วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย **บทความวิจัย**
ปีที่ 23 ฉบับที่ 2 (2560) 17-25
ISSN 1685-408X
Available online at www.tci-thaijo.org/index.php/TSAEJ

การพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าในถาดเพาะกล้าสำหรับเกษตรกรรมสมัยใหม่

Development of a Brassica Alboglabra Vegetable Seeder in Tray for Modern Agriculture

เกรียงไกร แซมสีม่วง*, จุลพงศ์ พฤกษะศรี

Grianggai Samseemoung*, Junlaphong Bhucksasri

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี,12110

Department of agricultural engineering, Faculty of engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi (RMUTT), Pathumthani, 12110

*Corresponding author: ผศ. ดร. เกรียงไกร แซมสีม่วง, Tel: +66-8-9641-7532 or +66-8-2798-8098, Fax: +66-2-549-3581,

E-mail: kkriankkai@hotmail.com, grianggai@exchange.rmutt.ac.th,grianggai.s@en.rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าในถาดเพาะกล้าสำหรับเกษตรกรรมสมัยใหม่นี้ทำการพัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของเกษตรกรผู้ปลูกผักคะน้าในระบบโรงเรือนโดยเฉพาะ เพื่อทดแทนการใช้แรงงานคน เนื่องจากทำให้เกิดการสิ้นเปลืองเมล็ดพันธุ์ เวลา และเกิดความเมื่อยล้าแก่ผู้ปฏิบัติงาน โดยหลักการทำงานเน้นแบ่งออกเป็น ส่วนที่ 1 ชุดส่งกำลัง ซึ่งเน้นใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.5 Hp ต่อเข้ากับชุดเกียร์ทดรอบเพื่อขับโซ่ลำเลียง ส่วนที่ 2 ชุดบรรจุดิน เน้นบรรจุดินลงในถาดเพาะมาตรฐานขนาด 105 หลุม(แบบ CHIA TAI 105 I) โดยมีตัวคลุกเคล้าและกวาดดิน ทำให้ดินไหลลงสู่ถาดเพาะได้ในปริมาณที่กำหนด และส่วนที่ 3 ชุดหยอดเมล็ด เน้นหยอดเมล็ดพันธุ์ลงในถาดเพาะด้วยจำนวน 4 เมล็ดต่อหลุมแบบทำงานต่อเนื่อง ผลการทดสอบเครื่องพบว่าที่ความเร็วรอบของชุดหยอด 8 rpmหรือความเร็วของถาดเพาะกล้าที่ 0.035 m s^{-1} มีความสามารถทำงานเป็น 140 trays hr^{-1} คิดเป็นอัตรา 14,700 holes hr^{-1} โดยมีร้อยละของการงอกหลังจากหยอดเป็น 86.62 และมีร้อยละการสูญเสียของเมล็ดเฉลี่ยเท่ากับ 12.48 และเมื่อเปรียบเทียบกับการหยอดโดยใช้แรงงานคน พบว่าความสามารถทำงานของคนเป็น 16 trays hr^{-1} หรืออัตรา 1,680 holes hr^{-1} โดยมีร้อยละของการงอกหลังจากหยอด และร้อยละของการสูญเสียเป็น 87.01 และ 13.16 ตามลำดับ

คำสำคัญ: เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้า, เกษตรกรรมสมัยใหม่, ชุดหยอดเมล็ดพันธุ์, ชุดบรรจุดิน, ถาดเพาะกล้า

Abstract

The *Brassica alboglabra* vegetable seeder with tray for modern agriculture in this research was developed to specifically response the *Brassica alboglabra* planter in greenhouse. The machine aims to solve the problems of seed losing, long operating time, labors and the human fatigue of seeding. There were three units in this semi-automatic vegetable seeder. Firstly, the power transmission unit was designed to work with 0.5 Horsepower of electrical motor that assembled to the transmission gear and chain conveyor. Secondly, the soil packaging units designed for seeding tray type 105 holes (a CHIA TAI 105 I type) operate with the soil mixing and soil sweeping devices to contact the soil into the tray holes. And finally, the seeder unit was designed to control seed flow rate around 4 seeds per hole. The proper speed of the seeder unit (8 rpm) or seeding tray speed at 0.035 m s^{-1} was recognized. The performance could be obtained 140 seeding trayshr^{-1} or 14,700 holes hr^{-1}. The seed losing is around 12.48 %. The growth rate was obtained 86.62% . On the other hand, the performance of labor seeding was obtained 16 seeding trays hr^{-1} or 1,680 holes hr^{-1}. The growth rate and seed losing were obtained 87.01 and 13.16% respectively.

