



FEAT JOURNAL

FARM ENGINEERING AND AUTOMATION TECHNOLOGY JOURNAL

วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ

การพัฒนาเครื่องสลัดน้ำล้างถั่วงอกด้วยการเป่าลมแบบสายพาน
Development of the Split Water Machine for Bean Sprout Washing
by Air Blower on Belt Conveyor

กวีพงษ์ หงส์ทอง และ วีระพล แก้วก่า

Kaweepong Hongtong and Weeraphon Kaewka

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

64 ถ.ทหาร ต.หมากแข้ง อ.เมืองอุดรธานี จ.อุดรธานี ประเทศไทย 41000

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Technology,

Udon Thani Rajabhat University, Udon Thani, Thailand 41000

Received: 21 พ.ค.61

Accepted: 30 พ.ค.61

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเครื่องสลัดน้ำล้างถั่วงอกด้วยการเป่าลมแบบสายพาน โดยเครื่องที่พัฒนาขึ้นนั้น มีโครงสร้างทำจากเหล็ก สายพานที่ใช้สร้างจากตะแกรงรูพีวีซี เหล็กคานสายพานทำจากสแตนเลสเชื่อมติดกับโซ่ สายพาน มีขนาดหน้ากว้าง 1.0 ม. ยาว 6.0 ม. และสูง 1.2 ม. ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนสายพานและ ใช้พัดลมเป็นระบบลมเป่าติดตั้งอยู่บนฝาดกรอบสายพาน การทดสอบเครื่องได้กำหนดความเร็วสายพานเป็น 6 ระดับ คือ 3.68, 7.50, 10.90, 15.65, 18.95 และ 24.00 เมตร/นาที และกำหนดความเร็วลมในการทดสอบเป็น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เมตร/วินาที จากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพของเครื่องมีค่าสูงสุดเท่ากับ 90 % ที่ความเร็วสายพาน 3.68 เมตร/นาที และความเร็วลมเป่า 10 เมตร/วินาที โดยความเร็วสายพานมีค่าต่ำและความเร็วลมเป่ามีค่ามากจะทำให้มีค่าประสิทธิภาพสูง สมรรถนะของเครื่องจะมีค่าเท่ากับ 736 กิโลกรัม/ชั่วโมง ที่ค่าประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสูงสุด เมื่อคำนวณระยะเวลาคืนทุนสำหรับการซื้อเครื่องสลัดน้ำล้างถั่วงอกด้วยการเป่าลมแบบสายพานมาใช้ทดแทนแรงงานและการปันหมาดแบบเดิมเท่ากับ 3.3 เดือน ซึ่งสามารถลดแรงงานและลดต้นทุนการเพาะปลูก ถั่วงอกเพื่อจำหน่ายให้กับผู้ประกอบการลงได้ในอนาคต สามารถใช้เป็นเครื่องต้นแบบในการเป่าแห้งพืชผลทางการเกษตรล้างน้ำได้อีกด้วย

คำสำคัญ: เครื่องสลัดน้ำล้าง: ถั่วงอก: สายพานเป่าลม

Abstract

This research is to develop of the split water machine for bean sprout washing by air blower on belt conveyor. This split water machine is made from the steels. Belt system is made from the PVC mesh holes that the belt structure is made from stainless steel with attached to the chain. The belt has a width of 1.0 m, a long of 6.0 m and a height of 1.2 m. It is driving by electric motor and is installing the blowers

system on the cover of belt. The experimental that the speed of belt was set to 6 levels of 3.68, 7.50, 10.90, 15.65, 18.95, and 24.00 m/min. The wind speed of the air blowers was set to 6 levels of 0, 2, 4, 6, 8, and 10 m/s. The results showed that the efficiency of the machine was 90% at the belt speed of 3.68 m/min and the wind speed of 10 m/s. The speed of belt was low and the wind speed was high that will increase the efficiency of the split water machine. The performance of the machine is 736 kg/hr at the highest efficiency of the machine. When, calculating the payback period for the split water machine for bean sprout washing by air blower on belt conveyor for substitute labors and old spinning machine was 3.3 months that can reduce the labor cost and reduce the cost of sprout cultivation for sale to entrepreneurs in the future. It can be used as a prototype for drying agricultural crops that need to be washed as well.

Keywords: split water machine: bean sprout: air blower on belt conveyor.

