

Received: September 11, 2020; Revised: October 30, 2020; Accepted: November 16, 2020

การออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดแบบอัตโนมัติ Design and fabrication of automatic corn sowing machine

ปรมัตต์ จันทรโคตร^{1*}, ปัญญาสัมปทา จันทวิสา¹ และณัฐพงษ์ หมุนดี¹

Paramust Juntarakod^{1*}, Punyasumpata Chantawisa¹ and Natthapong Moondee¹

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

*Corresponding Author E-mail Address: paramust_kmitnb@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดแบบอัตโนมัติโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ในการควบคุมการทำงาน ตัวเครื่องประกอบด้วยถังบรรจุดิน 2 ถัง และชุดหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดสำหรับถาดปลูกขนาด 25x54x5 ซม. จำนวน 50 หลุม การทำงานเริ่มจาก สายพานลำเลียงจะเลื่อนถาดปลูกให้ผ่านด้านล่างถังใส่ดินตัวที่ 1 ที่ไซมอเตอร์ช่วยเขย่าจะปล่อยดินปริมาณ 30 - 40 กรัม สำหรับดินชั้นแรกลงในถาด จากนั้นถาดจะเลื่อนไปยังชุดหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดซึ่งจะหยอดเมล็ดประมาณ 3 - 4 เมล็ด ลงในแต่ละหลุม หลังจากนั้นถาดปลูกจะเลื่อนผ่านด้านล่างของถังตัวที่ 2 ซึ่งจะปล่อยดินปริมาณ 30 - 40 กรัม เพื่อกลบหน้าเมล็ดพันธุ์ และจบการทำงาน การทดสอบพบว่า การทำงานต่อเนื่องอัตโนมัติ จำนวน 10 ครั้ง สรุปผลได้ว่าประสิทธิภาพ 94.87% ใช้งานได้ปกติ และ มีกำลังการผลิตเฉลี่ย 1 ถาด/นาที่ การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานมนุษย์ จุดคุ้มทุนอยู่ที่ 1,200 ถาด มีระยะเวลาคืนทุนคือ 2 เดือน และสามารถใช้งานหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดได้รวดเร็วกว่าการใช้แรงงานได้ถึง 2 เท่า

คำสำคัญ: ข้าวโพด เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ถาดปลูก

Abstract

The objective of this research is for design and fabrication an automatic corn-seed-dropping machine controlled by a programmable logic controller. The machine consists of 2 soil tanks and a corn-seed-dropping unit for 50 pits of a 25x54x5 centimeters planting tray. The machine's operation begins with that the conveyor moves the first planting tray to the underneath of the first soil tank. This soil tank is vibrated by a motor to release approximately 30 - 40 grams of soil into the tray as the first layer soil. Then the tray moves to a corn-seed dropping unit which drops 3 - 4 corn seeds into each pit. After that, the tray moves

to the underneath of the second soil tray which release 30 - 40 grams of soil for cover the seeds and completes the operation. According to the test of 10 rounds of continuously automatic operation, the efficiency is 94.87 percentages, and the operation runs smoothly. The average productivity is 1 tray per minute. From the engineering economic evaluation compared with human labor, the break event point is at 1,200 trays. Payback period is 2 months. The operation of the machine is 2 times faster than that of labor.

Keywords: Corn, Sowing machine, Programmable logic control, Seedling tray

บทนำ

การเพาะปลูกพืชด้วยเมล็ดพันธุ์ เช่น ข้าว ข้าวโพด ถั่ว และพืชไร่ในอดีต นิยมใช้วิธีการหว่านเมล็ดพันธุ์ลงบนแปลงเพาะปลูกโดยตรง ซึ่งมีข้อเสียคือความไม่สม่ำเสมอของต้นกล้าที่งอก การแย่งอาหารของรากพืชแต่ละต้นที่อยู่ติดกันเกินไป รวมถึงปัญหาเรื่องการจัดการศัตรูพืชและวัชพืช และอัตราการงอกของต้นกล้าต่ำ ทำให้ต้นกล้าไม่แข็งแรง มีผลผลิตต่ำเมื่อถึงช่วงอายุเก็บเกี่ยวผลผลิต ปัจจุบันมีการแก้ปัญหาเหล่านี้ด้วยการเปลี่ยนวิธีการเพาะปลูกมาเป็นแบบวิธีการเพาะเมล็ดบนถาดเพาะกล้า ซึ่งมีข้อได้เปรียบหลายประการ เช่น ประหยัดเมล็ดพันธุ์ในการเพาะปลูก ง่ายต่อการจัดการในการเคลื่อนย้าย ลดปัญหาการจัดการศัตรูพืชและวัชพืช และเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร เนื่องจากต้นกล้าอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม เกษตรกรจึงเลือกใช้วิธีการเพาะปลูกโดยใช้ถาดเพาะกล้าเข้ามาช่วยในการเพาะปลูกมากยิ่งขึ้น