Key words: Brassica alboglabra vegetable seeder, Modern agriculture, Seeder unit, Soil packaging unit, Trays

1 บทนำ

ผู้บริโภคผักปลอดสารพิษในปัจจุบันนั้นมีมากขึ้น (เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ, 2555) โดยเฉพาะผักคะน้า (Brassica Alboglabra) ซึ่งเป็นผักที่ได้รับความนิยมปลูกและบริโภคกันมาก โดยจะบริโภคส่วนของใบและลำต้นพบว่าประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกคะน้าประมาณ 48,731 ไร่ ให้ผลผลิตรวม 58,019.86 ตันราคาขายส่งจะอยู่ที่ 20 บาท/กิโลกรัม (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) ซึ่งผลผลิตทั้งหมดใช้สำหรับบริโภคภายในประเทศ โดยคะน้าสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี ปลูกได้ในดินแทบทุกชนิดที่มีความชื้นในดินสูงสม่ำเสมอ มีความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินอยู่ระหว่าง 5.5-6.8 (เมืองทอง และ สุรีรัตน์, 2532) เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสและให้ผลผลิตที่น่าพอใจในสภาพอุณหภูมิสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส (เกษม, 2524) อายุการเก็บเกี่ยวคะน้าสำหรับการบริโภคสด คือ อายุ 45 วัน ซึ่งเป็นระยะที่ตลาดมีความต้องการมาก (สุนทร, 2540) พันธุ์คะน้าที่นิยมปลูกในประเทศไทยเป็นคะน้าดอกขาวทั้งสิ้นซึ่งในการปลูกผักคะน้าปลอดสารพิษนั้น จะทำการปลูกในระบบโรงเรือนแบบปิดเพื่อง่ายต่อการควบคุมปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ สำหรับการเพาะปลูกภายในระบบโรงเรือนแบบปิดนั้น ปัญหาที่เกิดขึ้นจะพบว่า ในการเพาะเมล็ดพันธุ์ลงในถาดเพาะกล้าแต่ละครั้งนั้นมีจำนวนของเมล็ดพันธุ์ในแต่ละหลุมไม่เท่ากันส่งผลให้มีอัตราการงอกไม่สม่ำเสมอ (นิพนธ์, 2548) เกิดการสิ้นเปลืองเมล็ดพันธุ์และใช้เวลาค่อนข้างมากในการหยอดแต่ละถาดเพาะกล้า ส่งผลทำให้เกิดความเมื่อยล้าขึ้น จากปัญหาดังกล่าวมีผลทำให้ต้นทุนในการเพาะปลูกแต่ละครั้งนั้นเพิ่มสูงขึ้นการผลิตผักคุณภาพมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นการนำเทคโนโลยีด้านโรงเรือนเข้ามาช่วยในการปลูกคะน้าสามารถยกระดับปริมาณและคุณภาพผลผลิตคะน้าต่อหน่วยพื้นที่ให้สูงขึ้นการเพาะปลูกคะน้าภายใต้โรงเรือนช่วยทำให้ระบบการผลิตมีความประณีตมากขึ้นเนื่องจากใช้พื้นที่น้อยสามารถควบคุมระบบการจัดการต่างๆซึ่งได้แก่การจัดการดินน้ำปุ๋ยและการควบคุมวัชพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพนอกจากนี้เกษตรกรยังสามารถปลูกพืชได้หลายชนิดตลอดปีและเลือกปลูกชนิดพืชที่ตลาดต้องการในแต่ละฤดูกาลทำให้มีรายได้อย่างต่อเนื่องและลดต้นทุนการผลิตในระยะยาวโดยการปลูกคะน้าภายใต้โรงเรือนให้ได้ปริมาณและคุณภาพที่ดีนั้นมีองค์ประกอบที่สำคัญหลายประการเริ่มตั้งแต่การวางแผนการจัดการดินการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และธาตุอาหารก่อนปลูกให้เหมาะสม

Figure 1 Characteristics and controlled greenhouses model (เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ, 2555).

Figure 2 แสดงให้เห็นถึงวิธีการส่วนใหญ่ที่เกษตรกรใช้กันในการหยอดเมล็ดพันธุ์ผักลงในถาดเพาะกล้า

(a)

(b)

Figure 2 Seeding methods with labor force (https://medium.com/@thitiluang).

Figure 3 เป็นชุดเครื่องมือโรยเมล็ดข้าวที่ออกแบบและผลิตโดยคุณอภิชาติ ชิณบุตรซึ่งแบบนี้สามารถเรียงซ้อนถาดได้ถึง 25 ชั้นก่อนนำดินเพาะมาโรยทับต่อไป ช่วยให้สามารถหยอดเมล็ดพันธุ์ลงในถาดได้วันละหลายพันถาด

Figure 3 Specifications of the tool kit sprinkled rice seeds (http://www.kasetporpeang.com).

Figure 4แสดงการใช้งานโต๊ะเพาะกล้าข้าวโดยต้องใช้แรงงานคน 2-4 คน และยังสามารถเพาะกล้าในถาดหลุมนาโยนได้วันละ 500-600 ถาดต่อวัน

Figure 4 Specifications of the Table planting rice (http://www.raiporjai.com).