*ติดต่อ: saphichat@udru.ac.th, 0872186214, 042221978

1. บทนำ

ประเทศไทยมีเทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัยสามารถเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตรได้ [1] ซึ่งนอกจากจะช่วยสร้างความแข็งแกร่งด้านความมั่นคงทางด้านอาหารของประเทศแล้ว [2] ยังทำให้ไทยเป็นฐานการผลิตอาหารในภูมิภาคอาเซียน รวมถึงเป็นผู้ส่งออกสินค้าอาหารที่สำคัญในตลาดโลก ทั้งนี้การส่งเสริมจากภาครัฐด้วยการวางนโยบาย “ครัวไทยสู่ครัวโลก (Kitchen of the World)” [3] ที่มุ่งเน้นการเป็นผู้นำการผลิตอาหารในอาเซียนและขยายช่องทางการลงทุนไปตลาดโลกมากขึ้น จะเป็นแรงขับเคลื่อนให้อุตสาหกรรมอาหารของไทยมีการขยายตัวได้ในอนาคต ตลาดอาหารในประเทศ คาดการณ์ว่ามูลค่าตลาดอาหารในประเทศในปี 2558 จะขยายตัวอยู่ในช่วงที่ร้อยละ 3.0-5.0 ต่อปี หรือคิดเป็นมูลค่า 1.49 ล้านล้านบาทจากแนวโน้มการขยายตัวของความเป็นเมือง ราคาสินค้าอาหารบางชนิดที่เพิ่มสูงขึ้น ผู้บริโภคมีการใช้จ่ายค่าอาหารเพิ่มขึ้น รวมถึงการขยายตัวของธุรกิจค้าปลีกสินค้าอุปโภคบริโภคและธุรกิจบริการร้านอาหาร อย่างไรก็ตามการใช้จ่ายในการบริโภคอาหาร ในปี 2558 ยังคงเผชิญปัจจัยกดดันจากหนี้ครัวเรือนที่อยู่ในระดับสูง ความเชื่อมั่นของผู้บริโภค รายได้เกษตรกรที่ลดลงตามราคาสินค้าเกษตรที่อยู่ในระดับต่ำ รวมถึงภาวะภัยแล้ง

ที่ส่งผลกระทบต่อระดับผลผลิตทางการเกษตรและรายได้ของเกษตรกร

ถั่วงอก คือ ต้นถั่วที่มีรากงอกมาจากเมล็ดถั่วดำ, ถั่วเขียว, ถั่วลันเตา และถั่วเหลือง (ถั่วงอกหัวโต) จัดว่าเป็นผักชนิดหนึ่ง (ผักที่หลาย ๆ คนอาจจะไม่ชอบกินและมักจะเหี่ยทิ้ง เพราะมีกลิ่นเหม็นและมีรสฝาดเฉพาะตัว) ถั่วงอก มีชื่อสามัญว่า Bean Sprout ซึ่งถั่วงอกที่เพาะมาจากถั่วดำหรือถั่วเขียวจะมีวิตามินและเกลือแร่สูง ส่วนถั่วงอกที่เพาะมาจากถั่วเหลืองจะมีโปรตีนและไขมันสูง ประเทศแรกของโลกที่มีการเพาะถั่วงอกคือประเทศจีน ถั่วงอกเป็นถั่วที่เพาะจากเมล็ดถั่วเขียว ซึ่งถั่วเขียวที่นิยมนำมาใช้มี 2 ชนิด คือ ถั่วเขียวผิวมันที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดสีเขียว และถั่วเขียวผิวดำที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดสีดำ นิยมใช้เมล็ดถั่วเขียวผิวดำเป็นเมล็ดพันธุ์ ถั่วงอกมากกว่า เมล็ดที่มีถั่วงอกเป็นส่วนประกอบ เช่น กวยเตี๋ยว ซุป สลัด ถั่วงอกผัดน้ำมัน ถั่วงอกผัดเต้าหู้ เป็นต้น [4] ถั่วงอกมีน้ำเป็นองค์ประกอบร้อยละ 90 และใน 100 กรัมจะประกอบไปด้วยโปรตีน 2.8 มิลลิกรัม แคลเซียม 27 มิลลิกรัม วิตามินซี 12 มิลลิกรัม เหล็ก 1.9 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 85 มิลลิกรัม เส้นใยอาหาร 0.7 กรัม ถั่วงอกยังมีโพแทสเซียมที่ช่วยควบคุมระดับความดันโลหิต และสารเลซิทิน (Lecithin) ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล จึงลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจ การรับประทาน

ถั่วอกเป็นประจำจะช่วยให้ร่างกายแข็งแรง วิตามินซีจากถั่วอกช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันโรคให้กับร่างกาย และยังช่วยป้องกันหวัดได้อีกด้วย [5]

การเพาะถั่วอกสามารถทำได้ในโรงเรือนในปริมาณมากในกระบวนการเพาะและล้างถั่วอกนั้น ก่อนที่จะมีการบรรจุถุงเพื่อจำหน่าย ต้องมีการล้างทำความสะอาดและแยกเปลือก และกระบวนการล้างถั่วอกโดยใช้น้ำจะต้องทำถั่วอกที่ล้างให้แห้งก่อนบรรจุถุงเพื่อจำหน่าย เพราะถั่วมีน้ำปนอยู่ในถั่วอกจะทำให้ถั่วอกเน่าเร็ว ดังนั้นจะต้องมีการลดความชื้นในถั่วอกก่อนบรรจุภัณฑ์ก่อนเสมอ ซึ่งการลดปริมาณน้ำล้างที่ปนอยู่กับถั่วอกที่ล้างแล้วนั้นมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ในปัจจุบันผู้ประกอบการรายใหญ่มีการสั่งซื้อเครื่องล้างและบรรจุภัณฑ์ถั่วอก [6] ซึ่งเป็นเครื่องที่นำเข้ามาจากต่างประเทศทำให้มีราคาสูง [7] และในประเทศไทยมีการพัฒนาเครื่องล้างถั่วอกอยู่น้อยมากจึงไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับการลดปริมาณน้ำล้างถั่วอกซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญในกระบวนการบรรจุถั่วอกเพื่อจำหน่ายเพื่อลดการเน่าเสียจากการศึกษาพบว่าผู้ประกอบการใช้วิธีดัดแปลงเครื่องซักผ้าเพื่อใช้เป็นเครื่องที่ใช้ในการสลัดน้ำล้างถั่วอกซึ่งมีข้อจำกัดเรื่องปริมาณในการสลัดน้ำล้างถั่วอกต่อครั้งและต้องใช้แรงงานยกเข้า-ออกจากถังเครื่องซักผ้าที่ดัดแปลง

