การออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าประสิทธิภาพสูงสำหรับการเพาะกล้า

Design and Fabrication of High Performance *Brassica alboglabra* Vegetable Seeder for Seeding Trays

เกรียงไกร แซมสีม่วง [1/] เกียรติศักดิ์ แสงประดิษฐ์ [2/]

Grianggai Samseemoung [1/] Kiattisak Sangpradit [2/]

ABSTRACT

High performance vegetable seeder for seeding tray in this research was fabricated to response the *Brassica alboglabra* planter. the aim of this research was to solve the problems of seed loss, long operating time, labors and the human fatigue of seeding. There were three units in this semi-automatic vegetable seeder. The first unit was the power transmission unit which was designed to work with ½ horses power of electric motor that assembled to the transmission gear and chain conveyor. Secondly, the soil packing units was designed for seed or seeding tray type 105 holes (CHIA TAI 105 I type) operated with the soil mixing and sweeping devices to contain soil into the seeding tray. Thirdly, the seeder unit was designed to control seed flow rate around 4 seeds per hole. The proper speed of the seeder unit and seeding tray speed were 8 rpm and 0.033 m/s respectively. The performance could be obtained 138 seeding trays/hr or 14,490 holes/hr. Seed loss was only 12.48 % and seed germination was 85.73%. While labor could produce only 16 seeding tray/hr or 1,680 holes/hr with seed germination and seed loss at 87.19 and 13.16%, respectively.

Key-words: High performance *brassica alboglabra* vegetable seeder, seeding tray, power transmission unit, soil packaging unit, seeder unit

[1*,2] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110 เบอร์โทรศัพท์ติดต่อ 089-641-7532 (มือถือ), 02-549-3579-80 (ทำงาน), 02-549-3581 (แฟกซ์)

[1*,2] Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi (RMUTT), Pathumthani, 12110, Tel: 089-641-7532 (mobile), 02-549-3579-80 (office), 02-549-3581 (fax)

บทคัดย่อ

เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าประสิทธิภาพสูงสำหรับการเพาะกล้านี้ทำการออกแบบ และสร้างขึ้นเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของเกษตรกรผู้ปลูกผักคะน้า เพื่อทดแทนการใช้แรงงานคน การสิ้นเปลืองเมล็ดพันธุ์ เวลาและเกิดความเมื่อยล้าแก่ผู้ปฏิบัติงาน หลักการทำงานของเครื่องจะแบ่งออกเป็น ส่วนที่ 1 ชุดส่งกำลัง ซึ่งจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด ½ แรงม้าต่อเข้ากับชุดเกียร์ทดรอบเพื่อขับโซ่ลำเลียง ส่วนที่ 2 ชุดบรรจุดิน จะบรรจุดินลงในถาดเพาะมาตรฐานขนาด 105 หลุม (แบบ CHIA TAI 105 I) โดยมีตัวคลุกเคล้า และกวาดดินทำให้ดินไหลลงสู่ถาดเพาะได้ในปริมาณที่กำหนด และส่วนที่ 3 ชุดหยอดเมล็ดจะหยอดเมล็ดพันธุ์ลงในถาดเพาะจำนวน 4 เมล็ด/หลุม แบบทำงานต่อเนื่อง ผลการทดสอบการใช้งานของเครื่อง พบว่าที่ความเร็วรอบของชุดหยอด 8 รอบ/นาที หรือความเร็วของถาดเพาะกล้าที่ 0.033 ม./วินาที มีความสามารถทำงานเป็น 138 ถาด/ชม. คิดเป็นอัตรา 14,490 หลุม/ชม. มีร้อยละของการสูญเสียของเมล็ดเฉลี่ยเท่ากับ 12.48 เมื่อเปรียบเทียบกับการหยอดโดยใช้แรงงานคน พบว่าความสามารถทำงานของคนได้เพียง 16 ถาด/ชม. หรืออัตรา 1,680 หลุม/ชม. โดยมีร้อยละของการงอกหลังจากหยอด และการสูญเสียเป็น 87.19 และ 13.16 % ตามลำดับ

