืบมา. 2554. ถั่วงอก. แหล่งเรียนรู้โรงเรียนชุมชนบ้านหนองหญ้าปล้อง. จังหวัดพิจิตร.

อรุณ สีแจ่ม. 2552. เทคนิคการเพาะถั่วงอกขาย. ศูนย์บริการข้อมูลคลินิกเพื่อเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ.

Brennan, J.G. 1990. Drum Screen in Food Engineering Operations. Elsevier Applied Science.