ดังนั้น หากมีการออกแบบสร้างเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ลงในถาดเพาะได้เอง โดยใช้เทคโนโลยีภายในประเทศก็จะทำให้กลุ่มเกษตรกรสมัยใหม่ในรูปสหกรณ์สามารถเพาะต้นกล้าได้รวดเร็ว ลดต้นทุนการใช้แรงงาน ลดต้นทุน มีความทันสมัย และยังสามารถพัฒนาเป็นธุรกิจได้ต่อไป แต่ปัจจุบัน พบว่า เกษตรกรยังใช้วิธีการหยอดเมล็ดพันธุ์ลงบนถาดเพาะกล้าด้วยแรงงานคน ซึ่งมีข้อบกพร่องในการทำงานคือความล่าช้าในการทำงาน การหยอดเมล็ดพันธุ์แต่ละหลุมมากเกินไปส่งผลให้สิ้นเปลืองเมล็ดพันธุ์พืชอย่างมาก และการขาดแคลนแรงงาน ส่งผลให้ต้นทุนของต้นกล้าที่ใช้แรงงานคนปลูกมีมากกว่าแบบใช้เครื่องจักร (Dzung, 2012)

การออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดพืชลงถาดเพาะของ ศรีนรินทร์ และคณะ (2553) โดยใช้ถาดที่มีหลุมเพาะกล้าขนาด 105 หลุม โดยมีการออกแบบส่วนของการเลื่อนถาดเพาะกล้าร่วมกับการกดเมล็ดพืชลงหลุม หลักการทำงานของเครื่องจะแบ่งออกเป็น ส่วนที่ 1 ชุดส่งกำลัง ซึ่งจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/2 แรงม้าต่อเข้ากับชุดเกียร์ทดรอบเพื่อขับโซ่ลำเลียง ส่วนที่ 2 ชุดบรรจุดิน จะบรรจุดินลงในถาดเพาะ ผลการทดสอบการใช้งานของเครื่อง พบว่า มีความสามารถทำงานเป็น 138 ถาดต่อชม. คิดเป็น อัตรา 14,490 หลุมต่อชม. มีร้อยละของการสูญเสียของเมล็ดเฉลี่ยเท่ากับ 12.48 เมื่อเปรียบเทียบกับกรหยอดโดยใช้แรงงานคน เมื่อหยอดเมล็ดพืชลงถาดเพาะกล้า

การศึกษาเครื่องหยอดเมล็ดลงถาดเพาะกล้าโดยใช้วงจรนิวแมติกส์ของ อีรพงศ์ และคณะ (2556) ซึ่งควบคุมด้วย โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) เครื่องหยอดเมล็ดนี้มีส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ 1. โครงสร้างของเครื่อง 2. ส่วนควบคุมด้วย PLC 3. ส่วนการทำงานของเครื่องหยอดเมล็ดด้วยระบบนิวแมติกส์ ผลการทดลองเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์มีประสิทธิภาพเท่ากับ 91.98 % หยอดเมล็ดพันธุ์ลงถาดเพาะกล้าได้ 94.7 ถาดต่อชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานคน 3.46 เท่า

เกรียงไกร และเกียรติศักดิ์ (2557) ได้พัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ฝักคะแนนในถาดเพาะกล้าสำหรับเกษตรกรสมัยใหม่เพื่อปลูกฝักคะแนนในระบบโรงเรือนโดยเฉพาะและทดแทนการใช้แรงงานคน เครื่องต้นแบบแบ่งออกเป็น ส่วนที่ 1 ชุดส่งกำลังซึ่งใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.5 แรงม้า ต่อเข้ากับชุดเฟืองทดรอบเพื่อขับโซ่ลำเลียง และส่วนที่ 2 ชุดบรรจุดินลงในถาดเพาะ

มาตรฐานขนาด 105 หลุม (แบบ CHIA TAI 105 I) โดยมีการติดตั้งตัวคลุกเคล้าและกวาดดิน ผลการทดสอบเครื่องพบว่า มีความสามารถทำงานเป็น 140 ถาดต่อชั่วโมง คิดเป็นอัตรา 14,700 หลุมต่อชั่วโมง โดยมีการรอกหลังจากหยอด 86.62% และการสูญเสีย 12.48% เมื่อเปรียบเทียบกับการทำงานด้วยแรงงานคน

การสร้างเครื่องหยอดเพาะเมล็ดพันธุ์ด้วยระบบนิวเมติกส์ในราคาประหยัดในถาดเพาะปลูกพลาสติก ผลงานของ Gaikwad et al. (2008) ประเทศอินเดีย หลักการทำงานแบ่งออกเป็น การใช้หลอดหรือแท่งให้เมล็ดไหลผ่าน และระบบ สูญญากาศดูดเมล็ดอีกด้าน เมล็ดพันธุ์ที่ใช้คือพริกและมะเขือเทศ ผลการทดสอบเครื่องได้ผลอย่างน่าพอใจ มีประสิทธิภาพการ ปลูกมากกว่า 90% ของแต่ละถาดที่ได้ทดสอบ ต้นทุนในการทำงานสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ 15.27% ของต้นทุนทั้งหมด โดยประมาณเปรียบเทียบกับของการทำงานด้วยแรงงานในแต่ละถาดปลูก