คำหลัก : เมล็ดพันธุ์ผักคะน้า ถาดเพาะกล้า ชุดส่งกำลัง ชุดบรรจุดิน ชุดหยอดเมล็ด

คำนำ

ผักคะน้า (*Brassica alboglabra*) ซึ่งเป็นผักที่ได้รับความนิยมปลูก และบริโภคกันมาก โดยจะบริโภคส่วนของใบและลำต้น ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกคะน้าประมาณ 48,731 ไร่ ให้ผลผลิตรวม 58,019.86 ตัน ราคาขายส่งจะอยู่ที่ 30 บาท/กก. (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2551) ซึ่งผลผลิตทั้งหมดใช้สำหรับบริโภคภายในประเทศ โดยคะน้าสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี ปลูกได้ในดินแทบทุกชนิดที่มีความชื้นในดินสูงสม่ำเสมอ มีความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินอยู่ระหว่าง 5.5-6.8 (เมืองทองและสุรีรัตน์, 2532) เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 20 °ซ. และให้ผลผลิตที่น่าพอใจในสภาพอุณหภูมิสูงกว่า 25 °ซ. (เกษม, 2524) อายุการเก็บเกี่ยวคะน้าสำหรับการบริโภคสดคืออายุ 45 วัน ซึ่งเป็นระยะที่ตลาดมีความต้องการมาก (สุนทร, 2540) พันธุ์คะน้าที่นิยมปลูกในประเทศไทยเป็นคะน้าดอกขาวทั้งสิ้นซึ่งในการปลูกผักคะน้าปลอดสารพิษนั้น ทำการปลูกในระบบโรงเรือนแบบปิดเพื่อง่ายต่อการควบคุมปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ สำหรับการเพาะปลูกภายในระบบโรงเรือนแบบปิดนั้น ปัญหาที่เกิดขึ้นพบว่าในการเพาะเมล็ดพันธุ์ลงในถาดเพาะกล้าแต่ละครั้งนั้น มีจำนวนของเมล็ดพันธุ์ในแต่ละหลุมไม่เท่ากันส่งผลให้มีอัตราการงอกไม่สม่ำเสมอ (นิพนธ์, 2548) ทำให้สิ้นเปลืองเมล็ดพันธุ์ และใช้เวลาค่อนข้างมากในการหยอดแต่ละถาดเพาะกล้า ส่งผลทำให้เกิดความเมื่อยล้าขึ้น จากปัญหาดังกล่าวมีผลทำให้ต้นทุนในการเพาะปลูกแต่ละครั้งเพิ่มสูงขึ้น

ดังนั้นจากปัญหาที่พบและความต้องการของเกษตรกรผู้ปลูกผักในโรงเรือน ที่ต้องการให้ประสิทธิภาพในการหยอด และปริมาณผลผลิตมีจำนวนเพิ่มสูงขึ้นนั้น ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าประสิทธิภาพสูงสำหรับถาดเพาะกล้าแบบกึ่งอัตโนมัติขึ้น เพื่อที่จะทำให้เกิดการหยอดแบบสม่ำเสมอ (The hamilton drum seeder, 2010) มีเมล็ดพันธุ์ผักในแต่ละหลุมเท่ากัน ลดอัตราการสูญเสียเมล็ดพันธุ์ผักจากการหยอดให้น้อยลงเมื่อเปรียบเทียบจากวิธีการเดิมโดยใช้แรงงานคน และเป็นการลดเวลาและต้นทุนการประกอบการของเกษตรกรให้ต่ำลง

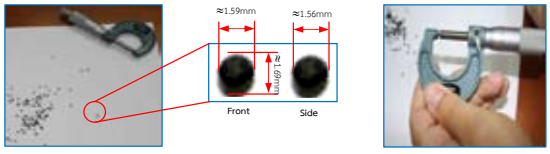
อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยประกอบไปด้วย การศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าและการออกแบบ สร้างเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าประสิทธิภาพสูงสำหรับถาดเพาะกล้าโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ผักคะน้า

วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย, (มม.) ของเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าจำนวน 30 เมล็ด (Figure 1a และ Figure 1b) และคำนวณหาปริมาตรของทรงกลมเฉลี่ยด้วยสมการที่ (1) (นิพนธ์, 2548)

ปริมาตรของทรงกลม = $(4/3) \times \pi \times (d/2)^3$ (1)



(a) (b)

Figure 1 Seed diameter measurement, (a) ; an approximately *Brassica alboglabra* seed diameter, and (b); micrometer measured