ดังนั้นจากปัญหาที่พบและความต้องการของเกษตรกรผู้ปลูกผักคะน้าในโรงเรือนที่ต้องการให้ประสิทธิภาพในการหยอดและปริมาณผลผลิตมีจำนวนเพิ่มสูงขึ้นนั้น ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าในถาดเพาะกล้าสำหรับเกษตรกรรมสมัยใหม่ขึ้น เพื่อที่จะทำให้เกิดการหยอดแบบสม่ำเสมอ (The Hamilton drum seeder, 2010) มีเมล็ดพันธุ์ผักในแต่ละหลุมเท่ากัน ลดอัตราการสูญเสียเมล็ดพันธุ์ผักจากการหยอดให้น้อยลง เมื่อเปรียบเทียบจากวิธีการเดิมโดยใช้แรงงานคน และเป็นการลดเวลาและต้นทุนการประกอบการของเกษตรกรให้ต่ำลง

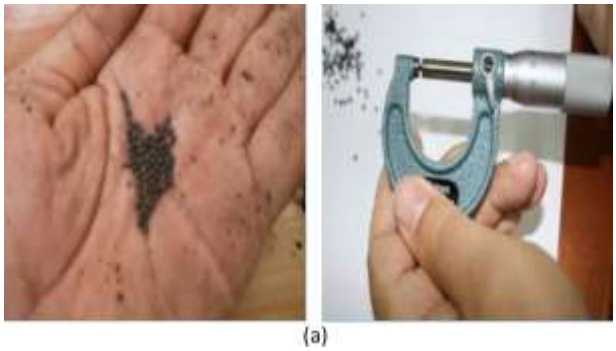
2 อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยประกอบไปด้วย การศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ผักคะน้า การออกแบบ และสร้างเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าในถาดเพาะกล้าฯ โดยมีขั้นตอนดังนี้

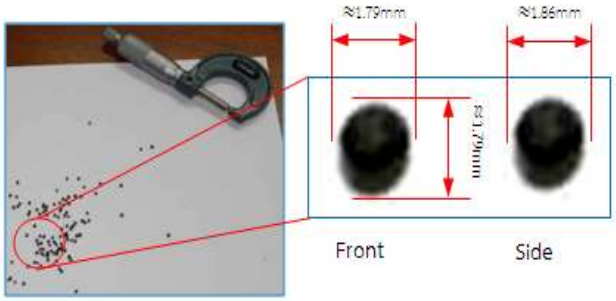
2.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ผักคะน้า

วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย, d (mm) ของเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าจำนวน 20 เมล็ด (Figure5 (a) และ Figure 5 (b)) และคำนวณหาปริมาตรของทรงกลมเฉลี่ยด้วยสมการที่ (1) (นิพนธ์, 2548)

$$\text{ปริมาตรของทรงกลม} = (4/3) \times \pi \times (d/2)^3 \qquad (1)$$



(a)



(b)

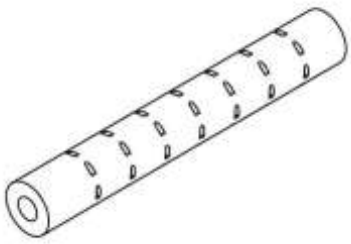
Figure 5 Seed diameter measurement, (a); micrometer measured and (b); an approximately Brassica Alboglabra seed diameter.

2.2 ศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าแบบมีประสิทธิภาพสูงสำหรับถาดเพาะกล้า

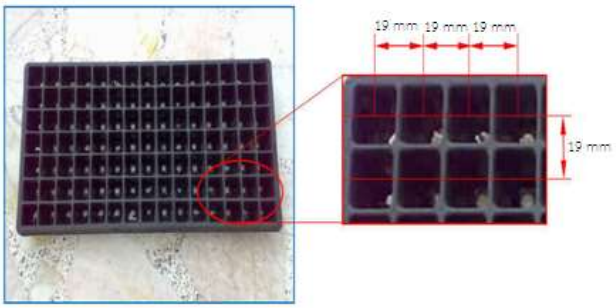
*2.2.1 **การออกแบบชุดหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้า***

ชุดหยอดเมล็ดออกแบบโดยใช้พลาสติกแข็ง (ซุปเปอร์ลีน) ทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 43 mm ยาว 300 mm เจาะร่องด้วยระยะห่าง 19 mm ทั้งหมดจำนวน7 แถว (Figure6a) ตามระยะห่างระหว่างหลุมในถาดเพาะ (Figure6b) โดยถาดเพาะกล้ามาตรฐาน 105 หลุม ขนาด กว้าง x ยาว เท่ากับ 14 x 30 เซนติเมตร จากข้อมูลทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าที่ได้ พบว่าเมล็ดมีค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเป็น

1.84mm และมีค่าปริมาตรของทรงกลมเฉลี่ยเป็น 3.26 mm^3 จากข้อมูลดังกล่าวจึงทำการเจาะร่องสำหรับรับเมล็ดเมล็ดพันธุ์ ขนาด กว้าง x ยาว x ลึก เท่ากับ 2.25 x 8 x 4 mm^3 โดยเมล็ดพันธุ์ผักจะเรียงตัวกันอยู่ด้านในประมาณ 4 เมล็ด ดังแสดงใน Figure6a



(a)



(b)

Figure 6 Seeding unit material, (a); cylindrical seeding unit, and (b); seeding tray distance designed.

2.2.2 *ออกแบบระบบส่งถ่ายกำลังของชุดต้นกำลังเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าในถาดเพาะกล้า*

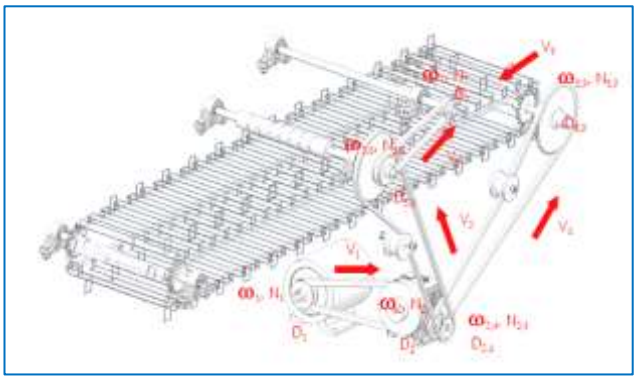


Figure 7 Force direction of the semi-automatic *Brassica Alboglabra* vegetable seeder transmission system.

การทำงานของเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าในถาดเพาะกล้าสำหรับเกษตรกรรมสมัยใหม่นี้ จะเริ่มต้นจากต้นกำลังขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.5 Hp โดยจะส่งกำลังไปยังชุดหยอดเมล็ด ชุดบรรจุดินใส่ถาดเพาะ และชุดโซ่ลำเลียง ตามลำดับ โดยมอเตอร์จะส่งถ่ายกำลังไปยังชุดเกียร์ทดรอบด้วยความเร็วเชิงเส้น V_1 และมีค่าอัตราทด I_1 (คำนวณได้จากสมการที่ 2และ 3) และจากชุดเกียร์ทดรอบนี้ ทำการส่งถ่ายกำลังแยกออกไปขับชุดโซ่ลำเลียงด้วยค่าความเร็วเชิงเส้น V_9ชุดหยอดเมล็ด V_5และชุดบรรจุดินใส่ลงในถาดเพาะ V_6 (Figure 7) จากความเร็วสัมพัทธ์ของชุดทั้งสองดังกล่าวซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 4 (มานพ, 2545)

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

เมื่อ V_1 คือ ความเร็วเชิงเส้นตัวขับ(m s^{-1}), R_1 คือ รัศมีพูลเล่ย์ตัวขับ (mm) และ ω_1 คือ ความเร็วเชิงมุมตัวขับ (rad/s)

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

เมื่อ I คือ ค่าอัตราทด, ω_2 คือ ความเร็วเชิงมุมตัวตาม (rad s^{-1}), D_1คือ เส้นผ่านศูนย์กลางพูลเล่ย์ตัวขับ (mm) และ D_2คือ เส้นผ่านศูนย์กลางพูลเล่ย์ตัวตาม (mm)

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

เมื่อ V_6คือ ความเร็วเชิงเส้นชุดบรรจุดินใส่ลงในถาดเพาะ (m s^{-1}) และ V_5 คือ ความเร็วเชิงเส้นชุดหยอดเมล็ด (m s^{-1})

จากสมการที่ 2-4 ทำให้สามารถออกแบบเครื่องหยอดที่ทำการทดรอบแล้วจนได้ความเร็วรอบของชุดหยอด 5 rpm,8 rpm และ 12 rpmโดยความเร็วเชิงเส้นของโซ่ลำเลียง(ความเร็วถาดเพาะกล้า) ที่วัดได้คือ 0.020, 0.035 และ 0.049 m/s ตามลำดับ

เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าในถาดเพาะกล้าสำหรับเกษตรกรรมสมัยใหม่ที่สร้างขึ้น ดังแสดงใน Figure 8

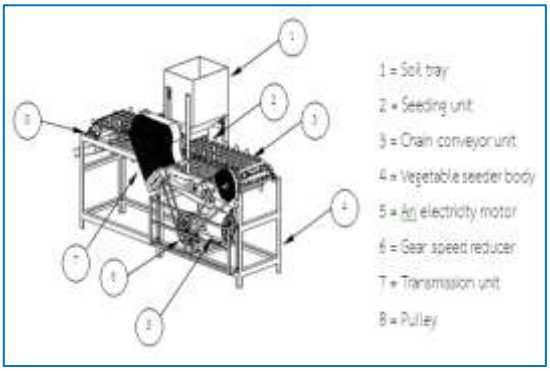


Figure 8 The semi-automatic Brassica Alboglabra vegetable seeder components (All dimension in mm).

2.3 *การประเมินสมรรถนะของเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าในถาดเพาะกล้าสำหรับเกษตรกรรมสมัยใหม่*

ทำการทดสอบสมรรถนะของเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าในถาดเพาะกล้าฯ ด้วยความเร็วรอบของชุดหยอดที่ 5 rpmกับความเร็วเชิงเส้นของโซ่ลำเลียง 0.020 m/s, 8 rpm กับความเร็ว

เชิงเส้นของโซ่ลำเลียง 0.035 m/s, 12 rpm กับความเร็วเชิงเส้นของโซ่ลำเลียง 0.049 m/s ความเร็วรอบละ 3 ซ้ำ หยอดต่อเนื่องจำนวนซ้ำละ 5 ถาดเพาะกล้า ปริมาณเมล็ดพันธุ์ที่หยอดจำนวน 4 เมล็ดต่อหลุม เนื่องจากอัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์จากบริษัทที่ใช้ทดสอบประมาณ 98% ความงอก (ที่มา: บริษัท เจียไต๋ จำกัด) ดังนั้นเพื่อลดปัญหาความคลาดเคลื่อนในการหาอัตราการงอกหลังจากหยอดแล้ว จึงต้องเผื่อปริมาณเมล็ดพันธุ์ที่ใช้หยอดเป็นจำนวน 4 เมล็ดต่อหลุม ดัง Figure 9 อธิบายลักษณะภาพรวมของการศึกษาหาค่าร้อยละของการสูญเสียของเมล็ดพันธุ์ ต่อ 1 ถาดเพาะ และทำการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์การงอกระหว่างวิธีการหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าโดยใช้เครื่องหยอดกับการใช้แรงงานคนทำการหยอดโดยคะน้าที่ได้จากการเพาะกล้าเมื่อมีความสูงของต้นกล้าประมาณ 50 mm ขั้นตอนต่อไปจะทำการแยกปลูกภายในระบบโรงเรือนแบบปิดต่อไป