การออกแบบและวิเคราะห์เครื่องเพาะเมล็ดแบบอัตโนมัติใช้ร่วมกับเครื่องชั่งขนาดเล็ก สำหรับวิธีการปลูกพืชในถาดปลูก พลาสติก (Dhairiyashi et al., 2017) ในประเทศอินเดีย เมล็ดพันธุ์ที่ใช้คือข้าว หลักการทำงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ เครื่อง ชั่งและกลไกหรือหยอดเมล็ดพันธุ์ในหลอดพลาสติกลงในถาดปลูก พบว่าประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 20.23 รูปี (Rs) ต่อ 1,000 เมล็ดพันธุ์ ประสิทธิภาพ 66.08% ระยะเวลาคืบหน้าเพียง 27.87 ชั่วโมงทำงาน เมื่อใช้อุปกรณ์นี้ต่อเนื่องทดแทนแรงงาน

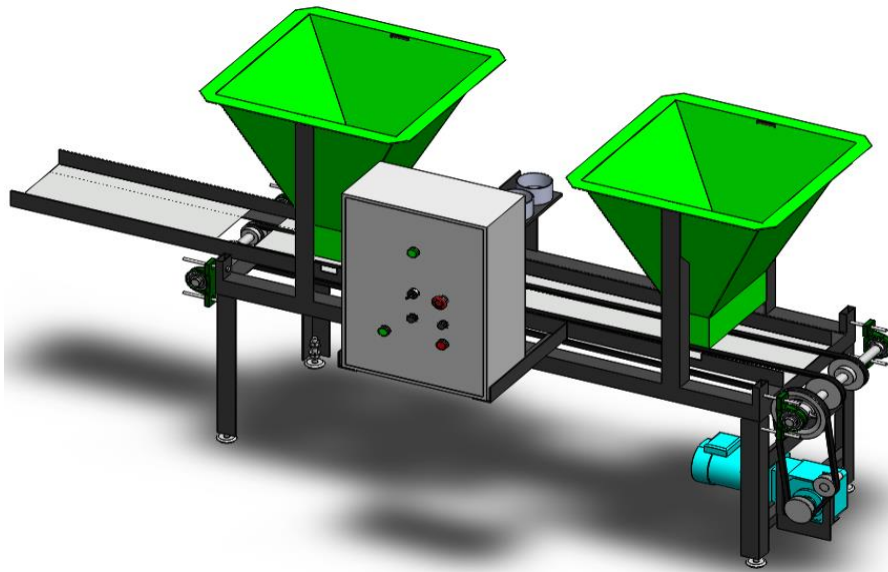
ดังนั้น ผู้จัดทำจึงมีแนวคิดจะจัดทำเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดแบบอัตโนมัติ เพื่อเป็นประโยชน์แก่เกษตรกรใน กระบวนการผลิตต้นกล้าข้าวโพด ให้มีความรวดเร็วเพิ่มขึ้นโดยเป็นการประยุกต์ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ Programable logic control (PLC) ในงานด้านเกษตรกรรมทั้งนี้เพื่อเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตแบบเก่าที่ยังใช้มือเอาดิน บรรจุลงในถาดเพาะต้นกล้าและหยอดเมล็ดมาเป็นการใช้เครื่องจักรในการทำงานแทนในแบบอัตโนมัติ

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

การออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดแบบอัตโนมัติ

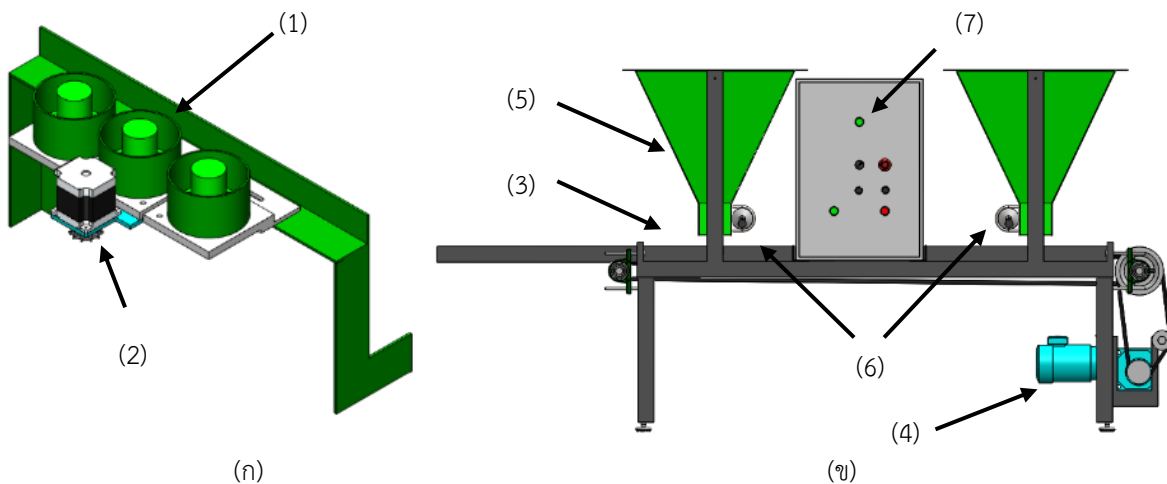
กลไกการหยอดเมล็ดพันธุ์ อาศัยหลักการเขย่าให้เมล็ดข้าวโพดร่วงลงถาดพลาสติก ตามจังหวะการเคลื่อนที่ของสายพาน โดยที่ถาดปลูกจะต้องมีการโรยดินที่เตรียมไว้ก่อน 1 ครั้ง และเมื่อหยอดเมล็ดเสร็จแล้วจะมีการโรยดินกลบเมล็ดอีก 1 ครั้ง รวมจำนวน 2 ครั้ง ทำการออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดแบบอัตโนมัติ โดยเครื่องต้นแบบประกอบด้วย 1) ชุดโครงสร้างทำจากเหล็กฉากขนาด 1.5 นิ้ว 2) ถังบรรจุดินผลิตจากเหล็กแผ่นหนา 3 มิลลิเมตร แยกกันจำนวน 2 ชุด 3) กล่องหยอดเมล็ดของเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดตามจำนวนหลุมของถาด 200 หลุม จำนวน 3 กล่อง 4) ระบบ ขับเคลื่อนและควบคุม ประกอบด้วย สายพานลำเลียงร่อนปี ระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) มอเตอร์เกียร์ 0.2 กิโลวัตต์ อินเวอร์เตอร์ 0.4 กิโลวัตต์ เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุด้วยแสง 3 ชุด แม็กเนติกส์ สเตปเปอร์มอเตอร์ รีเลย์ ดีซี มอเตอร์ ในระบบเขย่าดิน 2 ชุด และกล่องควบคุมหลอดไฟแสดงสถานะ โดยแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