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นการพัฒนาเครื่องสลัดน้ำล้างถั่วอกด้วยการเป่าลมแบบสายพาน ทำให้ได้ปริมาณมาก ๆ โดยลดการใช้แรงงานคน เป็นแนวคิดแบบใหม่ที่ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย ทนทาน สะดวกและมีประสิทธิภาพต่อกระบวนการล้างถั่วอกเพื่อบรรจุภัณฑ์จำหน่าย ซึ่งมีข้อดีคือประหยัดเวลา ลดการใช้แรงงานและเป็นการลดต้นทุนของผู้ประกอบการเพาะปลูกถั่วอกก่อนนำไปบรรจุภัณฑ์เพื่อจำหน่ายต่อไป

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

2.1 การลดความชื้น

การลดความชื้น (Dehydration or Drying) เกิดขึ้น ในศตวรรษที่ 18 เพื่อลดความชื้นผักและผลไม้

ให้ทหารใช้เป็นเสบียงในสงครามต่าง ๆ คำจำกัดความของการลดความชื้นคือกระบวนการที่ความชื้นถูกถ่ายเท ด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งไปยังวัสดุที่มีความชื้นเพื่อนำความชื้น ออกโดยการระเหย ทำให้ลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และปฏิกิริยาทางเคมีต่าง ๆ โดยใช้ความร้อนแฝงของการระเหยเป็นการทำให้วัสดุแห้ง คำว่า “ความชื้น (Moisture)” ประกอบไปด้วยน้ำ (Water) น้ำมันหอมระเหย (Volatile Oils) ไขมัน (Greases) แอลกอฮอล์ (Alcohols) ตัวทำละลายอินทรีย์ (Organic Solvents) และกลิ่นรส (Flavors) ในจำนวนนี้น้ำมีปริมาณมากที่สุด การลดความชื้นเป็นการนำความชื้นให้ออกจากวัสดุจำนวนหนึ่ง จนกระทั่งความชื้นที่มีอยู่ในวัสดุนั้นมีค่าสมดุลกับความชื้นในบรรยากาศปกติหรือจนกระทั่งความชื้นที่มีอยู่ในวัสดุอยู่ในระดับที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา การทำงานของเอนไซม์ และแมลงต่าง ๆ โดยทั่วไปความชื้นดังกล่าวจะมีค่าประมาณ 12 ถึง 14% ในสภาพเปียก (% Wet Basis, % w.b.) ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ได้แก่ ธัญพืช ลำไย ลิ้นจี่ เป็นต้น และการลดความชื้นเป็นการระเหยความชื้นออกจากผลผลิตจนเหลือความชื้นในผลิตภัณฑ์น้อยมากหรือแทบไม่มีเลย (ต่ำกว่า 2.5% w.b.) จึงต้องเก็บรักษาสภาพผลิตภัณฑ์ไว้ในภาชนะปิดสนิท เช่น กาแฟพร้อมดื่ม ซาอบแห้ง ครีมเทียม เป็นต้น [8]

2.2 สายพานลำเลียง

ระบบลำเลียง ระบบขนถ่ายวัสดุแบบต่อเนื่องที่สามารถขนถ่ายได้ทั้งแนวระนาบและเอียงหรือขึ้นลงทั้งวัสดุปริมาณมวลและหน่วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดหรือประเภทวัสดุที่ขนถ่ายและลักษณะในการขนถ่าย ระบบการลำเลียงมี 4 แบบ ดังนี้ [9]

1. ระบบลำเลียงแบบโซ่ (Chain Conveyor system)
2. ระบบลำเลียงแบบลูกกลิ้ง (Roller Conveyor)
3. ระบบลำเลียงแบบสกรูขนถ่าย (Screw Conveyor)

4. ระบบลำเลียงแบบสายพาน (Belt Conveyor)

ข้อมูลที่ต้องพิจารณาในการออกแบบสายพานลำเลียง คือ รูปแบบ Application คุณสมบัติของวัสดุ เลือความเร็ว ลักษณะสิ่งแวดล้อม และลักษณะ Load/Unload ของวัสดุ ส่วนข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบ (Design Selection Process) คือ ระบบสายพานเป็นแบบวิ่งตรง/วิ่งโค้ง แบบ Lay Out ความเร็วในการลำเลียง คุณสมบัติวัสดุ เช่น ความหนาแน่น รูปทรง ขนาด การกัดกร่อน อุณหภูมิ ความแข็งแรง การลำเลียงมีการเปลี่ยน Process เช่น มีการเปลี่ยน ความร้อน การหล่อเย็น การล้างทำความสะอาด การรับรองด้านสุขอนามัย รูปแบบแรงที่กระทำต่อสายพาน สภาพแวดล้อมในการทำงาน และรูปแบบการขับ ดังสามารถแสดงได้ในรูปที่ 1 ซึ่งมีสมการในการออกแบบสายพานลำเลียงดังสมการ ดังนี้