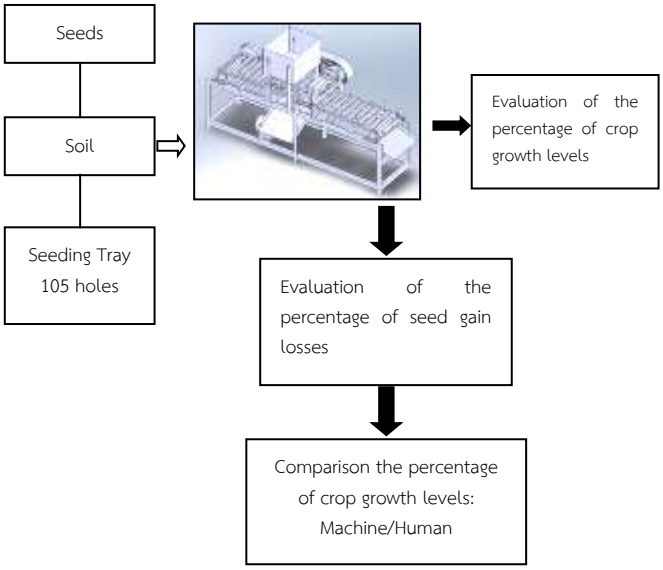


Figure 9 Semi-automatic *Brassica Alboglabra* vegetable seeder processing steps.

โดยที่ Figure 10แสดงการหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าโดยใช้เครื่อง ซึ่งเมื่อเครื่องทำงานดินจะร่วงลงมาบรรจุในถาดเพาะในขณะเดียวกันกับที่ชุดหยอดก็จะเกิดการหมุนปล่อยเมล็ดพันธุ์ลงมาในหลุมพอดี หลังจากนั้นเมื่อทำการหยอดจนครบแล้วก็จะนำไปเพาะในโรงเรือนมาตรฐาน

(a)

(b)

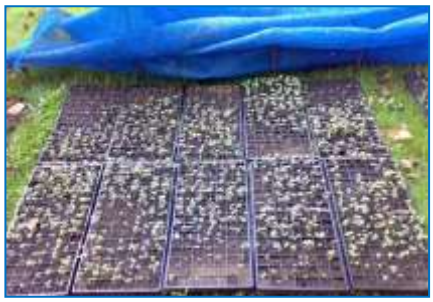
(c)

Figure 10 Vegetable seeder (a); seeded by machine, (b); soil cutting unit, and (c); crop growth level.

Figure 11 แสดงการหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าโดยใช้แรงงานคน หลังจากนั้นเมื่อทำการหยอดจนครบแล้วก็จะนำไปเพาะกล้าในโรงเรือนมาตรฐาน

(a)

(b)



(c)

Figure 11 Hand seeding (a); seeded by labor-force, (b); manual soil cutting unit, and (c); crop growth level.

การคำนวณหาค่าร้อยละของการสูญเสียของเมล็ดพันธุ์ ต่อ 1 ถาดเพาะค่าร้อยละของอัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์ ต่อ 1 ถาดเพาะและค่าการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย(บาท)นั้น สามารถคำนวณหาได้จากสมการ (5) (6) และ (7) ตามลำดับต่อจากนั้น ทำการเปรียบเทียบอัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์ระหว่างใช้เครื่องหยอดกับใช้แรงงานคนหยอดต่อไป

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

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

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

2.4 หลักการทำงานของเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าในถาดเพาะกล้าสำหรับเกษตรกรรมสมัยใหม่

การทำงานของเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าในถาดเพาะกล้าสำหรับเกษตรกรรมสมัยใหม่นี้ เริ่มจากต้นกำลังขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.5 Hp โดยจะส่งกำลังไปยังชุดหยอดเมล็ด ชุดบรรจุดินใส่ถาดเพาะ และชุดโซ่ลำเลียง เมื่อถาดเพาะมาถึงตำแหน่งพอดีแล้ว ดินจะร่วงลงมาบรรจุในถาดเพาะในขณะเดียวกันชุดหยอดก็จะเกิดการหมุนปล่อยเมล็ดพันธุ์ลงมาในหลุมพอดี (เกรียงไกร แซมสีม่วง และคณะ, 2559)

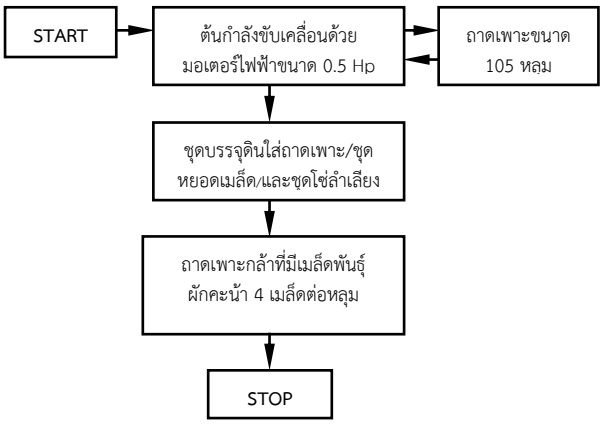


Figure 12 Created the unmanned remote control garbage collecting boat procedure.