1. การออกแบบโครงสร้างหลักของเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดแบบอัตโนมัติ สายพานลำเลียง ถังบรรจุดิน ภาชนะ บรรจุเมล็ดข้าวโพด ตัวควบคุมระบบ และลักษณะโครงสร้าง 3 มิติ แสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 การออกแบบโครงสร้างหลักของเครื่องหอยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดแบบอัตโนมัติ

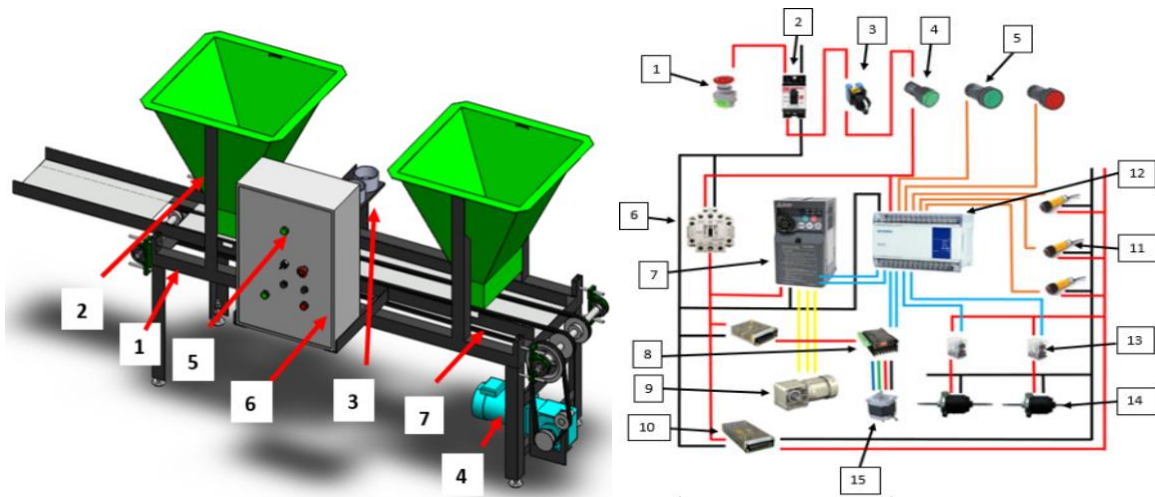
2. การออกแบบ (1) ถังหอยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด 200 กรัมต่อถัง จำนวน 3 ช่อง (2) สเตปเปอร์มอเตอร์สามารถปรับปริมาณการหอยอดเมล็ดได้ด้วยการปรับรอบด้วยดีฟสวิทช์ ดังรูปที่ 2 (ก) (3) สายพานลำเลียงถาดพลาสติก (4) มอเตอร์เกียร์ 0.2 กิโลวัตต์ สามารถปรับความเร็วสายพานด้วยอินเวอร์เตอร์ (5) ถังบรรจุดิน สามารถรองรับปริมาณการปลูกได้ 30 ถาด (6) มอเตอร์เขย่าสำหรับปรับปริมาณดินลงถาด และ (7) ตู้ควบคุมระบบ ตามลำดับ ดังรูปที่ 2 (ข)



