

Received: October 15, 2020; Revised: November 24, 2020; Accepted: December 9, 2020

การออกแบบและสร้างระบบโรยข้าวเมล็ดเดี่ยวอัตโนมัติโดยใช้ถาดคัดเมล็ดพันธุ์ Design and fabrication of automatic single-rice seeding system with The Seed-Selected Tray

บรรลุ เพียชิน¹ กิตติคุณ ปิตุพรหมพันธ์^{1*} สมาน คันทริน¹ กฤษณพันธ์ ศรีมงคล¹ และวีรยุทธ จีเพชร¹
Banlu Phiachin¹, Kittikun Pituprompan^{1*}, Smarn Kantarin¹, Krisanapan Srimongkon¹
and Veerayut Jeepetch¹

¹มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

*Corresponding Author E-mail Address: Kittikun.pi@muti.ac.th

บทคัดย่อ

การออกแบบและสร้างเครื่องโรยข้าวเมล็ดเดี่ยวแบบอัตโนมัติ โดยมีส่วนประกอบหลักได้แก่ 1) ชุดโครงสร้าง 2) ชุดลำเลียง ถาดปลูก 3) ชุดป้อนวัสดุปลูก (ก่อนโรย) 4) ชุดโรยข้าวเมล็ดเดี่ยว 5) ชุดป้อนวัสดุปลูก(หลังโรย) และ 6) ชุดควบคุมการทำงาน อัตโนมัติ จากผลการศึกษาพบว่า ชุดลำเลียงถาดปลูกมีความเร็วเชิงเส้นในการลำเลียงที่เหมาะสม เท่ากับ 16.67 เมตรต่อวินาที (0.28 เมตรต่อวินาที) ชุดป้อนวัสดุปลูก (ก่อนโรย) มีมุมการไหลของวัสดุปลูกเท่ากับ 30 องศา ความเร็วรอบมอเตอร์ สั่นสะเทือนเท่ากับ 1,673 รอบต่อวินาที ส่งผลทำให้มีอัตราการป้อนวัสดุปลูก (ก่อนโรย) เท่ากับ 67 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งสามารถควบคุมปริมาณการป้อนวัสดุปลูกได้ตามความต้องการคือ ความสูง ½ ของหลุมถาดปลูก สำหรับชุดโรยข้าวเมล็ด เดี่ยวกำหนดมุมเอียงเท่ากับ 16 องศา ร่วมกับการทำงานของชุดมอเตอร์สั่นสะเทือนตัวที่ 1 และ ตัวที่ 2 ที่ระดับความเร็วรอบ 1,818 และ 1,648 รอบต่อวินาที ตามลำดับ ซึ่งส่งผลทำให้มีประสิทธิภาพในการโรยข้าวเมล็ดเดี่ยวลงหลุมสูงสุดคือ มีค่าเท่ากับ 92 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: เครื่องโรยข้าว ชุดลำเลียงถาดปลูก ระบบโรยข้าวเมล็ดเดี่ยว ชุดควบคุมการทำงานอัตโนมัติ ประสิทธิภาพการโรย ข้าว

Abstract

A design and construction of automatic single-rice seedling machine. The main components of this machine consists of: 1) main frame 2) planting tray conveyor set 3) planting material feeding set1 (pre) 4) single-grain rice sprinkling set 5) planting material feeding set2 (post), and 6) automatic control unit. The

result shows that the appropriate linear velocity of planting tray conveyor set equal to 16.67 meters per minute (0.28 meters per second). For the planting material feeding set1 (pre) has the angle of repose is 30 degrees and revolution speed of vibrating motor is 1,673 rpm. which has a feeding capacity equal to 67 kilograms per hour. This condition can be control amount of planting material feeding in the middle of the hole by requirement method. The single-grain rice sprinkling set has the incline angle is 16 degrees and the combination of double vibrating motor are 1818 and 1648 rpm. in revolution speed, respectively. The effects of this set can be show single-grain rice sprinkling efficiency equal to 92 percent.

Keywords: Seedling machine, Tray conveyor set, Single-rice seedling system, Automatic control unit, Single-grain rice sprinkling efficiency