2.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ในการพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าในถาดเพาะกล้าสำหรับเกษตรกรรมสมัยใหม่นี้ จะวิเคราะห์ความแตกต่างของ treatment โดยใช้โปรแกรม SPSS 11.5 ซึ่ง T-Test ใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างอัตราการงอกของเมล็ดพันธ์โดยใช้เครื่องหยอดกับใช้แรงงานคนหยอด และ Analysis of variance (ANOVA) ใช้ในการวิเคราะห์ความแตกต่างของความเร็วรอบของชุดหยอดต่อประสิทธิภาพการหยอดและเวลาที่ใช้ในการหยอดเมล็ดพันธุ์ โดยจะใช้ Least Significant Difference (LSD) ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ treatment ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2.6 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

2.6.1 ***การวิเคราะห์และประเมินค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ย***

การประเมินค่าใช้จ่ายโดยรวมจะเกี่ยวกับต้นทุนในการใช้งานเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าในถาดเพาะกล้าสำหรับเกษตรกรรมสมัยใหม่ โดยจะสมมุติว่าเกษตรกรผู้ใช้ทำการซื้อเครื่องหยอดที่พัฒนาขึ้นฯ แทนการใช้แรงงานคน ซึ่งค่าใช้จ่ายโดยรวมจะประกอบด้วย ค่าเสื่อมราคาของเครื่องหยอดฯ(คิดค่าเสื่อมราคาโดยวิธีเส้นตรงเมื่อประมาณอายุการใช้งานของเครื่องหยอดต้นแบบฯ ได้ 5 ปี) และค่าเสียโอกาสของเงินทุน (คิดดอกเบี้ยที่ 10%) ซึ่งเป็นต้นทุนคงที่ทั้งหมด จะไม่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการหยอดเมล็ดพันธุ์ผักสำหรับเพาะกล้าในโรงเรือนมาตรฐานและต้นทุนแปรผัน(Hunt, 1995)

2.6.2 ***การวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุน***

เป็นการคาดคะเนว่า เมื่อทำการลงทุนใช้เครื่องหยอดต้นแบบที่พัฒนาขึ้นฯ ไปแล้ว จะได้รับผลตอบแทนกลับคืนมาในจำนวนเงินเท่ากับที่ลงทุนไปก่อนหน้านี้ภายในระยะเวลากี่ปี โดยทำการคิดดอกเบี้ยที่อัตรา10% แต่ไม่ทราบค่า *n*ทำการเปลี่ยนค่า *n*ไปเรื่อยๆ จนค่าทั้งสองข้างของสมการเท่ากัน ก็จะได้ค่า *n*โดยที่ค่าตัวแปร*n*นั้น คือ ระยะเวลาคืนทุนจากการใช้เครื่องหยอดต้นแบบที่พัฒนาขึ้นฯ (ปี)

2.6.3 ***การวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุน***

เป็นการคาดคะเนว่าการหาจำนวนหน่วยขายของเครื่องหยอดต้นแบบที่พัฒนาขึ้นฯ ที่ทำให้จำนวนยอดขายรวมเท่ากับค่าใช้จ่ายรวม/ต้นทุนทั้งหมด จึงเป็นจุดที่ไม่มีกำไรหรือขาดทุนเกิดขึ้นในการใช้เครื่องหยอดต้นแบบที่พัฒนาขึ้นฯ โดยสามารถคำนวณได้จากสูตร

ราคาขาย-ต้นทุนคงที่ - ต้นทุนแปรผัน = กำไร (8)

3 ผลและวิจารณ์

3.1 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบ

จากการวัดตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ผักคะน้า เป็นจำนวนทั้งหมด 20 เมล็ด พบว่าเมล็ดมีค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเป็น 1.84mm และมีค่าปริมาตรของทรงกลมเฉลี่ยเป็น 3.26mm^{3}ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Seeding properties; Seed diameter (mm) and the average volume of a sphere (mm^3).