การคำนวณค่าการดึงของสายพาน (Belt Pull, BT) คือ

$$BT = [(((M + 2W) \times F_w) + M_p) \times L] + [M \times H] \quad (1)$$

เมื่อ M คือ มวลของผลิตภัณฑ์ต่อพื้นที่ (kg/m^2)

W คือ น้ำหนักสายพานต่อพื้นที่ (kg/m^2)

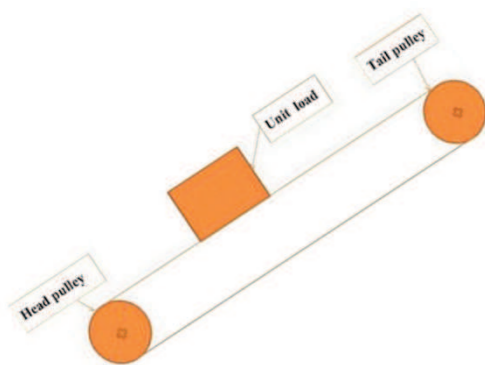
L คือ ความยาวของการลำเลียง (m)

H คือ ระยะยกสายพานหรือ

ระดับของสายพาน (m)

F_w คือ สัมประสิทธิ์การเสียดสีของสายพาน

M_p คือ มวลของผลิตภัณฑ์สำรองต่อพื้นที่ (kg/m^2)



รูปที่ 1 ระบบสายพานลำเลียง

การคำนวณค่าการปรับการดึงสายพาน

(Adjusted Belt Pull, ABP) คือ

$$ABP = BT \times SF \quad (2)$$

เมื่อ BT คือ การดึงของสายพาน

SF คือ แฟกเตอร์ช่วยเหลือ (Service factor)

การคำนวณค่าความแข็งแรงของสายพานในการทำงาน (Allowable Belt Strength, ABS) คือ

$$ABS = B \times T \times S \quad (3)$$

เมื่อ BS คือ ความแข็งแรงของสายพาน

จากผู้ผลิต (kg/m)

T คือ แฟกเตอร์อุณหภูมิ

S คือ แฟกเตอร์ความแข็งแรง ($S=1$)

ซึ่งจากการคำนวณค่า ABS และ ABP แล้วจะต้องพิจารณาค่า $ABP < ABS$ จึงจะสามารถใช้งานได้

การพิจารณาการเลือกขนาดมอเตอร์ให้เหมาะสมกับการใช้งาน สามารถคำนวณหาขนาดกำลังที่ใช้ในการขับเคลื่อนสายพานลำเลียงได้ดังสมการดังนี้

$$Power = \left[\frac{ABP \times B \times V}{6.12} \right] \quad (4)$$

เมื่อ ABS คือ ค่าความแข็งแรงของสายพานในการทำงาน

B คือ ความกว้างของสายพาน (m)

V คือ ความเร็วของสายพาน (m/min)

สมรรถนะการทำงาน

การคำนวณค่าสมรรถนะการทำงานของเครื่องผลักดันน้ำลำฉ่องด้วยการเป่าลมแบบสายพาน ต้องคำนวณค่าร้อยละของประสิทธิภาพการแยกน้ำลำออกจากฉ่องและความสามารถในการคัดแยกน้ำออกจากฉ่อง ดังแสดงได้ในสมการที่ (5) และ (6)

1. ร้อยละของประสิทธิภาพการแยกน้ำลำออกจากฉ่อง

$$\% P = \frac{MW_o}{M_T} \times 100 \quad (5)$$

เมื่อ % P คือ ร้อยละของประสิทธิภาพ

การแยกน้ำล้างออกจากถั่วงอก
 MW_o คือ น้ำหนักของถั่วงอกที่ถูกแยกน้ำ
 ออกไป (kg)
 M_T คือ น้ำหนักของถั่วงอกล้างน้ำทั้งหมด (kg)

2. ความสามารถในการคัดแยกน้ำออกจาก
 ถั่วงอก

$$CP = \frac{MW_o}{t} \quad (6)$$

เมื่อ CP คือ ความสามารถในการคัดแยกน้ำออก
 จากถั่วงอก

MW_o คือ น้ำหนักของถั่วงอกที่ถูกแยกน้ำ
 ออกไป (kg)