บทนำ

การทำเกษตรกรรมถือว่าเป็นอาชีพหลักของคนไทยมาอย่างยาวนาน เป็นอยู่ข้าวอยู่น้ำ ชับเคลื่อนเศรษฐกิจ และหล่อเลี้ยงคนในประเทศ แต่ในปัจจุบันผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจ การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ และการขาดแคลนแรงงาน ทำให้ต้องมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการทำเกษตรเพื่อเพิ่มผลผลิต ควบคุมคุณภาพ และลดการใช้แรงงานจากคน โดยเฉพาะในการเพาะปลูกข้าวซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีเป้าหมายการใช้ข้าวเพื่อการส่งออก การบริโภค การอุตสาหกรรมและผลิตเมล็ดพันธุ์ในปี 2563 - 2564 จำนวน 28.786 ล้านตัน คิดเป็นพื้นที่ถึง 70 ล้านไร่ (สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ข้าว, 2563) ทำให้ต้องมีการวางแผนการผลิตเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการ จากปัญหาดังกล่าวได้มีกลุ่มชาวนารุ่นใหม่ได้พยายามปรับปรุงการดำเนินงานแบบใหม่ที่เรียกว่า การทำนาแบบเอสอาร์ไอแบบประยุกต์โดยมีการพัฒนาขึ้นในมาดากัสการ์ โดยชาวฝรั่งเศสชื่อ อองรี เดอ โลลानी (สารัลย์, 2558) ซึ่งทำงานร่วมกับเกษตรกรและเพื่อนร่วมงานชาวมาลากาซีในช่วงปี พ.ศ. 2504 - 2538 เพื่อปรับปรุงวิธีผลิตข้าวในประเทศ ด้วยความปรารถนาที่จะให้ชาวนามาลากาซีให้ได้ผลผลิตต่อไร่ที่มากขึ้น ซึ่งระบบการผลิตข้าวแบบ System of rice intensification (SRI) มีหลักปฏิบัติที่สำคัญ 5 ข้อ (VN S.R.I. Booklet Eng, 2012) คือ (1) ในการปักดำต้นกล้าควรมีใบไม่เกิน 3 ใบ (2) เป็นการปักดำที่มีระยะห่างระหว่างต้นเท่ากันเช่น 25x25 cm โดยใช้ต้นกล้าเพียงต้นเดียว (3) ต้องมีการควบคุมน้ำโดยปล่อยให้หน้าดินแห้งและเปียกสลับกัน (4) ต้องมีการกำจัดวัชพืชระหว่างแถวเมื่อต้นข้าวมีอายุ 12 - 15 วัน และ 25 - 27 วัน (5) ควรจัดการธาตุอาหารสำหรับข้าวให้เหมาะสมข้อดีของระบบการผลิตข้าวแบบ SRI คือ (1) ประหยัดพันธุ์ข้าว เนื่องจากใช้การปักดำกอละหนึ่งเมล็ด ดังนั้น ในหนึ่งไร่จะใช้เมล็ดพันธุ์เพียง 300 - 500 กรัม (ขึ้นอยู่กับชนิดของข้าว) (2) เป็นการปลูกข้าวเพื่อคัดเป็นเมล็ดพันธุ์ข้าวไม่ให้มีข้าวปน เหมาะสำหรับทำเป็นพันธุ์ข้าวในรุ่นต่อไป (3) ผลผลิตของข้าวจะเพิ่มขึ้น เช่น นายโอโนเร อาร์ เกษตรกรซึ่งเริ่มทำงานกับเทฟิไซนา (TEFY SAINA) ในฤดูการผลิตปี 1994/1995 ปลูกข้าวบนพื้นที่เพียง 1.5 ไร่ ผลผลิตที่ได้ 1,500 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อเทียบกับ 320 - 480 กิโลกรัม/ไร่ ในฤดูผลิตก่อน (สารัลย์, 2558) และจากผลงานวิจัยของ Japan association of the system of rice intensification พบว่าผลผลิตของข้าวมีค่าเท่ากับ 3,525 กิโลกรัม/เฮกเตอร์ หรือ 1,392 กิโลกรัม/ไร่ (สมาน, 2559) สำหรับประเทศไทยได้มีการทดลองทำเป็นครั้งแรกที่ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และสถาบันแมคเคนเพื่อการฟื้นฟูสภาพและพื้นที่ของคณะกรรมการคหาทอลิคเพื่อการพัฒนา (สารัลย์, 2558) ในปัจจุบันเกษตรกรได้มีการประยุกต์ใช้ถาดเพาะกล้าขนาด 434 หลุมต่อถาดสำหรับการเพาะเมล็ดพันธุ์ข้าวให้ได้ข้าวหลอมละ 1 เมล็ด สำหรับเวลาที่ใช้ในการเพาะกล้าให้เสร็จหนึ่งถาดนั้นจะต้องใช้เวลา 30 นาทีเป็นอย่างต่ำ ดังนั้นการเพาะกล้าต้นเดียวจำเป็นต้องใช้แรงงานและเวลาเป็นจำนวนมาก เพื่อให้เพียงพอกับพื้นที่เพาะปลูกจึงเป็นอุปสรรคสำคัญสำหรับการทำนาในระบบการเพิ่มผลผลิตข้าวในประเทศไทย

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงได้นำเอาหลักการทำนาแบบเอสอาร์โอมาผสมกับการทำนาโยนอย่างลงตัว โดยข้อดีของการทำนาแบบเอสอาร์โอคือได้ผลผลิตต่อไร่สูง และสามารถควบคุมข้าววัชพืชหรือวัชพืชทั่วไปได้ดีการทำนาแบบเดิม การทำนาแบบเอสอาร์โอแบบประยุกต์ทำได้โดยนำเมล็ดข้าวงอกมาเพาะที่ถาดเพาะกล้านาโยนให้ได้หลุมละหนึ่งเมล็ดเมื่อข้าวงอกได้ประมาณ 15 วันก็นำไปโยนให้เป็นแถวเป็นแนวเพื่อต่อการควบคุมและกำจัดวัชพืช ในครั้งนี้คณะนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสนได้พัฒนาเครื่องหย่อนกล้านาโยนได้สำเร็จเพื่อใช้ในการทำนาแบบโยน แต่ประสบปัญหาในขั้นตอนการเตรียมกล้าให้ได้หลุมละหนึ่งเมล็ด มีผลทำให้ต้องใช้แรงงานและ เวลามากในขั้นตอนการเตรียมกล้า ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบสำหรับการเพาะกล้านาโยนแบบอัตโนมัติให้ได้จำนวนข้าวหนึ่งเมล็ดต่อหนึ่งหลุมนาโยนสำหรับการทำนาในระบบเอสอาร์โอแบบประยุกต์เพื่อช่วยลดปัญหาแรงงานและเวลาที่ใช้ในการเพาะกล้า โดยแบ่งแนวทางในการศึกษาเป็น 4 ส่วน คือ ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าว ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุปลูก ออกแบบและพัฒนาเครื่องโรยข้าวเมล็ดเดียวอัตโนมัติ และทดสอบประเมินผลของเครื่องโรยข้าวเมล็ดเดียวอัตโนมัติ

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

ศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมมะลิ 105

เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพในการออกแบบและสร้างเครื่องหยอดข้าวเมล็ดเดียวอัตโนมัติมาใช้ในการทำงาน เพื่อทดแทนแรงงานคนและประหยัดเวลาในกระบวนการเพาะเมล็ดลงถาดเพาะ ซึ่งการการเพาะเมล็ดลงในถาดเพาะนั้น เพื่อทราบถึงลักษณะทางกายภาพก่อนการออกแบบและสร้างเครื่องโรยข้าวเมล็ดเดียวอัตโนมัติดังนั้นในขั้นตอนนี้จึงได้ดำเนินการศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมมะลิ 105 มีความชื้นไม่เกิน 14 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาช่วยในการออกแบบและสร้างเครื่องโรยข้าวเมล็ดเดียวอัตโนมัติดังต่อไปนี้

1. การศึกษาความกว้างและความยาวของเมล็ดข้าวหอมมะลิ โดยทำการสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์จำนวน 50 เมล็ด จากนั้นทำการวัดความกว้างและความยาวโดยใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์
2. ศึกษาการร่วงหล่นของเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมมะลิ 105 โดยทำการสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมมะลิจำนวน 50 เมล็ดนำมาทดสอบหาอัตราการร่วงของเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ความสูงต่าง ๆ ด้วยวิธีการปล่อยเมล็ดตกอย่างอิสระ
3. ศึกษาหามุมการไหลของเมล็ดพันธุ์ข้าวเพื่อศึกษาสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานสถิตมุมคงสภาพตั้งสมการที่ 1 (โรสลิโน และคณะ, 2560) ซึ่งพื้นผิวที่ทำการหาคือพื้นเหล็กและพื้นอะคริลิก เพื่อหามุมการไหลของเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมมะลิ 100 กรัม โดยนำเมล็ดพันธุ์ข้าวมาวางบนพื้นผิวที่ต้องการ จากนั้นจึงค่อย ๆ ยกขึ้นจนกระทั่งเมล็ดพันธุ์ข้าวเริ่มไหล จนไหลหมด แล้วอ่านค่ามุมที่ได้ที่ทำซ้ำเช่นนี้ 10 ครั้ง ดังแสดงในรูปที่ 1

$$\mu_s = \tan \theta \dots \dots \dots (1)$$

เมื่อ μ_s คือ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต
 θ คือ มุมการลื่นไถล