Number of samples	Seed diameter (mm)	The average volume of a sphere (mm^3)
1-20	1.841±0.0386	3.265±0.2083

หมายเหตุ: รายงานผลการทดลองโดยค่า $\bar{X} \pm$ SD

3.2 ทดสอบและประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องและความเร็วรอบชุดหยอดที่เหมาะสมของเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าในถาดเพาะกล้าสำหรับเกษตรกรรมสมัยใหม่

จากผลการทดสอบพบว่าการหยอดเมล็ดพันธุ์ผักในถาดเพาะแบบติดต่อกันถาดต่อถาด (ขอบของถาดชนต่อกัน) เป็นผลให้เกิดระยะของขอบถาดต่อถาดเท่ากับระยะห่างของหลุม 1 หลุมพอดี ทำให้เกิดการสูญเสียของเมล็ดในการหยอดขึ้นระหว่างรอยต่อนี้ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 5.29 ของเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ทดสอบต่อรอบๆ ละ 40 g (จำนวน 4ซอง) เมื่อใช้ทดสอบที่ความเร็วรอบของชุดหยอดเหมาะสม 8 rpm และที่ความเร็วเชิงเส้นของโซ่ลำเลียง 0.035 m/s พบว่าความสามารถในการหยอดที่เวลา 1 hr สามารถหยอดได้มากที่สุดคือ140 trays และมีปริมาณเมล็ดที่สูญเสียเมื่อเปรียบเทียบกับความเร็วชุดหยอดทั้ง 3 ระดับ ดังแสดงในTable 2

Table 2 Seeding unit basic information; speed (rpm), seeding time (minute), and the percentage of seed gain losses (%)

Speed (rpm)	Seeding time (minute)	percentage of seed gain losses (%)
5	0.40±0.02^c	2.45±0.01^b
8	0.24±0.04^b	2.23±0.01^a
12	0.15±0.06^a	12.5±0.01^c

หมายเหตุ: รายงานผลการทดลองโดยค่า $\bar{X} \pm C.V.$ และตัวอักษร a,b,c คือ ความแตกต่างกันของตัวแปรที่ทำการทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถ้าตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าตัวแปรไม่แตกต่างกัน ถ้าตัวอักษรแตกต่างกันแสดงว่าตัวแปรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS Version 11.5 พบว่าความเร็วรอบมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการหยอดเมล็ดลงในถาดเพาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยที่ความเร็วรอบ 12 rpm ใช้เวลาในการหยอดน้อยที่สุด รองลงมาคือ ที่ความเร็วรอบ 8 rpm และ 5 rpm ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ทางสถิติยังพบอีกว่าความเร็วรอบมีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดที่สูญเสียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยที่ความเร็วรอบ 8 rpm ให้ค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดที่สูญเสียน้อยที่สุด รองลงมาก็คือ ที่ความเร็วรอบ 5 rpm และ 12 rpm ตามลำดับดังนั้นคำแนะนำคือ ควรใช้ความเร็วรอบในการหยอดเมล็ดพันธุ์ที่ 8 rpm โดยเครื่องหยอดจะทำงานด้วยประสิทธิภาพสูงสุด โดยจะเกิดอัตราการร่วงหล่นของเมล็ดพันธุ์น้อยที่สุด

จากข้อมูลเวลาที่ใช้ทั้งหมดระหว่างการหยอดด้วยเครื่องหยอดและคนหยอด แสดงให้เห็นว่าเครื่องมีความสามารถในการทำงานสูงกว่า โดยใช้เวลาน้อยกว่าการใช้แรงงานคนถึง 9 เท่า เมื่อเปรียบเทียบที่จำนวนถาดเท่ากัน ในเวลา 1 hr เครื่องสามารถหยอดได้ 140ถาดเพาะ ในขณะที่คนสามารถหยอดได้เพียง 16 ถาดเพาะ และร้อยละของการสูญเสียของเมล็ดจะแปรผันอยู่ระหว่าง 7.88-16.56 หรือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 12.48 ในขณะที่การหยอดด้วยแรงงานคนมีร้อยละของการสูญเสียมีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง 10.90-17.22 หรือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 13.16

3.3 ทดสอบหาอัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าระหว่างใช้เครื่องหยอดกับใช้แรงงานคนหยอด

ค่าร้อยละของการงอกของเมล็ด (Table3) ที่หยอดด้วยเครื่องหยอดเมล็ดนั้นแปรผันอยู่ระหว่าง 83.42-89.82 หรือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 86.62 ในขณะที่ร้อยละการงอกของเมล็ดเมื่อใช้แรงงานคนหยอด พบว่าค่าแปรผันอยู่ในช่วง 84.92-89.10 หรือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 87.01 โดยที่อัตราการงอกจะขึ้นอยู่

กับปัจจัยหลายๆ อย่าง อาทิเช่น ความสม่ำเสมอในการให้น้ำ สภาพแวดล้อม ลักษณะโครงสร้างของดิน ปริมาณแสงแดด และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ผัก

Table 3The comparative of the crop growth level at speed 8 rpm between machine and labor-force by seed amount per tray 420 seeds.

Percentage of crop growth level (%)	Amount of tray	$\overline{X}$	S.D.	t	Sig.
Machine	5	86.62	2.45	-1.051	0.324
Labor-force	5	87.01	1.50		

จากผลการทดลองพบว่าวิธีการหยอดโดยใช้เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าในถาดเพาะกล้านั้น จะให้อัตราการงอกของเมล็ดใกล้เคียงกับการหยอดโดยใช้แรงงานคน ดังนั้นจึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%.