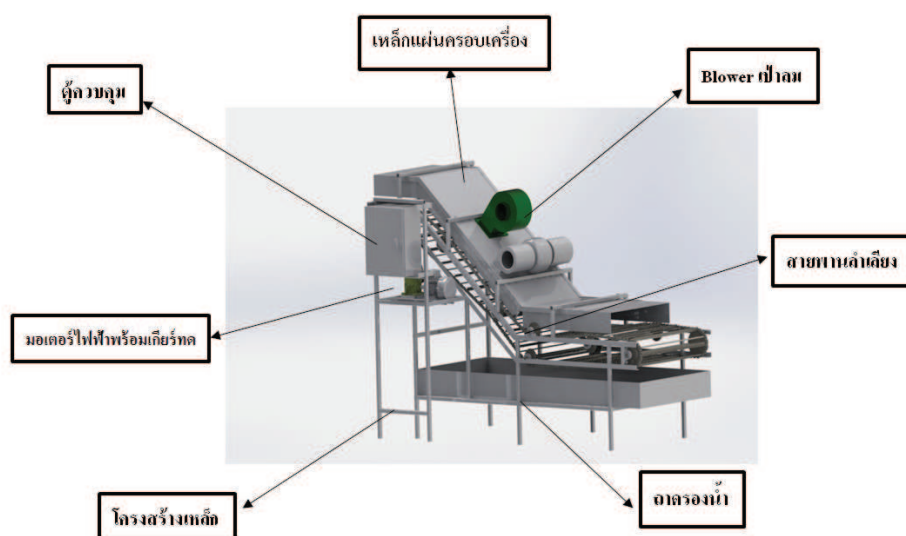
t คือ เวลาที่ใช้ในการแยกน้ำล้าง (hr)

3. การทดลองและวิธีการทดลอง

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องสลัดน้ำล้างถั่วงอกด้วยการเป่าลมแบบ
 สายพานมีการออกแบบรายละเอียดตัวเครื่อง สามารถ
 แสดงได้ดังรูปที่ 2 มีโครงสร้างหลักทำจากเหล็กฉาก

ขนาด 1-1/2 นิ้ว และเหล็กกล่องขนาด 1-1/2 นิ้ว
 เป็นเหล็กเสริมเพื่อรับน้ำหนักของโครงสร้างทั้งหมด
 เหล็กที่ใช้สำหรับครอบตัวเครื่องเป็นเหล็กแผ่นขนาด
 1.5 มม. ระบบสายพานเป็นสายพานที่ทำมาจาก
 กระแสร์ฟิวซี (PVC) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มม.
 เพื่อให้ น้ำระบายออกจากถั่วงอกได้สะดวก ความยาว
 ของสายพานเท่ากับ 6 เมตร เพลาลเหล็กสำหรับ
 เฟืองขับเคลื่อนขนาด 1 นิ้ว หมอนรองลูกปืนขนาด 1 นิ้ว ใช้แบบ
 ลูกกลิ้งเบอร์ 60 เฟืองหมุนแบบชั้นเดียวขนาดคือ 200 มม.
 และ 76 มม. ใช้ขับเคลื่อนสายพานและรับน้ำหนักของ
 สายพานที่บรรจุถั่วงอกทั้งหมด เหล็กคานสายพาน
 ทำจากสแตนเลสแบนขนาด 11.90 มม. เชื่อมติดกับโช้
 และใช้สแตนเลสฉากสำหรับประกอบสายพานฟิวซี และ
 เป็นฉากกันถั่วงอกไม่ให้ไหลลงมา สายพานมีหน้ากว้าง
 ขนาด 1.0 ม. ยาว 6.0 ม. และสูง 1.2 ม. มอเตอร์ไฟฟ้า
 ดันกำลังในการขับเคลื่อนสายพานขนาด 1 แรงม้า พร้อมตัวครอบ
 และระบบลมเป่าใช้พัดลมแบบ Blower ดังสามารถ
 แสดงได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 แบบรายละเอียดเครื่องสลัดน้ำล้างถั่วงอกด้วยการเป่าลมแบบสายพาน



รูปที่ 3 เครื่องสลัดน้ำล้างถ่วงอกด้วยการเป่าลมแบบสายพาน

3.2 วิธีการทดลอง

การทดสอบเครื่องสลัดน้ำล้างถ่วงอกด้วยการเป่าลมแบบสายพาน จะกำหนดความเร็วสายพานเป็น 6 ระดับ คือ 3.68, 7.50, 10.90, 15.65, 18.95 และ 24.00 เมตร/นาที และกำหนดความเร็วลมในการทดสอบเป็น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เมตร/วินาที บันทึกข้อมูลผลการทดลอง นำข้อมูลที่ได้ไปหาค่าประสิทธิภาพการแยกน้ำล้างออกจากถ่วงอก ค่าความสามารถในการคัดแยกน้ำออกจากถ่วงอก และนำไปคำนวณหาค่าความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องสลัดน้ำล้างถ่วงอกด้วยการเป่าลมแบบสายพานโดยพิจารณาถึงความสามารถในการทำงานของเครื่องและต้นทุนในการผลิต โดยวิธีการทดลองเริ่มต้นด้วยการเตรียมถ่วงอกที่จะใช้ในการทดลองซึ่งเป็นถ่วงอกที่ล้างน้ำในกระเบาะล้างถ่วงอก โดยถ่วงอกสดที่ใช้ในการทดลอง กำหนดน้ำหนักเท่ากับ 1 กิโลกรัม/ครั้ง หลังจากนั้นนำถ่วงอกล้างน้ำมาซึ่งน้ำหนักรวมน้ำบันทึกผลน้ำหนักรวมแล้วนำเข้าสู่เครื่องสลัดน้ำล้างถ่วงอกด้วยการเป่าลม ถ่วงอกจะอยู่บนสายพานที่กำลังเคลื่อนที่ โดยปรับความเร็วสายพานและความเร็วลมเป่าตามที่กำหนดในการทดสอบ ถ่วงอกจะถูกลมเป่าน้ำออกในขณะที่เคลื่อนที่บนสายพาน หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักถ่วงอกเมื่อผ่านสายพานที่เป่าลมแล้วบันทึกผลการทดลอง