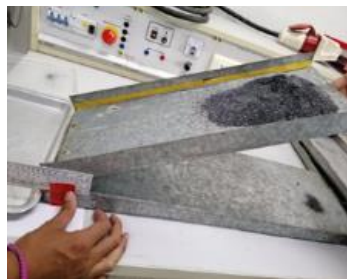
รูปที่ 1 การหามุมการไหลของเมล็ดพันธุ์ข้าวเพื่อศึกษาสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานสถิตมุมคงสภาพ

ศึกษาลักษณะทางกายภาพของแกลบดำ

1. ศึกษาความชื้นของแกลบดำ เพื่อหาค่าความชื้นที่มีผลต่อการไหล อ้างอิงตามมาตรฐาน AOAC. โดยตัวอย่างการทดสอบ 3 ตัวอย่าง อบด้วยเครื่องอบแบบ Hot air oven ดังรูปที่ 2 ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และนำค่าที่ได้มาคำนวณหาความชื้น (%) ตามสมการที่ 2

$$Mw = \frac{w-d}{w} \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

2. ศึกษาหามุมการไหลของแกลบดำ การศึกษาสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานสถิตมุมคงสภาพ (สมการที่ 1) โดยพื้นผิวที่ทำการศึกษาคือพื้นเหล็ก และพื้นสังกะสี เพื่อหาอัตราการป้อนแกลบแกลบดำลงถาดเพาะโดยนำแกลบดำ 100 กรัมมาวางบนพื้นผิวที่ต้องการ จากนั้นจึงค่อยๆ ยกขึ้นจนกระทั่งแกลบดำเริ่มไหล จนไหลหมด แล้วอ่านค่ามุมที่ได้ ที่ทำซ้ำเช่นนี้ 10 ครั้งดังแสดงในรูปที่ 2 นำค่าเฉลี่ยที่ได้มาคำนวณหาสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานสถิตดังสมการ $\mu = \tan \theta$

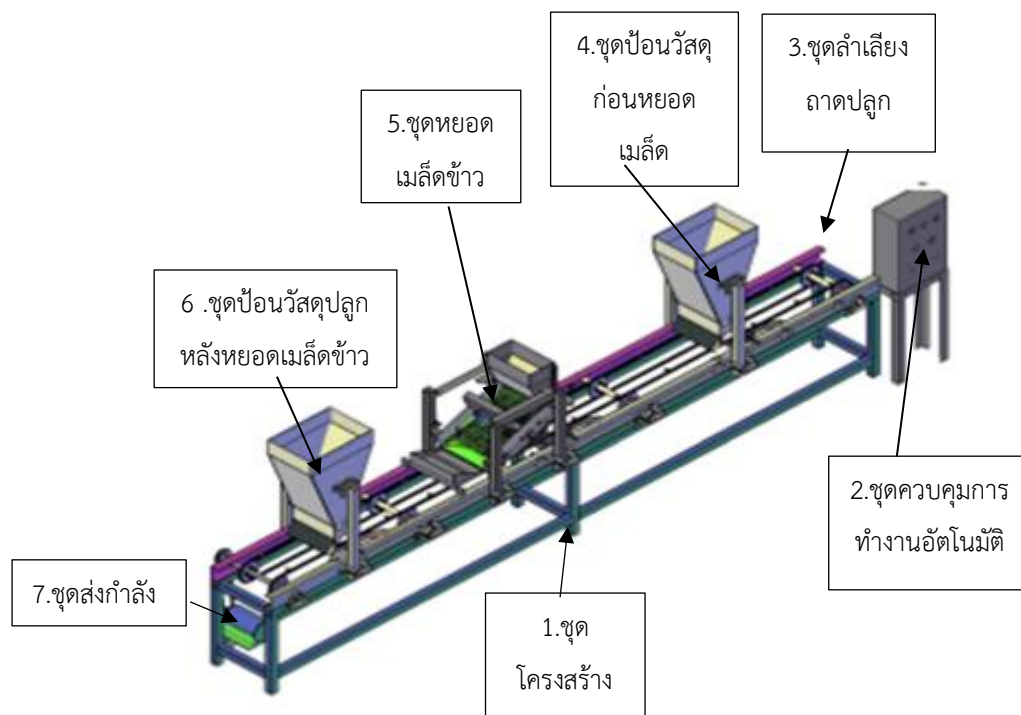


รูปที่ 2 การหามุมการไหลของแกลบดำเพื่อศึกษาสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานสถิตมุมคงสภาพ

การศึกษาการออกแบบและสร้างระบบโรยข้าวเมล็ดเดี่ยวอัตโนมัติ

โดยการออกแบบและพัฒนาเครื่องเพาะกล้านาโยนได้พิจารณาจากลักษณะทางกายภาพทั่วไปของเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมมะลิ และแกลบดำ ได้มีการนำหลักการและทฤษฎีเครื่องหยอดเมล็ดข้าวชนิดต่าง ๆ มาเป็นข้อมูลในการออกแบบชิ้นส่วนหลัก ส่วนคือ ชุดโครงสร้าง ชุดถังบรรจุแกลบดำโรยรองพื้น ชุดหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว ชุดถังบรรจุแกลบดำโรยกลบหน้า ชุดโซ่ลำเลียง ชุดควบคุมระบบการทำงาน

1. การออกแบบชุดโครงสร้าง ออกแบบให้ใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงมั่นคง มีการแบ่งสัดส่วนพื้นที่ติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้มีความสมดุล และมีการซ่อมบำรุงรักษาได้ง่าย ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 เครื่องโรยข้าวเมล็ดเดี่ยวอัตโนมัติ

2. ชุดควบคุมระบบการทำงานอัตโนมัติ เนื่องจากเป็นระบบการทำงานแบบอัตโนมัติ จึงนำความรู้ทางด้านการใช้โปรแกรม ARDUNO มาประยุกต์ใช้โดยการนำเอาโปรแกรม ARDUNO เป็นส่วนสำคัญของระบบควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างของเครื่อง มีข้อดีคือ ราคาประหยัด และสามารถใช้งานได้นาน ดังรูปที่ 3