2. การออกแบบ และสร้างเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าแบบมีประสิทธิภาพสูงสำหรับถาดเพาะกล้า

2.1 การออกแบบชุดหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้า

ชุดหยอดเมล็ดออกแบบโดยใช้พลาสติกแข็ง (ซุปเปอร์ลีน) ทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 43 มม. ยาว 300 มม. เจาะร่องด้วยระยะห่าง 19 มม. ทั้งหมด 7 แถว (Figure 2a) ตามระยะห่างระหว่างหลุมในถาดเพาะ (Figure 2b) โดยถาดเพาะกล้ามาตรฐาน 105 หลุม ขนาด กว้าง x ยาว เท่ากับ 14 x 30 ซม. จากข้อมูลทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าที่ได้จากข้อ 1 พบว่าเมล็ดมีค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเป็น 1.80 มม. และมีค่าปริมาตรของทรงกลมเฉลี่ยเป็น 3.07 ลบ.มม. ทำการเจาะร่องสำหรับรับเมล็ดพันธุ์ขนาด กว้าง x ยาว x ลึก เท่ากับ 2.25 x 8 x 4 ลบ.มม. (Figure 2a)

2.2 การออกแบบระบบส่งถ่ายกำลังของชุดต้นกำลังเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าในถาดเพาะกล้าแบบกึ่งอัตโนมัติ

(a) (b)

Figure 2 Seeding unit material, (a); cylindrical seeding unit, and (b); seeding tray distance designed

การทำงานของเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าแบบกึ่งอัตโนมัตินี้ เริ่มจากต้นกำลังขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.5 แรงม้า โดยจะส่งกำลังไปยังชุดหยอดเมล็ด ชุดบรรจุดินใส่ถาดเพาะ และชุดโซ่ลำเลียงตามลำดับ โดยมอเตอร์จะส่งถ่ายกำลังไปยังชุดเกียร์ทดรอบด้วยความเร็วเชิงเส้น V_1 และมีค่าอัตราทด I_1 (คำนวณได้จากสมการที่ 2 และ 3) และจากชุดเกียร์ทดรอบนี้ ทำการส่งถ่ายกำลังแยกออกไปขับชุดโซ่ลำเลียงด้วยค่าความเร็วเชิงเส้น V_9 ชุดหยอดเมล็ด V_5 และชุดบรรจุดินใส่ลงในถาดเพาะ V_6 (Figure 3) จากความเร็วสัมพัทธ์ของชุดทั้งสองดังกล่าวซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 4 (มานพ, 2545)

$$V_1 = R_1 \times \omega_1 \qquad (2)$$

เมื่อ V_1 คือ ความเร็วเชิงเส้นตัวขับ (m/s), R_1 คือ รัศมีพูลเล่ย์ตัวขับ (mm) และ w_1 คือ ความเร็วเชิงมุมตัวขับ (rad/s)

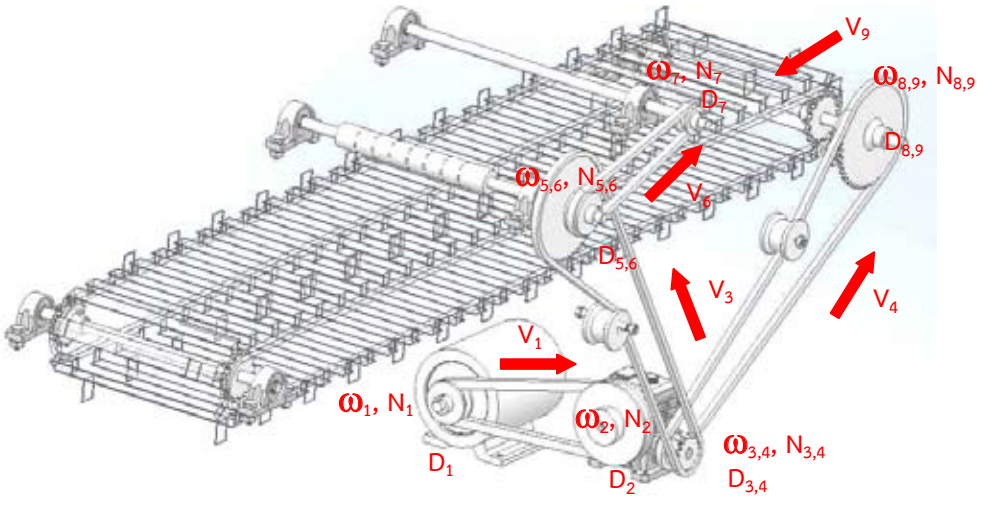


Figure 3 Force direction of the semi-automatic *Brassica alboglabra* vegetable seeder transmission system