แล้วนำค่ามาวิเคราะห์เพื่อหาสมรรถนะและประสิทธิภาพของเครื่องสลัดน้ำล้างถ่วงอกด้วยการเป่าลมแบบสายพาน

4. ผลการทดลอง

จากการทดสอบเครื่องสลัดน้ำล้างถ่วงอกด้วยการเป่าลมแบบสายพาน โดยกำหนดความเร็วสายพานและความเร็วลมเป่าในการทดสอบ ถ่วงอกจะถูกลมเป่าน้ำออกในขณะที่เคลื่อนที่บนสายพาน นำมาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพและสมรรถนะของเครื่องสลัดน้ำล้างถ่วงอกด้วยการเป่าลมแบบสายพาน ซึ่งสามารถแสดงผลการทดลองได้ดังนี้

4.1 ประสิทธิภาพเครื่องสลัดน้ำล้างถ่วงอกด้วยการเป่าลมแบบสายพาน

จากการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพการแยกน้ำล้างออกจากถ่วงอก โดยการกำหนดน้ำหนักถ่วงอกสดสุกก่อนเข้าเครื่อง 1 กิโลกรัม เมื่อนำมาล้างน้ำจะทำให้น้ำหนักถ่วงอกผสมน้ำรวมประมาณ 1.8 – 1.9 กิโลกรัม ทำการทดสอบตามตัวแปรที่ได้กำหนดไว้แล้วคำนวณหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสลัดน้ำล้างถ่วงอกด้วยการเป่าลมแบบสายพาน สามารถแสดงผลการทดลองได้ตารางที่ 1 เมื่อทดลอง ประสิทธิภาพของ

เครื่องสลัดน้ำล้างถ่วงอกด้วยการเป่าลมแบบสายพาน พบว่าประสิทธิภาพของเครื่องจะแปรผันโดยตรงกับความเร็วลมเป่าและแปรผกผันกับความเร็วสายพาน ประสิทธิภาพของเครื่องมีค่าสูงสุดเท่ากับ 90% ที่ความเร็วสายพาน 3.68 เมตร/นาที่ และความเร็วลมเป่า 10 เมตร/วินาที โดยความเร็วสายพานมีค่าต่ำและความเร็วลมเป่ามีค่ามากจะทำให้มีค่าประสิทธิภาพสูง ดังสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4

4.2 สมรรถนะของเครื่องสลัดน้ำล้างถ่วงอกด้วยการเป่าลมแบบสายพาน

จากการทดลองเพื่อหาสมรรถนะของเครื่องสลัดน้ำล้างถ่วงอกด้วยการเป่าลมแบบสายพาน พบว่าสมรรถนะของเครื่องจะแปรผันโดยตรงกับความเร็วสายพาน สมรรถนะของเครื่องมีค่าสูงสุดเท่ากับ 4,800 กิโลกรัม/ชั่วโมง ที่ความเร็วสายพาน 24 เมตร/นาที่ แต่ถ้าพิจารณาร่วมกับค่าประสิทธิภาพสูงสุดของเครื่องที่ 90% ที่ความเร็วสายพานเท่ากับ 3.68 เมตร/นาที่ และความเร็วลมเป่า 10 เมตร/วินาที จะพบว่าสมรรถนะของเครื่องสลัดน้ำล้างถ่วงอกด้วยการเป่าลมแบบสายพาน จะมีค่าเท่ากับ 736 กิโลกรัม/ชั่วโมง ดังสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5 ถ้าพิจารณาถึงการทำงานจริงของเครื่องสลัดน้ำล้างถ่วงอกด้วยการเป่าลมแบบสายพาน ดังนั้นเครื่องนี้จะมีสมรรถนะการทำงานมากที่สุดเมื่อประสิทธิภาพการทำงานสูงสุดคือ 736 กิโลกรัม/ชั่วโมง เนื่องจากสมรรถนะของเครื่องขึ้นอยู่กับความเร็วของสายพาน ลำเลียงที่มีการปรับค่าแบบเชิงเส้น ดังนั้นกราฟแสดงผลการทดลองจึงมีลักษณะเป็นเส้นตรง

4.3 ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

จากการทดลองที่สมรรถนะการทำงานสูงสุดของเครื่อง คือ 736 กิโลกรัม/ชั่วโมง เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับต้นทุนในการสลัดน้ำล้างถ่วงอกจากเครื่อง