3. ชุดลำเลียงถาดปลูก ออกแบบโดยใช้โซ่ลำเลียง เพราะเป็นวัสดุที่ทนทาน แข็งแรง และไม่ทำให้เกิดการลื่นไถลระหว่างการลำเลียง ดังรูปที่ 3

4. การออกแบบชุดถังบรรจุวัสดุปลูกเพื่อโรยร่องพื้นและกลบเมล็ดข้าว ออกแบบให้เป็นทรงสี่เหลี่ยมคางหมูขนาดพอดี โดยพิจารณาจากการศึกษาน้ำหนักและมุมการไหลของวัสดุปลูกมาเป็นเกณฑ์ในการออกแบบสามารถ 350 ลูกบาศก์เซนติเมตร ควบคุมการโรยด้วยระบบมอเตอร์สั่นสะเทือน ดังรูปที่ 3

5. การออกแบบแผ่นโรยเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยออกแบบความกว้างและความยาว ให้มีขนาดใกล้เคียงกับถาดเพาะ และออกแบบรูหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวมีจำนวนรู 434 รู เท่ากันกับหลุมถาดเพาะ โดยพิจารณาจากการศึกษาหาความยาวและความกว้างของเมล็ดพันธุ์ข้าว มาเป็นเกณฑ์ในการออกแบบความกว้างของรูหยอดเมล็ดมีขนาด 3 มิลลิเมตร มีความยาวของรู 13 มิลลิเมตร และมอเตอร์สั่นสะเทือนเพื่อทำให้เมล็ดข้าวมีการเคลื่อนตัวไปยังหลุมกำหนดเมล็ด มอเตอร์ตัวที่ 1 ติดตั้งที่ตำแหน่งกลางของชุดโรยข้าว และตัวที่ 2 ติดตั้งที่ด้านหลัง ของชุดโรยข้าวกลาง ดังรูปที่ 4 ทำการทดสอบโดยปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ตัวที่ 1 และตัวที่ 2 ในระดับที่แตกต่างกัน 3 ระดับ

6. ออกแบบชุดส่งกำลังด้วยมอเตอร์ ใช้พูลเลย์สายพานร่อน V หน้าตัดแบบ B เพราะสามารถส่งกำลังได้ดีและหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด เลือกใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลัง เพราะให้ประสิทธิภาพในการส่งกำลังได้ดี สมำเสมอ ไม่ส่งเสียงดัง โดยใช้การคำนวณเพื่อเลือกขนาดพูลเลย์สายพานและแรงม้าที่เหมาะสมกับความเร็วรอบที่ใช้ในการ ดังรูปที่ 3

การทดสอบประเมินผลเครื่องโรยข้าวเมล็ดเดี่ยวอัตโนมัติ

โดยการทดสอบประเมินผลเครื่องโรยข้าวเมล็ดเดี่ยวอัตโนมัติ จะทำการทดสอบสมรรถนะของเครื่องโรยข้าวเมล็ดเดี่ยวอัตโนมัติแบ่งออกเป็น 3 ชุด ได้แก่ ชุดถึงบรรจุวัสดุปลูกเพื่อโรยรองพื้นก่อนการหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว ชุดหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว ชุดป้อนวัสดุปลูกกลับเมล็ดหลังโรยเมล็ดพันธุ์ข้าวลงหลุม

1. การทดสอบชุดถึงบรรจุวัสดุปลูกเพื่อโรยรองพื้นก่อนการหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว ดำเนินการปรับความเร็วรอบมอเตอร์ สั่นสะเทือน เพื่อศึกษาเปรียบเทียบที่ความเร็วรอบมอเตอร์สั่นสะเทือนในระดับที่แตกต่างกันสามระดับ โดยมีโดยกำหนดปริมาณวัสดุปลูกอยู่ที่ ½ ของแต่ละหลุมเป็นค่าชี้ผล

2. การทดสอบชุดโรยข้าวเมล็ดเดี่ยว ดำเนินการโดยกำหนดมุมเอียง 3 ระดับ และกำหนดความเร็วรอบมอเตอร์ สั่นสะเทือนตัวที่หนึ่งและตัวที่สองที่ระดับความเร็ว 1533,1435 1818,1648 2044,1853 รอบต่อนาที ตามลำดับนำถาดเพาะกล้านาโยนขนาด 434 หลุม วางไว้ตำแหน่งที่เหมาะสมของชุดหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมมะลิ จากนั้นทำการเปิดชุดหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมมะลิและนับจำนวนเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมมะลิที่ร่วงหล่นลงในถาดเพาะ ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง และนำผลมาคำนวณหาประสิทธิภาพการหยอดเมล็ด และความสามารถในการทำงานของเครื่อง

3. การประเมินผลเครื่องหยอดข้าวเมล็ดเดี่ยวอัตโนมัติในขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบผลการประเมินเครื่องหยอดข้าวเมล็ดเดี่ยวอัตโนมัติซึ่งใช้ค่าชี้ผลในการประเมินผลหาค่า ประสิทธิภาพเครื่องหยอดข้าวเมล็ดเดี่ยวอัตโนมัติ ความสามารถในการทำงานเครื่องหยอดข้าวสำหรับนาโยน โดยใช้สมการการคำนวณดังแสดงในสมการที่ (3) - (4)

เมื่อ	Efficiency	=	$((S-H)/H) \times 100 \dots \dots \dots (3)$
	Efficiency	=	ประสิทธิภาพการทำงาน
	S	=	จำนวนเมล็ดในหลุม
	H	=	จำนวนหลุมทั้งหมด
เมื่อ	Capacity	=	$P/T \dots \dots \dots (4)$
	Capacity	=	กำลังการผลิต (ถาด/ชั่วโมง)
	P	=	จำนวนถาด (ถาด)
	T	=	เวลา (ชั่วโมง)

ผลการวิจัย

การศึกษาการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของข้าวหอมมะลิ 105 เพื่อนำข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นที่ได้ไปออกแบบและสร้างระบบโรยข้าวเมล็ดเดี่ยวอัตโนมัติโดยใช้ถาดคัดเมล็ดพันธุ์ ทำการทดสอบและประเมินผลการทำงานของเครื่อง ได้ผลการทดสอบดังนี้

ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของข้าวหอมมะลิ 105

1. ผลการศึกษาขนาดเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมมะลิ 105 ผลจากการศึกษาพบว่ามีความยาวของเมล็ดเฉลี่ย 10.09 มิลลิเมตร และกว้าง 2.14 มิลลิเมตร

