

การศึกษาแนวทางในการพัฒนาความแม่นยำของเครื่องปลูกกระเทียมขนาด 10 แถว

Study of Methods to Develop Precision for the 10 Rows Garlic Planter

สมชัย ประดิษฐ์สุวรรณ¹ สัญลักษณ์ กิ่งทอง² จิราภรณ์ เบนญประกายรัตน์³

Somchai Praditsuwan, Sanyaluck Kingthong, Assoc.Prof. Jiraporn Benjaphragairat

Abstract

Presently, developments of the garlic planter have been fabricated to the new prototype, which is the 10 rows garlic planter. The working width is 1 m. The metering system is a bucket type made from plastic. Each bucket scoop cloves and deliver passing seed tube placed into soil furrow. The furrow opener is shovel type, placed in 2 lines, each line has 5 sets and spacing between lines is 270 mm. The covering device is rubber plate. Testing had been done in Fang district and Mae tang district. The result of the 10 rows garlic planter capacity is 0.37-0.75 rai/hr at forward speed of 1.27-1.61 km/hr. Planting depth is 26-34 mm. with the percentage of soil covering is about 64-84. Turning time at the headland is about 5-30 seconds. Precision value for the 10 rows garlic planter was 27-28 %, planting spacing of 13-18 cm. The precision value of planter is lower than farmer planting about 22-28%. Yield production at Fang district and Mae Tang district is 2,969 and 4,307 kg/rai respectively. The production planting by the planter is lower than the farmer planting about 11-21%.

Keyword: metering system, precision value

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมนั้นได้พัฒนาเป็น เครื่องปลูกกระเทียมต้นแบบใหม่ มีจำนวน 10 แถว ขนาดหน้ากว้างในการทำงาน 1 เมตร กลไกการหยอดกลีบกระเทียมเป็นงานหยอดกระพ้อ ตักกระเทียมทีละกลีบ จากนั้น กระพ้อจะทำการเหวี่ยงกระเทียมลงสู่ท่อ นำเมล็ด แล้ววางกลีบกระเทียมลงสู่ร่องปลูก อุปกรณ์เปิดร่องเป็นแบบพาล์วจัดวางเป็น 2 แถว แถวละ 5 ร่อง แถวหน้ากับหลัง มีระยะห่างระหว่างแถว 270 มิลลิเมตร ตัวกลบดินเป็นแผ่นยาง เมื่อนำไปทดสอบในแปลง เกษตรกรผู้ปลูกกระเทียม ที่อำเภอฝางและอำเภอแม่แตงพบว่า เครื่องปลูกมีความสามารถในการทำงาน 0.37- 0.75 ไร่/ชั่วโมง ที่ความเร็วในการทำงาน 1.27-1.61 กิโลเมตร/ชั่วโมง ความลึกในการปลูก 26-33 มิลลิเมตร ร้อยละการกลบ 84-87 เวลาในการเลี้ยวที่หัวงาน 5-30 วินาที มีระยะระหว่างต้นกระเทียมเฉลี่ย 13 -18 เซนติเมตร เครื่องปลูกมีค่าความแม่นยำร้อยละ 27-28 โดยที่เครื่องปลูกมีค่าความแม่นยำน้อยกว่าเกษตรกรอยู่ในช่วงร้อยละ 22-28 ผลผลิตกระเทียมจากเครื่องปลูกในแปลง อำเภอฝาง 2,969 กก./ไร่ และแปลงอำเภอแม่แตง 4,307 กก./ไร่ ซึ่งผลผลิต ที่ปลูกด้วยเครื่องปลูกน้อยกว่า แปลงเกษตรกร อยู่ในช่วง ร้อยละ 11 -21