ที่พัฒนาขึ้น โดยพิจารณาที่ความสามารถในการทำงานและระยะเวลาต้นทุนในการใช้เครื่องสลัดน้ำล้างถ่วงอกด้วยการเป่าลมแบบสายพานและใช้แรงงานคนสามารถแสดงได้ในตารางที่ 2 โดยราคาขายถ่วงอก 2,000 กิโลกรัมต่อวัน ราคา กิโลกรัมละ 10 บาท โดยสามารถคำนวณระยะเวลาในการคืนทุนกรณีซื้อเครื่องสลัดน้ำล้างถ่วงอกด้วยการเป่าลมแบบสายพานมาใช้ทดแทนแรงงานคนได้ดังตารางที่ 2 พบว่าระยะเวลาต้นทุนสำหรับการซื้อเครื่องสลัดน้ำล้างถ่วงอกด้วยการเป่าลมแบบสายพานมาใช้ทดแทนแรงงานและการปันหมาดแบบเดิม เท่ากับ 3.3 เดือน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการสลัดน้ำโดยวิธีเดิมคือการใช้เครื่องซักผ้าดัดแปลงที่ต้องใช้แรงงานหลายคนและได้รอบละ 5 กิโลกรัมจะสามารถลดค่าใช้จ่ายในส่วนของคุณค่าแรงงานและลดระยะเวลาในการสลัดน้ำล้างได้ ซึ่งพิจารณาจากการลงทุนซื้อเครื่องเปรียบเทียบกับกำไรเมื่อหักต้นทุนจากการใช้แรงงานคนทำงาน

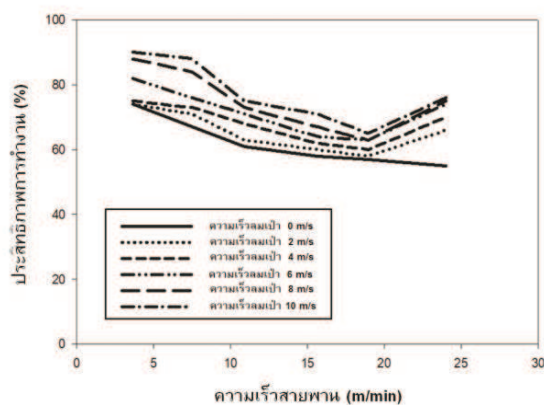
ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของเครื่องสลัดน้ำล้างถ่วงอกด้วยการเป่าลมแบบสายพาน (ร้อยละ)

ความเร็วสายพาน (m/min)	ร้อยละประสิทธิภาพของเครื่อง					
	ความเร็วลมเป่า (m/s)					
	0	2	4	6	8	10
3.68	74	74	75	82	88	90
7.50	67	71	73	76	84	88
10.90	61	63	68	71	73	75
15.65	58	60	62	64	67	71
18.95	57	58	60	63	63	65
24.00	55	66	70	74	75	76

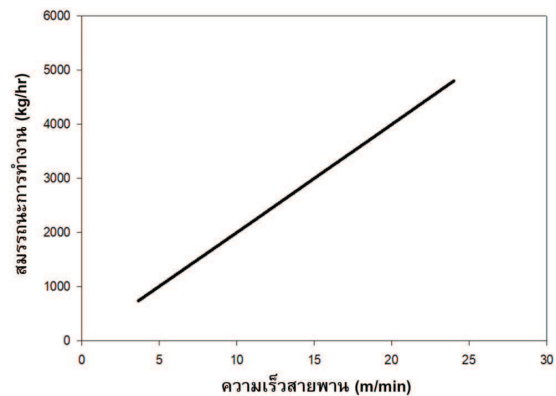
ตารางที่ 2 ระยะเวลาต้นทุนในการใช้เครื่องสลัดน้ำล้าง ถังออกด้วยการเป่าลมแบบสายพาน

รายการ	ราคาต้นทุน	ราคาขาย
ราคาขายถังออก (บาท/วัน)		20,000
ค่าต้นทุนการเพาะปลูกและ ค่าการดูแล (บาท/วัน)	18,000	
ค่าใช้จ่ายจากแรงงานคน (บาท/วัน)	500	
รวมเป็นเงิน (บาท/วัน)	18,500	20,000
กำไร (บาท/วัน)		1,500
ค่าเครื่องสลัดน้ำล้างถังออก ด้วยการเป่าลมแบบสายพาน (บาท)	150,000	
ระยะเวลาดำเนินทุน	100	วัน
	3.33	เดือน

หมายเหตุ ราคาขายเครื่องจักร 150,000 บาท/เครื่อง



รูปที่ 4 ประสิทธิภาพของเครื่องสลัดน้ำล้างถังออก ด้วยการเป่าลมแบบสายพาน (ร้อยละ)