$$I = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{D_1}{D_2} \quad (3)$$

เมื่อ I คือ ค่าอัตราทด, w_2 คือ ความเร็วเชิงมุมตัวตาม (rad/s), D_1 คือ เส้นผ่านศูนย์กลางพูลเล่ย์ตัวขับ (mm) และ D_2 คือ เส้นผ่านศูนย์กลางพูลเล่ย์ตัวตาม (mm)

$$V_{5\text{-}6} = V_6 + V_5 \quad (4)$$

เมื่อ V_6 คือ ความเร็วเชิงเส้นชุดบรรจุดินใส่ลงในถาดเพาะ (m/s) และ V_5 คือ ความเร็วเชิงเส้นชุดหยอดเมล็ด (m/s)

จากสมการที่ 2-4 ทำให้สามารถออกแบบเครื่องหยอดที่ทำการทดรอบแล้วจนได้ความเร็วรอบที่ชุดหยอด 5, 8 และ 12 รอบ/นาที ที่ความเร็วเชิงเส้นของโซ่ลำเลียงที่วัดได้ 0.020 m/s, 0.033 m/s และ 0.049 m/s ตามลำดับ

เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักในถาดเพาะแบบกึ่งอัตโนมัติแบบประสิทธิภาพสูงที่สร้างขึ้นแสดงดัง Figure 4

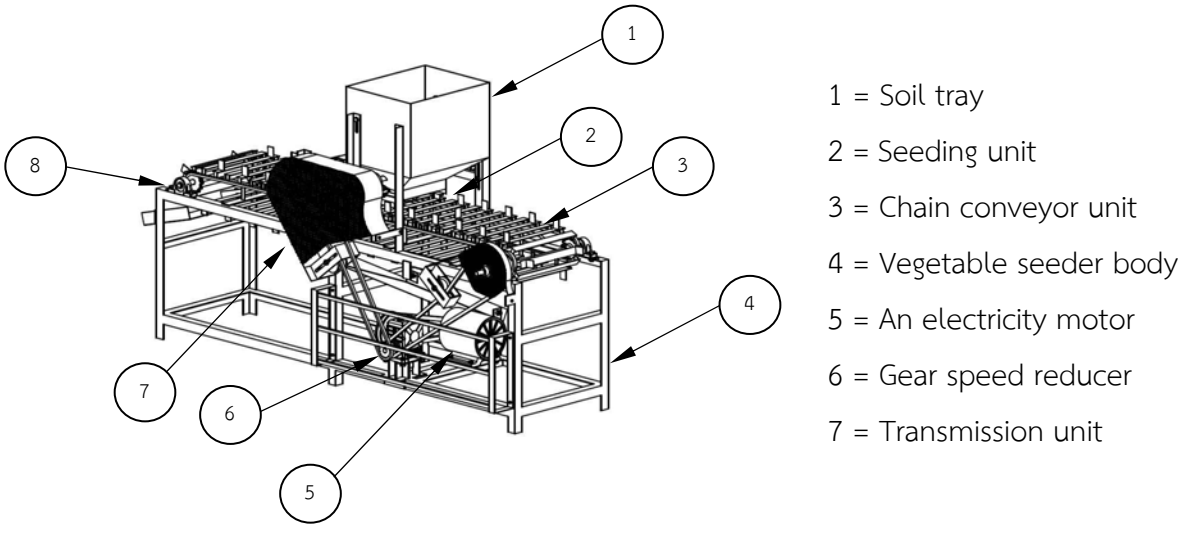


Figure 4 The semi-automatic *Brassica alboglabra* vegetable seeder components (All dimension in mm.)