รูปที่ 2 (ก) ถังหอยอดเมล็ดและสายพาน (ข) ระบบส่งกำลัง

3. แบบประกอบของเครื่องต้นแบบ มีรายละเอียดแสดงส่วนประกอบตามรูปที่ 3 ก. ได้แก่ 1) คือ โครงสร้างเครื่อง 2) คือ ถังบรรจุดิน 3) คือ ที่หอยอดเมล็ดข้าวโพด 4) คือ มอเตอร์ 3 เฟส 5) คือ สวิตช์ควบคุมและหลอดแสดงสถานะ 6) คือ ตู้คอนโทรล 7) คือ สายพานลำเลียง V-Belt ร่อง B และชุดควบคุมระบบการทำงานอัตโนมัติใช้ระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) มาประยุกต์ใช้งานกับ มอเตอร์เกียร์ (ทดรอบ) 0.2 กิโลวัตต์ อินเวอร์เตอร์ เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุด้วยแสง 3 ชุด และดีซีมอเตอร์ในระบบเขย่าดิน 2 ชุด รูปที่ 3 ข. แสดงตัวอย่างการต่อวงจรเครื่องหอยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดแบบอัตโนมัติ ดังนี้ 1) คือ สวิตช์ปุ่มกดฉุกเฉิน 2) คือ เซอร์กิตเบรกเกอร์ 3) คือ เซลลูลาร์สวิตช์ 4) คือ หลอดไฟแจ้งเตือนสถานะ

5) คือ สวิตช์ 6) คือ แมกเนติก 7) คือ อินเวอร์เตอร์ อินพุต 1 เฟส เอาต์พุต 3 เฟส 8) สเต็ปเปอร์และไดรฟ์เวอร์ 9) คือ มอเตอร์ 0.2 กิโลวัตต์ 10) คือ เพาเวอร์ซัพพลาย 11) คือ ออฟติกเซนเซอร์ 12) คือ พีแอลซี 13) คือ รีเลย์ 14) คือ มอเตอร์ดีซี และ 15) คือ สเต็ปเปอร์มอเตอร์



(ก) โครงสร้างหลัก

(ข) การต่อวงจรควบคุม

รูปที่ 3 (ก) การประกอบโครงสร้างหลักจากการออกแบบ และ (ข) การออกแบบชุดระบบควบคุมการทำงานอัตโนมัติ

การทดสอบประเมินผลเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดแบบอัตโนมัติ

การทดสอบแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนชุดลำเลียงถาดร่วมกับระบบเขย่าดิน ส่วนชุดหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด และส่วนระบบการควบคุมอัตโนมัติ โดยประเมินผลจากความผิดพลาดในการทำงานและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องต้นแบบ

1. การทดสอบชุดลำเลียงถาดร่วมกับระบบบรรจุดิน 1 ถัง บรรจุดินประมาณ 55 กิโลกรัม รองรับจำนวนถาดได้ 30 ถาดต่อรอบ ทดสอบระบบเขย่าเพื่อบรรจุดินในปริมาณ 30-40 กรัม หรือ 1/3 ของปริมาตรหลุม โดยใช้ถาดพลาสติกขนาด 25x54x5 ซม. จำนวน 50 หลุม รองรับดินจากถังที่ 1 และภายหลังหยอดเมล็ดแล้ว ระบบเขย่าดินจากถังที่ 2 จะต้องบรรจุดินปริมาณ (30-40 กรัม) หรืออีก 1/3 ของปริมาตรหลุมเพื่อกลบเมล็ดพันธุ์ได้ โดยทำการปรับความเร็วรอบมอเตอร์ซึ่งมีลูกเบี้ยวของชุดเขย่าดินประมาณ 100 รอบ/นาที และทำการปรับความเร็วสายพานลำเลียงถาดเพาะจากการปรับอินเวอร์เตอร์ที่ตั้งไว้ให้ได้ค่าที่เหมาะสมที่สุดในการทำงาน สามารถทำงานได้ 1-3 เมตร/นาที ของความเร็วสายพาน ประเมินผลจากการชั่งน้ำหนักดินที่บรรจุได้ โดยทำการทดสอบซ้ำ 10 ครั้ง และนำผลมาพิจารณาความผิดพลาดจากการทำงานของระบบเขย่าดิน

2. การทดสอบชุดหยอดเมล็ดข้าวโพด ดำเนินการโดยปรับตั้งขนาดช่องการไหลของเมล็ด และปรับค่าสัญญาณพัลส์ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ เพื่อควบคุมความเร็วรอบของอุปกรณ์หยอดในแต่ละหลุมให้เหมาะสมที่สุด จนกระทั่งได้ปริมาณเมล็ดที่พอเหมาะ 3-4 เมล็ดต่อหลุม ทำการติดตั้งช่องหยอดในตำแหน่งที่เหมาะสมต่อการหยอด ทำการทดสอบซ้ำ 10 ครั้ง ประเมินผลจากความผิดพลาดของเครื่องหยอด

3. การทดสอบระบบควบคุมการทำงานอัตโนมัติด้วย PLC ซึ่งใช้เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุด้วยแสง 3 จุด ติดตั้งในชุดลำเลียงถาดระบบเขย่าดินทั้ง 2 ถัง และชุดหยอดเมล็ดข้าวโพด ทำการทดสอบการทำงานซ้ำ 10 ครั้ง และประเมินหาความสามารถในการทำงานของเครื่อง