รูปที่ 5 สมรรถนะของเครื่องสลัดน้ำล้างถังออก ด้วยการเป่าลมแบบสายพาน

5. สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้จึงเป็นการพัฒนา ออกแบบและสร้าง เครื่องสลัดน้ำล้างถังออกด้วยการเป่าลมแบบสายพานให้ สามารถทำงานได้ปริมาณมาก ๆ โดยลดการใช้แรงงาน คนทำให้มีประสิทธิภาพต่อกระบวนการล้างถังออก เพื่อบรรจุภัณฑ์จำหน่าย ประหยัดเวลา ลดการใช้ แรงงานและลดต้นทุนการเพาะปลูกถังออกเพื่อจำหน่าย โดยเครื่องสลัดน้ำล้างถังออกด้วยการเป่าลมแบบ สายพานที่พัฒนาขึ้นนั้นมีโครงสร้างหลักทำจากเหล็ก เพื่อรับน้ำหนักทั้งหมดของเครื่อง ระบบสายพานที่ใช้ ทำมาจากตะแกรงรูพีวีซี โดยเหล็กคานสายพานเป็น สแตนเลสแบบเชื่อมติดกับโซ่และสแตนเลสจากประกอบ สายพานพีวีซีเป็นฉากกันถังออกให้ไหลขึ้นไปตาม สายพาน มีหน้ากว้าง 1.0 ม. ยาว 6.0 ม. และสูง 1.2 ม. ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าต้นกำลังในการขับเคลื่อนสายพานและระบบ ลมเป่าใช้พัดลม การทดสอบเครื่องได้กำหนดความเร็ว สายพานเป็น 6 ระดับ คือ 3.68, 7.50, 10.90, 15.65, 18.95 และ 24.00 เมตร/นาที และกำหนดความเร็วลม ในการทดสอบเป็น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เมตร/วินาที จากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพของเครื่องจะ แปรผันโดยตรงกับความเร็วลมเป่าและแปรผกผัน

กับความเร็วสายพาน ประสิทธิภาพของเครื่องมีค่าสูงสุดเท่ากับ 90% ที่ความเร็วสายพาน 3.68 เมตร/นาที่ และความเร็วลมเป่า 10 เมตร/วินาที โดยความเร็วสายพานมีค่าต่ำและความเร็วลมเป่ามีค่ามากจะทำให้มีค่าประสิทธิภาพสูงและสมรรถนะของเครื่องสลัดน้ำล้างถั่วอกด้วยการเป่าลมแบบสายพานจะมีค่าเท่ากับ 736 กิโลกรัม/ชั่วโมง เมื่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสูงที่สุด เมื่อคำนวณระยะเวลาคืนทุนสำหรับการซื้อเครื่องสลัดน้ำล้างถั่วอกด้วยการเป่าลมแบบสายพานมาใช้ทดแทนแรงงานและการปันหมาดแบบเดิมเท่ากับ 3.3 เดือน ซึ่งสามารถลดลดแรงงานและลดต้นทุนการเพาะปลูกถั่วอกเพื่อจำหน่ายให้กับผู้ประกอบการได้ในอนาคต และยังสามารถใช้เป็นเครื่องต้นแบบในการเป่าแห้งพืชผลทางการเกษตรล้างน้ำได้อีกด้วย

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานีในการสนับสนุนสถานที่และงบประมาณในการทำวิจัยทั้งหมด และนักศึกษาสาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ที่ช่วยในการทดลองเครื่องปลูกเปลือกถั่วลิสงกระเทียม โดยใช้แรงดันลมแบบหมุนเวียนจนแล้วเสร็จ

เอกสารอ้างอิง

- [1] อภิญา สิตามน. เทคโนโลยีในการผลิตสินค้าและบริการ. [สื่อออนไลน์]. (เข้าถึงเมื่อวันที่ 25 กันยายน 2560). เข้าถึงได้จาก: <https://sites.google.com>
- [2] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักงานกฤษฎามนตรี. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12. กรุงเทพฯ: สำนัก; 2560
- [3] ศิริลักษณ์ ลิกษะบุรณะ. การประชุมหาหรือเครื่องครัวไทยสู่ครัวโลก บูรณาการ 5 กระทรวง. [สื่อออนไลน์]. (เข้าถึงเมื่อวันที่ 26 กันยายน 2560). เข้าถึงได้จาก: <http://www.most.go.th>
- [4] วิกีพีเดีย สารานุกรมเสรี. ถั่วอก. [สื่อออนไลน์]. (เข้าถึงเมื่อวันที่ 26 กันยายน 2560). เข้าถึงได้จาก: <https://th.wikipedia.org>
- [5] ประโยชน์ดอทคอม. ถั่วอก (Mung Bean Sprouts). [สื่อออนไลน์]. (เข้าถึงเมื่อวันที่ 26 กันยายน 2560). เข้าถึงได้จาก: <http://prayod.com>
- [6] พงศ์ศักดิ์ ชลธนะสวัสดิ์, บพิตร ตั้งวงศ์กิจ, รัตนา ตั้งวงศ์กิจ และสุนันฐา อัฐวิศิษฐ์. การศึกษาและออกแบบเครื่องคัดแยกเปลือกถั่วลิสง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (2555); 43(3-พิเศษ): 119 – 22.
- [7] โรงงานผลิตถั่วอก ตลิงชัน. เทคโนโลยีกับการล้างและแปรรูปถั่วอก. [สื่อออนไลน์]. (เข้าถึงเมื่อวันที่ 26 กันยายน 2560). เข้าถึงได้จาก: <http://talingchanbeansprouts.com>
- [8] ระวิน สืบคำ. เทคโนโลยีการลดความชื้น. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 2556; 23(2): 500-12
- [9] มานพ ต้นตระกูลบัณฑิตย์. การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล 1. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น); 2540