2. ผลการศึกษาการร่วงหล่นของเมล็ดพันธุ์ข้าว ผลจากการศึกษาพบว่าอัตราการร่วงหล่นของเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ความสูง 0.2 เมตร ใช้เวลา 0.02 นาที่ ที่ความสูง 0.3 เมตร ใช้เวลา 0.04 นาที่ ที่ความสูง 0.4 เมตร ใช้เวลา 0.06 นาที่

3. ผลการศึกษาการหามุมการไหลของเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมมะลิ เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตยโดยเปรียบเทียบพื้นผิวที่อะคริลิกและพื้นเหล็ก เพื่อนำผลที่ได้เป็นแนวทางออกแบบชุดหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยนำเมล็ดพันธุ์ข้าวมาวางบนพื้นผิว จากนั้นจึงค่อย ๆ ยกขึ้นจนกระทั่งเมล็ดพันธุ์ข้าวเริ่มไหลลง และเมื่อเมล็ดพันธุ์ข้าวไหลหมด โดยได้ค่ามุมการไหลโดยเฉลี่ยของพื้นอะคริลิกที่มุมเริ่มไหล และมุมไหลหมด เท่ากับ 12.4 และ 23 องศา และค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตยที่มุมเริ่มไหล และมุมไหลหมด เท่ากับ 0.22 และ 0.42 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1

ผลการศึกษาหามุมการไหลของเมล็ดพันธุ์ข้าวที่พื้นผิวเหล็ก ผลการศึกษาสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตยโดยพื้นผิวเหล็ก เพื่อนำผลที่ได้เป็นแนวทางออกแบบชุดหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยนำเมล็ดพันธุ์ข้าวมาวางบนพื้นผิวเหล็ก จากนั้นจึงค่อย ๆ ยกขึ้นจนกระทั่งเมล็ดพันธุ์ข้าวเริ่มไหลลง และเมื่อเมล็ดพันธุ์ข้าวไหลหมด โดยได้ค่ามุมเริ่มไหล และมุมไหลหมด โดยเฉลี่ยของพื้นผิวเหล็ก 23.8 และ 30 องศา และสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตยที่ 0.44 และ 0.57 ตามลำดับจากผลการศึกษา ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตยของวัสดุทั้งสองชนิดมีค่าแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การศึกษาเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานโดยพื้นผิวอะคริลิกและผิวเหล็ก

ข้อมูล	มุมการไหล (องศา)			
	มุมเริ่มไหลผิว	มุมเริ่มไหลผิว	มุมไหลหมดผิว	มุมไหลหมดผิว
	อะคริลิก	เหล็ก	อะคริลิก	เหล็ก
ค่าต่ำสุด	10	22	20	30
ค่าสูงสุด	13	25	30	30
เฉลี่ย	12.4	23.8	23	30
สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตย	0.22	0.44	0.42	0.57

ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุปลูก

1. การศึกษาความชื้นของวัสดุปลูกสุ่มตัวอย่างในการทดลอง ผลจากการศึกษาพบว่าวัสดุปลูกมีความชื้นเฉลี่ย 25 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก

2. การศึกษาหามุมการไหลของวัสดุปลูกที่พื้นผิวเหล็ก ผลการศึกษาสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตยโดยพื้นผิวที่ทำการหา คือพื้นเหล็ก เพื่อนำผลที่ได้เป็นแนวทางออกแบบถังบรรจุ โดยนำวัสดุปลูกมาวางบนพื้นผิว จากนั้นจึงค่อย ๆ ยกขึ้นจนกระทั่งวัสดุปลูกเริ่มไหลลงแล้วอ่านค่ามุมที่วัสดุปลูกไหลหมด โดยได้ค่ามุมเริ่มไหล และมุมไหลหมด โดยเฉลี่ยของพื้นผิวเหล็ก เท่ากับ 35.5 และ 50.8 องศา และสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตย เท่ากับ 0.71 และ 1.22 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2

ผลการศึกษาหามุมการไหลของวัสดุปลูกที่พื้นผิวสังกะสี ผลการศึกษาสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตยโดยพื้นผิวที่สังกะสี เพื่อนำผลที่ได้เป็นแนวทางออกแบบถังบรรจุ โดยนำวัสดุปลูกมาวางบนพื้นผิว จากนั้นจึงค่อย ๆ ยกขึ้นจนกระทั่งวัสดุปลูกเริ่มไหลลงแล้วอ่านค่ามุมที่วัสดุปลูกไหลหมด โดยได้ค่ามุมเริ่มไหล และมุมไหลหมด โดยเฉลี่ยของพื้นผิวเหล็ก 25.2 และ

39.6 องศา และสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตย์ที่ 0.47 และ 0.82 ตามลำดับ จากผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตย์ของวัสดุทั้งสองชนิดมีค่าแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาเปรียบเทียบมุมการไถล และสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตย์ของวัสดุปลูกพื้นผิวหลักกับพื้นสังกะสี