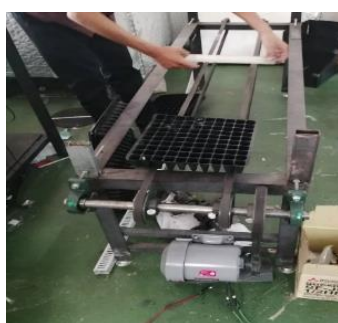
4. การประเมินผลตามหลักเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม โดยใช้ราคารวมของเครื่องเป็นตัวประเมิน ประกอบด้วย การเปรียบเทียบเวลาการใช้เครื่องกับการหยอดเมล็ดด้วยแรงงานคน ทำการทดสอบจำนวน 3 ซ้ำ โดยใช้ถาด 1 ถาด 30 ถาด และ

60 ถาด เพื่อคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน ปริมาณจุดคุ้มทุน (จำนวนถาด) สำหรับถาดปลูกพลาสติก ขนาด 25x54x5 ซม. จำนวน 50 หลุม

ผลการวิจัย

ผลการออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดแบบอัตโนมัติ

งานเชื่อมประกอบโครงสร้างมีรายละเอียด คือ โครงสร้างเหล็กฉาก ถึงรอยดิน ที่หยอดเมล็ดข้าวโพด อินเวอร์เตอร์ 0.4 กิโลวัตต์ มอเตอร์เกียร์ 0.2 กิโลวัตต์ สวิตช์ควบคุม ตู้คอนโทรล ปุ่มสตาร์ท ปุ่มสต็อป หลอดแสดงสถานะสีเขียวขณะทำงาน และสีแดงขณะหยุดทำงาน ออฟติกเซนเซอร์ 24 โวลต์ สายพานลำเลียงร่องบี มอเตอร์ปรับเขย่งดิน 12 โวลต์ สเต็ปมอเตอร์ปรับเขย่งเมล็ด NEMA23 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ Mitsubishi FX2N-20MT



(ก)



(ข)

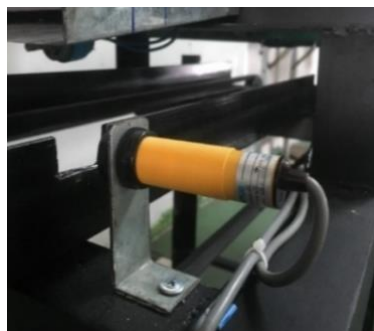


(ค)

รูปที่ 4 (ก) การติดตั้งมอเตอร์เกียร์ 0.2 กิโลวัตต์และระยะสายพานแบบร่อง B (ข) การติดตั้งมอเตอร์ดีซีที่ปรับรอบได้สำหรับเขย่งดินบริเวณด้านข้างถึงบรรจุดิน (ค) การติดตั้งถังบรรจุดิน 2 ถัง



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 5 (ก) วงจรปรับรอบมอเตอร์เขย่งดิน (ข) ออฟติกเซนเซอร์ และ (ค) ติดตั้งกล่องหยอดเมล็ดจำนวน 3 กล่อง



(ก)



(ข)

รูปที่ 6 (ก) ติดตั้งอุปกรณ์ภายในตู้คอนโทรล และ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ Mitsubishi FX2N-20MT
(ข) เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดแบบอัตโนมัติ พร้อมทดสอบสมรรถนะ

การทดสอบประเมินผลเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดแบบอัตโนมัติ

1. การทดสอบชุดลำเลียงถาดร่วมกับระบบบรรจุดิน

พบว่าปริมาณดินที่ร่วงจากถังบรรจุดินที่ 1 (ดินร่อนพื้นหลุม) และถังบรรจุที่ 2 (ดินกลบเมล็ด) พิจารณาความผิดพลาดการเขย่าดินร่อนพื้นหลุมและดินกลบเมล็ด โดยการทดสอบบรรจุดิน 10 ถาด จำนวนหลุมในถาดพลาสติก 50 หลุม มีดินที่บรรจุได้ปริมาณ 30 - 40 กรัม จำนวนหลุมที่ดินร่วงลงเหมาะสมคือ 47 - 48 หลุมในแต่ละครั้งที่ทดสอบ โดยการปรับมอเตอร์เขย่าดินให้ร่วงลงถาดให้เหมาะสม มีความผิดพลาดในแต่ละถาด ประมาณ 2 - 3 หลุม ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด 6.8% ที่ความเร็วสายพาน 1 เมตร/นาที่ โดยการปรับอินเวอร์เตอร์ให้เหมาะสม

2. การทดสอบชุดหยอดเมล็ดข้าวโพด

จากการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง พิจารณาจากค่าเฉลี่ยจำนวนหลุมที่ใช้งานได้ดี 3 - 4 เมล็ด คือ 46.89 ค่าเฉลี่ยจำนวนหลุมที่มีความผิดพลาด น้อยกว่า 3 เมล็ดต่อหลุม และมากกว่า 4 เมล็ดต่อหลุม คือ 3.2 และ 6.4 ตามลำดับ