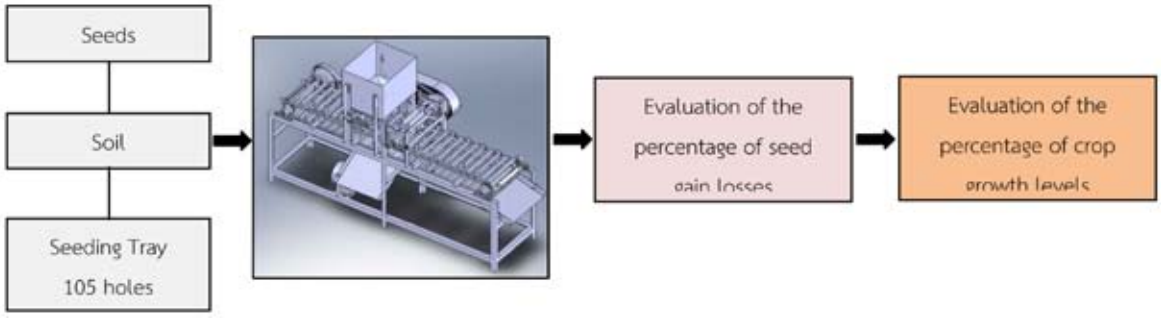


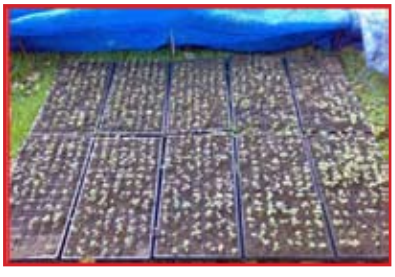
Figure 5 The semi-automatic *Brassica alboglabra* vegetable seeder processing steps

2.3 การประเมินสมรรถนะของเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าประสิทธิภาพสูงสำหรับการเพาะกล้า

ทำการทดสอบสมรรถนะของเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าในถาดเพาะกล้าแบบกึ่งอัตโนมัติ (Figure 5) ด้วยความเร็วรอบของชุดหยอดที่ 5, 8, 12 รอบ/นาที ความเร็วรอบละ 3 ซ้ำ หยอดต่อเนื่องจำนวนซ้ำละ 5 ถาด เพาะกล้า ปริมาณเมล็ดพันธุ์ที่หยอดจำนวน 4 เมล็ด/หลุม เนื่องจากอัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์จากบริษัทที่ใช้ทดสอบประมาณ 98% (ที่มา บริษัท เจียไต๋ จำกัด) ดังนั้นเพื่อลดปัญหาความคลาดเคลื่อนในการหาอัตราการงอกหลังจากหยอดแล้ว จึงต้องเพิ่มปริมาณเมล็ดพันธุ์ที่ใช้หยอดเป็น จำนวน 4 เมล็ด/หลุม Figure 6 อธิบายลักษณะภาพรวมของการศึกษาเปรียบเทียบถึงวิธีการหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าโดยใช้เครื่อง และใช้แรงงานคนทำการหยอด ตามลำดับ โดยคะน้าที่ได้จากการเพาะเมื่อมีความสูงของต้นกล้าประมาณ 50 มม. ขั้นตอนต่อไปจะทำการแยกปลูกภายในระบบโรงเรือนแบบปิดต่อไป

(a)

(b)



(c)

Figure 6 Vegetable seeder (a); seeded by machine, (b); soil cutting unit, and (c); seed germination

ในการเปรียบเทียบหาความเร็วรอบชุดหยอดที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองเมล็ดน้อยที่สุด และทำการเปรียบเทียบกับอัตราการงอกของเมล็ดโดยใช้เครื่องหยอดและใช้แรงงานคนหยอด (Figure 7) ดังสมการ (5) (6) และ (7) ดังนี้ ตามลำดับ

ร้อยละของการสูญเสียของเมล็ด ต่อ 1 ถาดเพาะ = [(นน.เมล็ดที่แตกหัก (กรัม)+ นน.เมล็ดที่ร่วงหล่น (กรัม)/นน.เมล็ดทั้งหมด (กรัม)] x 100 (5)

การสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย = (ราคาต้นทุน(บาท) x ปริมาณการสูญเสียของเมล็ด(กรัม))/นน.เมล็ดทั้งหมดที่ใช้ทดสอบ (กรัม) (6)

(a) (b) (c)

Figure 7 Hand seeding (a); seeded by labor-force, (b); manual soil cutting unit, and (c); seed germination