3.4 ผลการวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์ของเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าในถาดเพาะกล้าสำหรับเกษตรกรรมสมัยใหม่

จากผลการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม โดยคิดที่ราคาเครื่องต้นแบบฯ 30,000 bath อายุการใช้งาน 5 year อัตราดอกเบี้ยคิดที่ 10% ใช้ผู้ควบคุมเครื่อง 1 คน ความสามารถในการทำงานของเครื่องหยอด 140trayshr^{-1} หรือในอัตรา 14,700 holes hr^{-1}และทำงาน 1,440 hr year^{-1}จะได้ค่าใช้จ่ายจากการใช้เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าในถาดเพาะกล้าสำหรับเกษตรกรรมสมัยใหม่ต่อวันจะอยู่ที่ 0.092 bath day^{-1} โดยคิดจากมูลค่าเครื่อง ราคา 30,000 bath ความสามารถทำงานเป็นต่อวันเท่ากับ 117,600 holes day^{-1} ในขณะที่ถ้าใช้แรงงานคนในการหยอดต่อวันจะอยู่ที่ 0.88 bath day^{-1} โดยคิดจากค่าแรงงานคนจำนวน 1 คน ราคา 300 bath day^{-1} ทำงานวันละ 8 hrความสามารถทำงานต่อวันเท่ากับ อัตรา 13,440 holes day^{-1}.

ดังนั้นถ้าใช้เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าในถาดเพาะกล้าแทนแรงงานคนจะสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ถึง 2,287.50bath/dayและสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาเพียง 15days หรือประมาณ 0.5 เดือน

4 สรุป

เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าในถาดเพาะกล้าสำหรับเกษตรกรรมสมัยใหม่ที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ มีความเร็วรอบของชุดหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าที่เหมาะสมคือ 8 rpm โดยความสามารถการทำงานของเครื่องหยอดคิดเป็น 140 trays hr^{-1} หรือในอัตรา 14,700 holes hr^{-1}โดยเครื่องหยอดจะทำงานด้วยประสิทธิภาพสูงสุด มีค่าเฉลี่ยร้อยละการงอกเจริญเติบโตหลังจากการหยอดแล้วคิดเป็น 86.62 และเมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานคน พบว่า ความสามารถในการทำงานคิดเป็น 16 trays hr^{-1} หรือในอัตรา 1,680 holes hr^{-1} และมีค่าเฉลี่ยร้อยละของการงอกเจริญเติบโต หลังจากการหยอดแล้วคิดเป็น 87.01การประเมินผลในเชิงเศรษฐศาสตร์พบว่ามีอัตราการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องหยอดแบบอัตโนมัติ และที่สำคัญเกษตรกรสามารถซ่อมบำรุงตัวเครื่องเองได้ โดยมีข้อจำกัดอยู่ที่ ชุดหยอดเมล็ด ซึ่งออกแบบมาให้ใช้ได้เฉพาะกับถาดเพาะแบบ CHIATAI105I เท่านั้น

5 กิตติกรรมประกาศ

ผู้ทำการวิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีจังหวัดปทุมธานี ที่สนับสนุนเงินงบประมาณ อุปกรณ์ บุคลากร และสถานที่ ในการเตรียมการทดสอบงานวิจัยในครั้งนี้ซึ่งความเห็นในรายงานผลการวิจัยเป็นของผู้วิจัยโดยที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีนั้น ไม่จำเป็นที่จะต้องเห็นด้วยเสมอไป

6 เอกสารอ้างอิง

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. สถิติปริมาณการเพาะปลูกพืชผักปีการผลิต 2557/2558. ระบบสารสนเทศการผลิตทางด้านการเกษตร. แหล่งข้อมูล www.oae.go.th/estimate, เข้าถึงเมื่อ 28 ธันวาคม 2559.1-240.

เกษม พิลึก. 2524. ผักกาดและผักกะหล่ำ. (ผักฤดูหนาวเล่ม1). สาขาพืชผัก ภาควิชาพืชสวนมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 1-96.

เกรียงไกร แซมสีม่วง, เกียรติศักดิ์ แสงประดิษฐ์, อภิรัฐ ปิ่นทอง. 2559. การพัฒนาระบบตรวจสอบโรคกล้วยไม้ควบคุมระยะไกลร่วมกับเทคนิคประมวลผลภาพถ่ายเพื่อควบคุมการให้สารเคมีแบบแม่นยำสำหรับโรงเรือนมาตรฐาน. วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย 22(1), 7-20.

นิพนธ์ ไชยมงคล. 2548. ระบบข้อมูลผัก. สาขาพืชผัก ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 1-93.

มานพ ตันตระบัณฑิต. 2545.การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรก 1. พิมพ์ครั้งที่2. สำนักพิมพ์กรุงเทพฯ .1-372.

เมืองทอง ทวนทวี, สุรีรัตน์ ปัญญาโตนะ. 2532. ผักบ้านเรา: สวนผัก. โรงพิมพ์ทั่งฮั่วซิน, กรุงเทพฯ.1-456.

สุนทร เรืองเกษม. 2540. ผักกินใบ. ครั้งที่ 2. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 1-87.

เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ. 2555. ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริอำเภอดอยสะเก็ดจังหวัดเชียงใหม่ 1(1).1-24.

The hamilton drum seeder. 2010. HAMILTON DESIGN LTD. Nethercliff, Green Lane, Littlewick Green, Maidenhead, Berks SL6 3RH, England. แหล่งที่มา www.hamilton-design.co.uk. 1-2.

Hunt, D. 1995. Farm Power and Machinery. (9th ed.). Iowa, State University Press. Ames: Iowa.