3. การทดสอบระบบควบคุมอัตโนมัติ ผ่านการควบคุมผ่านโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC)

การทดสอบนี้ควบคุมผ่านโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ Mitsubishi FX2N-20MT การทดสอบพิจารณาปริมาณดินที่ร่วงจากถังบรรจุดินที่ 1 (ฮอปเปอร์ 1) และปริมาณดินที่ร่วงจากถังบรรจุดินที่ 2 (ฮอปเปอร์ 2) ปริมาณ 30 - 40 กรัมต่อครั้งต่อหลุม โดยใช้การชั่งน้ำหนัก และปริมาณการหยอดเมล็ดข้าวโพด 3 - 4 ของเมล็ดข้าวโพด ต่อหลุม จำนวน 50 หลุมต่อถาด การทดสอบจำนวน 10 ครั้ง ระบบเขย่าดินที่ร่วงในถังที่ 1 (ดินร่อนพื้นหลุม) 30 - 40 กรัม/หลุม มีค่าเฉลี่ยคือ 47.8 หรือ 48 หลุมใช้งานได้ดี จำนวนหลุมที่เมล็ดข้าวโพดร่วงลง 3 - 4 เมล็ดต่อหลุม จากระบบหยอด มีค่าเฉลี่ยคือ 46.8 หรือ 47 หลุมใช้งานได้ดี ระบบเขย่าดินที่ร่วงในถังที่ 2 (ดินกลบเมล็ด) 30 - 40 กรัมต่อหลุม มีค่าเฉลี่ยคือ 47.7 หรือ 48 หลุมใช้งานได้ดี เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ย (ต่อถาด) คือ 5.13%



(ก)

(ข)

รูปที่ 7 การทดสอบรวมให้เป็นระบบอัตโนมัติ (ก) ชุดลำเลียงถาดร่วมกับระบบเขี่ยดิน (ข) การทดสอบชุดหยอดเมล็ดข้าวโพด

4. ผลการประเมินตามหลักเศรษฐศาสตร์เปรียบเทียบกับการใช้แรงงานหยอดเมล็ด

ตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า เครื่องใช้เวลาเร็วกว่าใช้แรงงานประมาณ 2 เท่าของเวลาในการปลูกหรือหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด และเมื่อพิจารณาปริมาณดินและเมล็ดที่หยอดพบว่า แรงงานคน (เกษตรกรที่ปลูกพืชลงในถุงเพาะชำเพื่อจำหน่าย) หยอดมีปริมาณไม่แน่นอน บางหลุมดินมากเกินไป บางหลุมดินน้อยเกินไป และมีจำนวนเมล็ดพันธุ์ น้อยกว่า 3 เมล็ดต่อหลุม และมากกว่า 4 เมล็ดต่อหลุม เป็นจำนวนมาก ซึ่งต่างจากการใช้เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดแบบอัตโนมัติซึ่งมีความใกล้เคียงกันในแต่ละถาด ข้อสรุปจากตารางที่ 1 เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดแบบอัตโนมัติมีกำลังการผลิตเฉลี่ย 1 ถาด/นาที่

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบเวลาก่อนและหลังการแรงงานคน (เกษตรกรที่ปลูกพืชลงในถุงเพาะชำเพื่อจำหน่าย) หยอดเมล็ดพันธุ์และดินปลูกลงถาด กับการใช้เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดแบบอัตโนมัติ

ลำดับ	จำนวนถาด	เวลาในการทำงาน แรงงานหยอด (นาที่)	เวลาในการทำงาน ใช้เครื่องฯ (นาที่)	เวลาที่ลดลง (นาที่)
1	1	2	1	1
2	30	60	29	31
3	60	120	55	65

ผลการประเมินตามหลักเศรษฐศาสตร์พิจารณาจาก ปริมาณจุดคุ้มทุน (Q) ของผลลัพธ์ที่นำไปขายตามราคาท้องตลาด การคำนวณมูลค่าคุ้มทุนของเครื่องพิจารณาจาก ค่าใช้จ่ายคงที่และค่าใช้จ่ายผันแปร ทั้งหมดของระบบ วิธีคำนวณปริมาณจุดคุ้มทุนของโครงการนี้ใช้จำนวนถาดที่ผลิตและนำไปขายได้ (Q) โดยมีรายละเอียด คือ ค่าใช้จ่ายคงที่ ประกอบด้วย ค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ (F) และ ค่าใช้จ่ายผันแปร (T) ประกอบด้วย ค่าแรง ค่าไฟฟ้า ค่าเสื่อมสภาพหรือเสื่อมราคา (P) ยอดขาย ณ จุดคุ้มทุน F คือ ค่าใช้จ่ายคงที่ทั้งหมด T คือ ค่าใช้จ่ายผันแปรเฉลี่ย V คือ ค่าใช้จ่ายผันแปรต่อหน่วย ดังนั้น ปริมาณจุดคุ้มทุน สามารถคำนวณได้จากสูตร $PQ = F + TV$ จากการดำเนินโครงการพบว่า ค่าใช้จ่ายคงที่คือ ราคาอุปกรณ์ 25,000 บาท (F) ค่าแรงงานเฉลี่ย 0.6 บาท/ถาด (T) ค่าพลังงานไฟฟ้า เฉลี่ย 12 บาท/ถาด (T) ค่าสึกหรอของเครื่องจักรเฉลี่ย 0.02 บาท/ถาด (พิจารณาจากราคาอุปกรณ์หลักที่จะพังก่อนและต้องเปลี่ยนก่อน เป็นไปตามอายุการใช้งานของอุปกรณ์นั้น คือ เกียร์ของมอเตอร์และตัวควบคุม (PLC) ราคา 14,400 บาท เมื่อใช้ระบบต่อเนื่องจึงจุดคุ้มทุน) (T) ค่าน้ำ 0.2 บาท/ถาด ค่าดินปลูกผัก 5 บาท/ถาด (V) ค่าเมล็ดผัก 6.25 บาท/ถาด (V) ค่าถาด 2 บาท/ถาด (V) ดังนั้นมีค่าใช้จ่ายผันแปร 40.5 บาท/