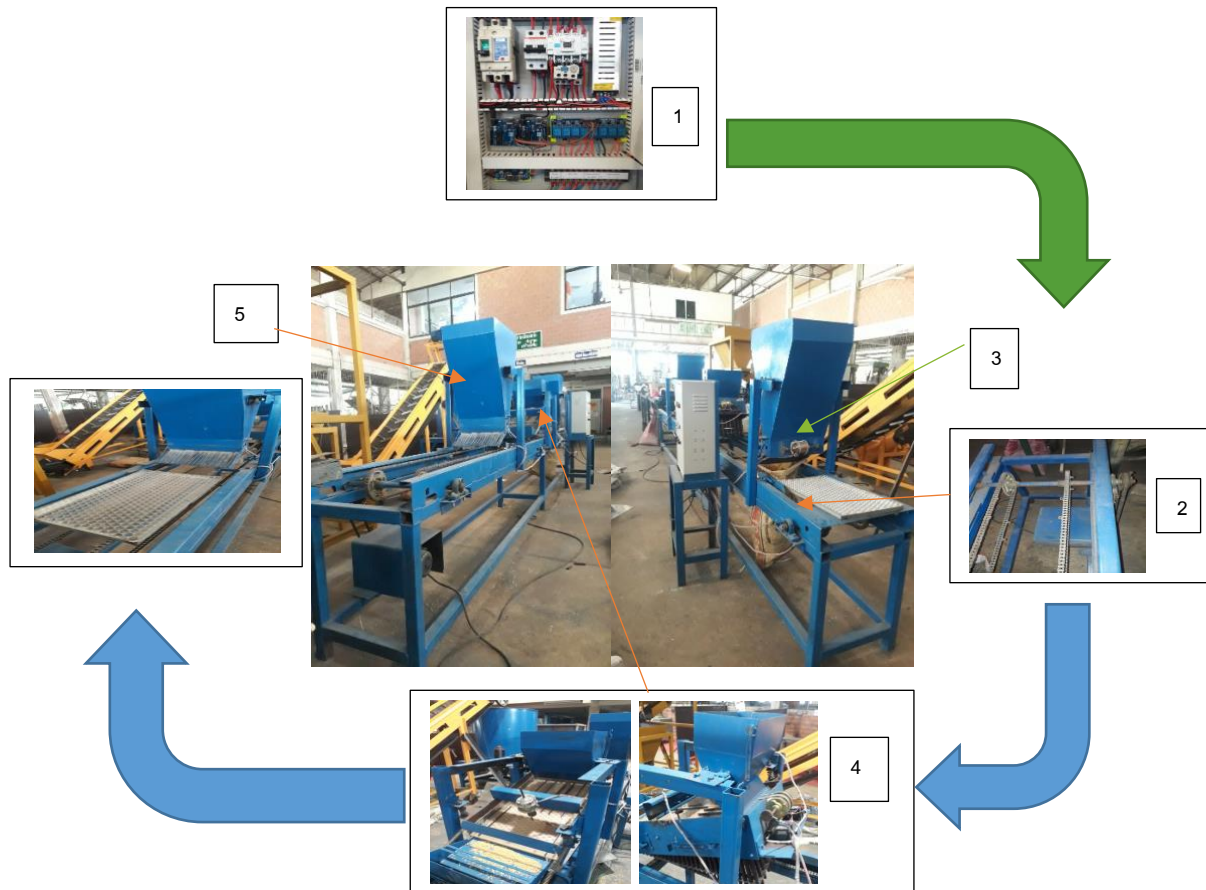
ข้อมูล	มุมการไถล (องศา)			
	มุมเริ่มไถล ผิวหลัก	มุมเริ่มไถล ผิวสังกะสี	มุมไถลหมด ผิวหลัก	มุมไถลหมด ผิวสังกะสี
ค่าต่ำสุด	35	25	50	38
ค่าสูงสุด	36	26	52	41
เฉลี่ย	35.5	25.2	50.8	39.6
สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตย์	0.71	0.47	1.22	0.82

ผลการสร้างเครื่องโรยข้าวเมล็ดเดียวอัตโนมัติ และขั้นตอนการทำงาน

การออกแบบสร้างเครื่องโรยข้าวเมล็ดเดียวมีส่วนประกอบตามขั้นตอนการทำงานดังนี้ ชุดโครงสร้าง ชุดควบคุมการทำงานอัตโนมัติ ชุดลำเลียงถาดปลูก ชุดป้อนวัสดุปลูก ชุดหยอดเมล็ดข้าว ชุดป้อนวัสดุปลูกหลังการหยอดเมล็ดข้าว

การออกแบบชุดควบคุมการทำงานอัตโนมัติโดยใช้ตู้คอนโทรลขนาด ความกว้าง 200 มิลลิเมตร ความยาว 300 มิลลิเมตร ความลึก 150 มิลลิเมตรชุดควบคุมประกอบด้วยระบบเปิด-ปิด ได้แก่ เมนเบรค เบรคเกอร์ และแม่กเนติก ระบบรับข้อมูลและสั่งการ ได้แก่ บอร์ดอาดูโน R3 รีเลย์ 8 ขาแนล และลิมิตสวิสท์ เหตุผลที่เลือกใช้อุปกรณ์ที่กล่าวมาทั้งหมด เนื่องจากหาซื้อง่ายตามท้องตลาดและมีราคาถูก

หลักการทำงานดังนี้ เมื่อต้นคันสวิทช์อยู่ในสถานะเปิด ที่ชุดควบคุม 1 ชุดลำเลียงถาดเพาะกล้า 2 จะทำงาน การวางถาดเพาะกล้าลงในโซ่ลำเลียงขั้นตอนนี้จะใช้แรงงานคนการทำงาน เมื่อถาดเพาะกล้าถูกลำเลียงผ่านเซ็นเซอร์ระบบสั่งด้วยมอเตอร์ของถังวัสดุปลูก 3 จะทำงานทำให้วัสดุปลูกถูกโรยลงในถาดเพาะกล้า ในขณะเดียวกันชุดควบคุมการหยอดเมล็ดจะเตรียมเมล็ดพันธุ์ลงไปในห้องหยอดด้วยระบบสั่งด้วยมอเตอร์ 4 เมื่อถาดเพาะกล้าเลื่อนผ่านเซ็นเซอร์ระบบจะสั่งการให้ชุดลำเลียงถาดเพาะกล้าหยุดในตำแหน่งหยอด จากนั้นระบบจะสั่งการเปิดชุดหยอดทำงานเมล็ดข้าวจะร่วงลงถาดเพาะกล้า จากนั้นระบบจะสั่งการให้ชุดลำเลียงถาดเพาะกล้าทำงานอีกครั้งเมื่อถาดเพาะกล้าเลื่อนผ่านเซ็นเซอร์ควบคุมการทำงานของชุดโรยวัสดุเพื่อกลบเมล็ดข้าวอีกครั้งเป็นเสร็จสิ้นกระบวนการทำงาน ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องโรยข้าวเมล็ดเดี่ยวแบบอัตโนมัติ

ผลการทดสอบระบบโรยข้าวเมล็ดเดี่ยวอัตโนมัติ

ภายหลังการสร้างเครื่องโรยข้าวเมล็ดเดี่ยวอัตโนมัติสำเร็จ นักวิจัยได้ทำการทดสอบหาความสัมพันธ์ของความเร็วในการเคลื่อนที่ขุดลำเลียงถาดเพาะกล้า อัตราการปล่อยวัสดุปลูก การหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว และการปล่อยวัสดุปลูกหลังการหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว เพื่อหาประสิทธิภาพการหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว และความสามารถในการทำงานได้ผลดังนี้

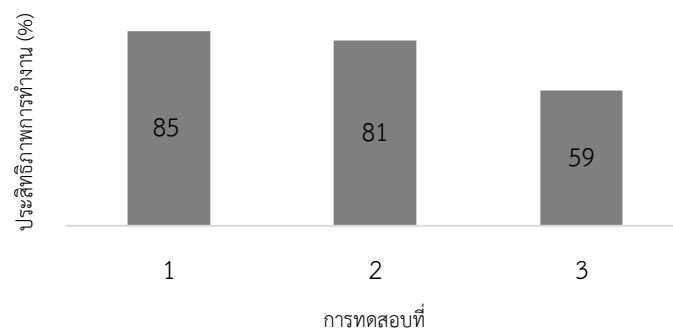
1. ผลการทดสอบขุดลำเลียงถาดเพาะกล้า ผู้วิจัยได้กำหนดความเร็วเชิงเส้นของขุดลำเลียงถาดเพาะกล้าที่ความเร็วเชิงเส้น 16.67 เมตรต่อนาที จากการทดสอบเบื้องต้นความเร็วจะมีความสัมพันธ์ในการทำงานของเครื่องโรยข้าวเมล็ดเดี่ยวอัตโนมัติ และชุดปล่อยวัสดุปลูกที่สามารถปรับอัตราการป้อนได้ $\frac{1}{2}$ ของหลุมเพาะกล้า