ร้อยละของอัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์ ต่อ 1 ถาดเพาะ = (จำนวนต้นอ่อนจากเมล็ดที่งอก(ต้น)/จำนวนเมล็ดที่ใช้หยอดทั้งหมด(เมล็ด)) x 100 (7)

2.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแตกต่างของ treatment โดยใช้โปรแกรม SPSS 11.5 ซึ่ง T-Test ใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างอัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์โดยใช้เครื่องหยอด กับใช้แรงงานคนหยอด และ Analysis of variance (ANOVA) ใช้ในการวิเคราะห์ความแตกต่างของความเร็วรอบของชุดหยอดต่อประสิทธิภาพการหยอดและเวลาที่ใช้ในการหยอด โดยจะใช้ Least Significant Difference (LSD) ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ treatment ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ความเร็วรอบชุดหยอดที่เหมาะสมของเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักในถาดเพาะแบบกึ่งอัตโนมัติ

จากผลการทดสอบพบว่าการหยอดเมล็ดพันธุ์ผักในถาดเพาะแบบติดต่อกันถาดต่อถาด (ขอบของถาดชนต่อกัน) เป็นผลให้เกิดระยะของขอบถาดต่อถาดเท่ากับระยะห่างของหลุม 1 หลุมพอดี ทำให้เกิดการสูญเสียของเมล็ดในการหยอดขึ้นระหว่างรอยต่อนี้ ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.29 % ของเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ทดสอบต่อรอบ ๆ ละ 20 กรัม (จำนวน 2 ซอง) เมื่อใช้ทดสอบที่ความเร็วรอบของชุดหยอดเหมาะสม 8 รอบ/นาที และที่ความเร็วเชิงเส้นของโซ่ลำเลียง 0.033 m/s พบว่ามีความสามารถในการหยอดโดยที่เวลา 1 ชั่วโมงจะสามารถหยอดได้มากที่สุด 138 ถาดเพาะกล้า และมีปริมาณเมล็ดที่สูญเสียเมื่อเปรียบเทียบกับความเร็วชุดหยอด ดัง Table 1

จากการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS Version 11.5 พบว่าค่าความเร็วรอบนั้นมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการหยอดเมล็ดลงในถาดเพาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยที่ความเร็วรอบ 12 รอบ/นาที ใช้เวลาในการหยอดน้อยที่สุด

Table 1 Seeding unit basic information; speed (rpm), seeding time (minute), and the percentage of seed losses

Speed (rpm)	Seeding time (minute)	percentage of seed losses (%)
5	0.42 ± 0.02^{c}	2.48 ± 0.01^{b}
8	0.26 ± 0.04^{b}	2.26 ± 0.01^{a}
12	0.17 ± 0.06^{a}	12.7 ± 0.01^{c}

Mean in the same column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by LSD test

รองลงมาคือ ที่ความเร็วรอบ 8 รอบ/นาที และ 5 รอบ/นาที ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ทางสถิติยังพบว่าค่าความเร็วรอบนั้นมีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดที่สูญเสียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยที่ความเร็วรอบ 8 รอบ/นาที นั้นจะให้ค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดที่สูญเสียน้อยที่สุด (2.26%) รองลงมาก็คือ ที่ความเร็วรอบ 5 รอบ/นาที (2.48%) และ 12 รอบ/นาที (12.70%) ตามลำดับ ดังนั้นคำแนะนำควรใช้ความเร็วรอบในการหยอดเมล็ดพันธุ์ที่ 8 รอบ/นาที เครื่องหยอดจะทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยจะเกิดอัตราการร่วงหล่นของเมล็ดพันธุ์น้อยที่สุด (2.26±0.01%)

จากข้อมูลเวลาที่ใช้ทั้งหมด ระหว่างการหยอดด้วยเครื่องหยอดและคนหยอด แสดงให้เห็นว่าเครื่องมีความสามารถในการทำงานสูงกว่าโดยใช้เวลาน้อยกว่าการใช้แรงงานคนถึง 9 เท่า เมื่อเปรียบเทียบที่จำนวนถาดเท่ากัน ในเวลา 1 ชั่วโมง เครื่องสามารถหยอดได้ 138 ถาดเพาะ เมื่อเทียบกับคนที่สามารถหยอดได้เพียง 16 ถาดเพาะ และร้อยละของการสูญเสียของเมล็ดจะแปรผันอยู่ระหว่าง 7.88-16.56 หรือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.48 % ในขณะที่การหยอดด้วยแรงงานคนการสูญเสียมีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง 10.90-17.22 % หรือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.16 %

2. อัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์ระหว่างใช้เครื่องหยอดกับใช้แรงงานคนหยอด

ค่าร้อยละของการงอกของเมล็ด (Table 2) ที่หยอดด้วยเครื่องหยอดเมล็ดนั้นแปรผันอยู่ระหว่าง 83.42-89.82 หรือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 85.73 % ในขณะที่ร้อยละการงอกของเมล็ดเมื่อใช้แรงงานคนหยอด พบว่าค่าแปรผันในช่วง 84.92-89.10 หรือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 87.19 % โดยที่อัตราการงอกจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ อย่าง เช่น ความสม่ำเสมอในการให้น้ำ สภาพแวดล้อม ลักษณะโครงสร้างของดิน ปริมาณแสงแดด และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ผัก

จากผลการทดลองพบว่าวิธีการหยอด

Table 2 The comparison of seed germination between machine and labor-force seeding method.

Seeding method	Amount of tray	Seed germinatron (%)	S.D.	t	Sig.
Machine*	5	85.73	2.49	-1.051	0.324
Labor-force	5	87.19	1.50		

* = speed of the seeder = 8 rpm.

โดยใช้เครื่องนั้นจะให้อัตราการงอกของเมล็ดใกล้เคียงกับการหยอดโดยใช้แรงงานคน และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สรุป

เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าประสิทธิภาพสูงสำหรับการเพาะกล้าที่ได้ออกแบบ และสร้างขึ้นมานี้ พบว่ามีความเร็วรอบของชุดหยอดที่เหมาะสมเป็น 8 รอบ/นาที ความสามารถการทำงานของเครื่องนั้นคิดเป็น 138 ถาดเพาะ/ชม. หรือในอัตรา 14,490 หลุม/ชม.เครื่องหยอดจะทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด มีค่าเฉลี่ยการงอกหลังจากหยอดแล้วเป็น 85.73 % และเมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานคน พบว่า ความสามารถทำงานเป็น 16 ถาดเพาะ/ชม. หรืออัตรา 1,680 หลุม/ชม. และมีค่าเฉลี่ยร้อยละของการงอกหลังจากหยอดแล้วเป็น 87.19 และการประเมินผลในเชิงเศรษฐศาสตร์พบว่ามีอัตราการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องหยอดแบบเดิม และที่สำคัญเกษตรกรสามารถซ่อมบำรุงตัวเครื่องเองได้ โดยมีข้อจำกัดอยู่ที่ ชุดหยอดเมล็ด ซึ่งออกแบบมาให้ใช้ได้เฉพาะกับถาดเพาะแบบ CHIA TAI 105 I เท่านั้น

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ที่เอื้อเฟื้อแหล่งเงินทุน สถานที่เพื่อทำการออกแบบสร้าง และทดสอบงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2551. *สถิติปริมาณการเพาะปลูกพืชผัก* ปีการผลิต 2550/2551. ระบบสาร สนเทศการผลิตทางด้านการเกษตร. 122 หน้า.

เกษม พิลึก. 2524. *ผักกาดและผักกะหล่ำ*. (ผักฤดูหนาวเล่ม 1). สาขาพืชผัก ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 96 หน้า.

นิพนธ์ ไชยมงคล. 2548. *ระบบข้อมูลผัก*. สาขาพืชผัก ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 93 หน้า.

มานพ ตันตระบัณฑิต. 2545. *การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล 1*. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. กรุงเทพฯ. 372 หน้า.

เมืองทอง ทวนทวี และ สุรีรัตน์ ปัญญาโตนะ. 2532. *ผักบ้านเรา: สวนผัก*. โรงพิมพ์ทั่งฮั่วซิน, กรุงเทพฯ. 456 หน้า.

สุนทร เรืองเกษม. 2540. ผักกินใบ. ครั้งที่ 2. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 87 หน้า.

The hamilton drum seeder. 2010. HAMILTON DESIGN LTd. Nethercliff, Green Lane, Littlewick Green, Maidenhead, Berks SL6 3RH, England. แหล่งที่มา www.hamilton-design.co.uk. 2 หน้า.