ถาด (TV) ราคาขายต่อหน่วยของสินค้า 60 บาท/ถาด (P) ปริมาณจุดคุ้มทุน $Q = 1,200$ ถาด และระยะเวลาคืนทุนเมื่อกำหนดยอดขายวันละ 20 ถาด มีระยะเวลาคืนทุนคือ 60 วัน หรือ 2 เดือน

บทสรุป

การทดสอบและประเมินผลเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดแบบอัตโนมัติ พบว่า เครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้ตามระบบควบคุมที่ออกแบบไว้ มีประสิทธิภาพและทดแทนแรงงานหยอดเมล็ดลงถาด ระบบสามารถปรับค่าความเร็วสายพานลำเลียงถาด สามารถปรับปริมาณการบรรจุดินลงถาดหลุมและสามารถปรับปริมาณการหยอดเมล็ดพันธุ์ได้ ที่สำคัญสามารถเปลี่ยนชนิดถาดได้หรือใช้เมล็ดพันธุ์อื่นที่มีขนาดใกล้เคียงกันได้ ตามความเหมาะสมและมีขนาดใกล้เคียงกัน การทดสอบชุดลำเลียงถาดร่วมกับระบบเขี่ยดิน การตั้งค่าปริมาณดินที่ร่วงจากถังที่ 1 และถังที่ 2 ในแต่ละถาด ที่ 30 - 40 กรัมต่อหลุม สรุปผลได้ว่า 95.2% ใช้งานได้ปกติ การทดสอบชุดหยอดเมล็ดข้าวโพด ค่าเฉลี่ยจำนวนหลุมที่เมล็ดไม่ร่วงลงตามการกำหนดที่ 3 - 4 เมล็ดต่อหลุม สรุปผลได้ว่ามีประสิทธิภาพ 95.4% ใช้งานได้ปกติ การทดสอบการทำงานในระบบอัตโนมัติ สรุปผลได้ว่ามีประสิทธิภาพ 94.87% ใช้งานทั้งระบบได้ปกติ เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดแบบอัตโนมัตินี้กำลังการผลิตเฉลี่ย 1 ถาด/นาที ต้นแบบเครื่องมีราคา 25,000 บาท มีระยะเวลาคืนทุนคือ 60 วัน มีจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 1,200 ถาด และเครื่องใช้เวลาทำงานน้อยกว่าการใช้แรงงานคนถึง 2 เท่า

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้รับทุนสนับสนุนโครงการปริญญาโท งบประมาณรายได้ ปี 2563 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

- เกรียงไกร แซ่มสีม่วง และเกียรติศักดิ์ แสงประดิษฐ์. (2557). การพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ฝักกะน้าในถาดเพาะกล้า สำหรับเกษตรกรสมัยใหม่. วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย. 23(2): 17-25.
- ธีรพงศ์ ผลโพธิ์ และกฤษณ์ ผลโพธิ์. (2556). การพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดลงถาดเพาะกล้า. ใน การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติ ครั้งที่ 14 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 6 1-4 เมษายน 2556. โรงแรมหัวหินแกรนด์ แอนด์พลาซ่า. ประจวบคีรีขันธ์ . 229-234.
- ศรนรินทร์ ทุนไทสง, ศรีณยู บุญประสิทธิ์ และโอฬาร ลัดดาภิรมย์. (2553). การออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดพืชลงถาดเพาะกล้า. ปริญญาโทวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.
- Dhairyashil A.N. and Harshad M.T. (2017). Design and analysis of an automated seeder for small scale sowing applications for tray plantation method. International Journal of Engineering Research and Technology. 10(1): 716-723.
- Dzung N.T. (2012). Simple and Effective S.R.I. and Agriculture Innovation. Available: http://S.R.I..ciifad.cornell.edu/countries/vietnam/VN_S.R.I._booklet_Eng2012.pdf. Accessed Dec. 2, 2019.

Gaikwad B.B. and Sirohi N.P.S. (2008). Design of a low-cost pneumatic seeder for nursery plug trays. Biosystems Engineering. 99(3): 322-329.