2. ผลการทดสอบชุดโรยวัสดุปลูกก่อนโรยเมล็ดข้าว ผลการทดสอบในครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดปริมาณของวัสดุปลูกเพื่อรองก้นหลุมของถาดเพาะปลูกที่ปริมาณ $\frac{1}{2}$ หลุมซึ่งการทดสอบในครั้งนี้ได้ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์สั่นสะเทือนที่สามารถกำหนดปริมาณการปล่อยวัสดุปลูกได้อย่างเหมาะสมที่ระดับความเร็วมอเตอร์สั่นสะเทือน 1673 รอบต่อนาที ด้วยอัตราการป้อนที่ 67 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

3. ผลการทดสอบชุดโรยเมล็ดข้าว ผลการทดสอบในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของชุดโรยเมล็ดข้าว 15 16 และ 17 องศา กับความเร็วของมอเตอร์ดังแสดงในตารางที่ 1 ได้ผลการศึกษาดังแสดงในรูปที่ 5 - 7 และสรุปผลดังแสดงในรูปที่ 8

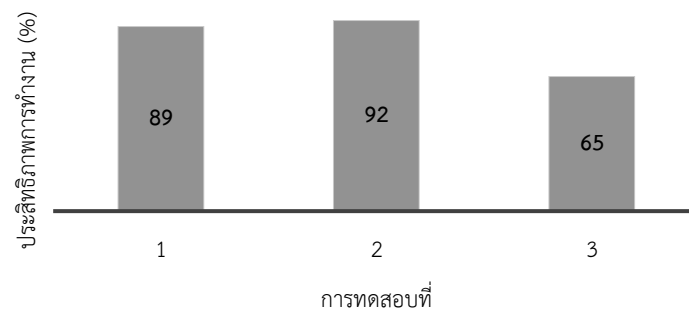
ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของชุดโรยเมล็ดข้าว 15 16 และ 17 องศา กับความเร็วของมอเตอร์ตัวที่ 1 และ 2

มอเตอร์สันสะท้อน	การทดสอบที่ 1 (rpm)	การทดสอบที่ 2 (rpm)	การทดสอบที่ 3 (rpm)
ตัวที่ 1	1533	1818	2044
ตัวที่ 2	1435	1648	1853
ประสิทธิภาพ (%)	85	81	59



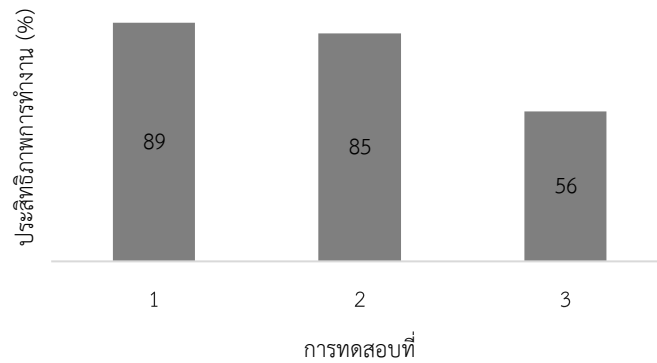
รูปที่ 5 ผลการเปรียบเทียบความเร็วรอบของความเร็วของมอเตอร์สันสะท้อน ตัวที่ 1 และ 2 ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานที่มุมเอียงเครื่องโรยเมล็ดข้าว 15 องศา

จากการทดสอบเครื่องโรยข้าวเมล็ดเดี่ยวอัตโนมัติที่ มุมเอียง 15 องศา (รูปที่ 5) เปรียบเทียบเปรียบเทียบความเร็วรอบมอเตอร์สันสะท้อนตัวที่ 1 และตัวที่ 2 ที่มีความเร็วแตกต่างกัน พบว่า ที่ระดับความเร็ว 1533, 1435 1818, 1648 และ 2044, 1853 รอบต่อนาที ตามลำดับ พบว่ามีผลทำให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลงเมื่อเพิ่มความเร็วรอบมอเตอร์สันสะท้อนเป็น 89 81 และ 59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ



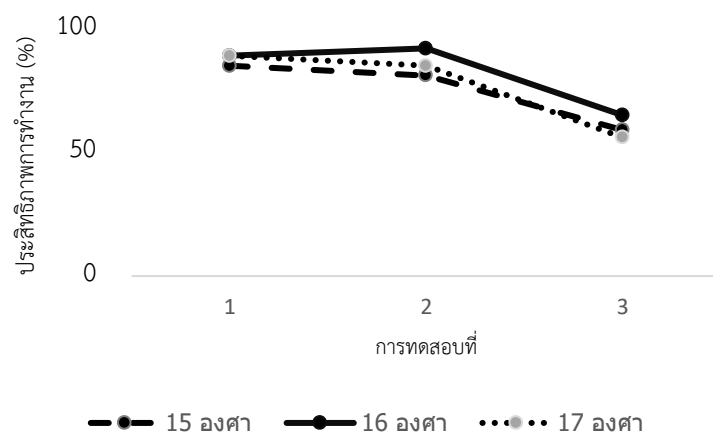
รูปที่ 6 ผลการเปรียบเทียบความเร็วรอบของความเร็วของมอเตอร์สันสะท้อน ตัวที่ 1 และ 2 ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานที่มุมเอียงเครื่องโรยเมล็ดข้าว 16 องศา

จากการทดสอบเครื่องโรยข้าวเมล็ดเดี่ยวอัตโนมัติที่ มุมเอียง 16 องศา (รูปที่ 6) เปรียบเทียบเปรียบเทียบความเร็วรอบมอเตอร์สันสะท้อนตัวที่ 1 และ ตัวที่ 2 ที่มีความเร็วแตกต่างกัน พบว่า ที่ระดับความเร็ว 1533, 1435 1818, 1648 และ 2044, 1853 รอบต่อนาที ตามลำดับ พบว่ามีผลทำให้ประสิทธิภาพการทำงานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่จะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มความเร็วรอบมอเตอร์สันสะท้อนจะทำให้ประสิทธิภาพการหอยลดลงเป็น 89 92 และ 65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ



รูปที่ 7 ผลการเปรียบเทียบความเร็วรอบของความเร็วของมอเตอร์สันสะเทือน ตัวที่ 1 และ 2 ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานที่มุมเอียงเครื่องโรยเมล็ดข้าว 17 องศา

จากการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดเดี่ยวอัตโนมัติที่มุมเอียง 17 องศา (รูปที่ 7) เปรียบเทียบเปรียบเทียบความเร็วรอบมอเตอร์สันสะเทือนตัวที่ 1 และ ตัวที่ 2 ที่มีความเร็วแตกต่างกัน พบว่า ที่ระดับความเร็ว 1533, 1435 1818, 1648 และ 2044, 1853 รอบต่อนาที ตามลำดับ พบว่ามีผลทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องโรยเมล็ดมีแนวโน้มลดลงเป็น 89 85 และ 56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับเมื่อเพิ่มความเร็วรอบมอเตอร์สันสะเทือนตามลำดับ



รูปที่ 8 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องโรยเมล็ดเดี่ยวอัตโนมัติที่มุมเอียงเครื่องโรยเมล็ดข้าวที่ระดับ 15 16 และ 17 องศา

จากรูปที่ 8 ผลจากการศึกษาเปรียบเทียบและ ทดสอบที่มุมเอียงของเครื่องโรยเมล็ดเดี่ยวที่ระดับ 15 16 และ 17 องศา ความเร็วรอบมอเตอร์สันสะเทือนตัวที่ 1 และ ตัวที่ 2 1533, 1435 1818, 1648 และ 2044, 1853 รอบต่อนาที ตามลำดับ มีผลต่อประสิทธิภาพการโรยเมล็ดเดี่ยวจากการศึกษาพบว่า ที่ระดับมุมเอียงเครื่องโรยเมล็ด 16 องศา ความเร็วรอบมอเตอร์สันสะเทือน ตัวที่ 1 และ ตัวที่ 2 ที่ความเร็วรอบ 1818 และ 1648 รอบต่อนาที ส่งผลให้ประสิทธิภาพการโรยเมล็ดเดี่ยวเป็น 92 เปอร์เซ็นต์

บทสรุป

ผลการศึกษาเมื่อทำการออกแบบและสร้างระบบโรยข้าวอัตโนมัติแล้วเสร็จจากนั้นได้ทำการทดสอบหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ต่างๆพบว่าชุดลำเลียงถาดปลูกมีความเร็วเชิงเส้นในการลำเลียงที่เหมาะสม เท่ากับ 16.67 เมตรต่อนาที (0.28 เมตรต่อวินาที) ชุดป้อนวัสดุปลูก (ก่อนโรย) มีความเร็วรอบมอเตอร์สั่นสะเทือนที่เหมาะสมเท่ากับ 1.673 รอบต่อนาที ส่งผลทำให้มีอัตราการป้อนวัสดุปลูกเท่ากับ 67 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งสามารถควบคุมปริมาณการป้อนวัสดุปลูกได้ตามความต้องการคือ ความสูง 1/2 ของหลุมถาดปลูก สำหรับผลการทดสอบที่มุมเอียงของเครื่องโรยข้าวเมล็ดเดียวที่ระดับ 15 16 และ 17 องศา ความเร็วรอบมอเตอร์สั่นสะเทือนตัวที่ 1 และ ตัวที่ 2 1533,1435 1818,1648 และ 2044,1853 รอบต่อนาที ตามลำดับ มีผลต่อประสิทธิภาพการโรยข้าวเมล็ดเดียวจากการศึกษาพบว่า ที่ระดับมุมเอียงเครื่องโรยเมล็ด 16 องศา ความเร็วรอบมอเตอร์สั่นสะเทือน ตัวที่ 1 และ ตัวที่ 2 ที่ความเร็วรอบ 1818 และ 1648 รอบต่อนาที ส่งผลให้ประสิทธิภาพการโรยข้าวเมล็ดเดียวเป็น 92 เปอร์เซ็นต์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ปีงบประมาณ 2561 และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่นที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการทำวิจัยและทดสอบระบบโรยข้าวเมล็ดเดียวอัตโนมัติโดยใช้ถาดคัดเมล็ดพันธุ์ ขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ให้คำชี้แนะ ขอขอบคุณโปรแกรมช่างกลเกษตร สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ให้ความสะดวกตลอดระยะเวลาในการทำวิจัย นักศึกษาสาขาวิศวกรรมเครื่องกลเกษตร ที่ช่วยทำการทดสอบงานวิจัยสำเร็จในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- โรสลีนา จาราว, ดาริกา จาเอาะ, นัสรีนา เจ๊ะมะ และฮูเซ็ง ซายดานา. (2560). ชุดทดลองสัมประสิทธิภาพความเสียดทานของพื้นผิว. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ 6 “สร้างสรรค์งานวิจัยเพื่อขับเคลื่อนประเทศสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน ในยุค Thailand 4.0” 18 ตุลาคม 2560 มหาวิทยาลัยฟาฏอนี ยะลา: 1822-1837.
- สมาน คันทรินธ์. (2559). เครื่องโรยข้าวเมล็ดเดียวในถาดเพาะกล้านาโยนสำหรับระบบการเพิ่มผลผลิตข้าว. วารสาร มทร. อีสาน. 9 (1): 129-134.
- สารัลย์ กระจง. (2558). การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องเพาะกล้านาโยนแบบครบวงจรสู่เครือข่ายเกษตรกรผู้ผลิตข้าวอินทรีย์เขตจังหวัดอุดรดิตถ์. รายงานการวิจัย. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ อุดรดิตถ์.
- สมพร หงส์ก, ตะวัน ตั้งโกศล, วัชรายุทธ ลำดวน และคุณานนต์ ศักดิ์กำปัง. (2560). เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวใส่ถาดนาโยนด้วยระบบนิวแมติกส์ เพื่อการทำนาแบบประณีต. ใน การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 31, 4 – 7 กรกฎาคม 2560. นครนายก.
- สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ข้าว. (2563). แผนการผลิตและการตลาดข้าวครบวงจร ปี 2563. สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ข้าว. (ร่าง) คู่มือการตรวจและติดตาม. กรมการข้าว.
- 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.

VN S.R.I. Booklet Eng. (2012). Simple and Effective S.R.I. and Agriculture Innovation.
Access (2 December 2013). Available (http://S.R.I..ciifad.cornell.edu/countries/vietnam/VN_S.R.I._booklet_Eng2012.pdf)