คำสำคัญ : กลไกการหยอด ค่าความแม่นยำ

¹ นักศึกษาปริญญาโท สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

² อาจารย์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

³ รองศาสตราจารย์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

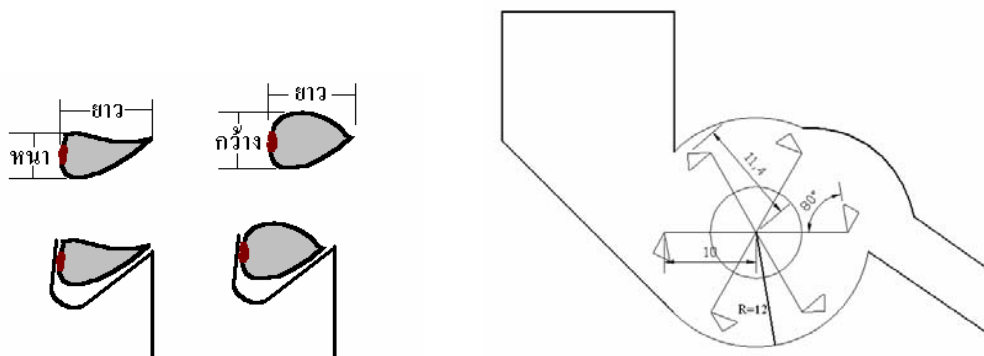
คำนำ

การศึกษาและพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียม ได้เริ่มดำเนินการตั้งแต่ปี 2542 ซึ่งได้มีการสร้างต้นแบบมาแล้ว 6 แบบ โดยที่ในการสร้าง ทดสอบและพัฒนาเครื่องต้นแบบที่ผ่านมา ก็สามารถพัฒนาเครื่องปลูกจนสามารถปลูกกระเทียมในแปลงเกษตรกรได้ เป็นเครื่องปลูกกระเทียมแบบกะพ้อลำเลียง ขนาด 8 แถวปี 2546 (จรสชัย เย็นพยับ ,2547) และเกษตรกรมีความพอใจกับผลผลิตที่ได้จากเครื่องปลูก โดยจากผลการทดสอบในแปลงเกษตรกรปี 2546 ได้ผลว่าความแม่นยำในการปลูกของเครื่องปลูกต่ำกว่าการปลูกโดยเกษตรกร ดังนั้นจึงได้พัฒนา และสร้างเครื่องใหม่เป็นเครื่องปลูกกระเทียม 10 แถว ซึ่งได้ปรับเปลี่ยนลักษณะถังบรรจุ อุปกรณ์ลำเลียง อุปกรณ์เปิดร่อง อุปกรณ์กลบดิน ชุดใหม่ แล้วจึงนำไปทดสอบในแปลงเกษตรกร จ.เชียงใหม่ นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาแนวทางในการเพิ่มความแม่นยำ และสมรรถนะของเครื่องปลูก

ในการออกแบบ สร้าง และทดสอบเครื่องปลูกกระเทียม สามารถพัฒนาเครื่องให้ทำการปลูกได้ในพื้นที่เกษตรกรจริง และเก็บผลผลิตที่ได้ (ปี2546) และในปีถัดมาก็ได้มีการแยกศึกษา และวิเคราะห์ส่วนประกอบที่สำคัญ แต่ละส่วนเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการปลูก และความคล่องตัวในการทำงานในพื้นที่ โดยศึกษาส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องปลูกกระเทียมสรุปผลได้ 3 ส่วน ดังนี้

1 จานหยอดกลีบกระเทียมและถังบรรจุ (นวัต สมานกุล และคณะ ,2547)

1. จานหยอดเป็นจานวงกลมพลาสติกกว้างตัวในแนวตั้งมีกะพ้อลำเลียงอยู่ 6 ชุด ต่อ 1 จานตามรูปที่ 1
2. มุมเอียงของกะพ้อ มีขนาดเท่ากับ 80 องศา เทียบกับแกนของกะพ้อ
3. จำนวนชุดหยอดเพิ่มจาก 8 เป็น 10 ชุด ถังบรรจุจึงมีความจุกระเทียมจาก 12 เป็น 15 กิโลกรัม
4. จุดติดตั้งถังบรรจุอยู่ใต้แกนและมือจับของรถไถ เพื่อตียงเข้าใกล้จุดศูนย์ถ่วงของเครื่องยนต์



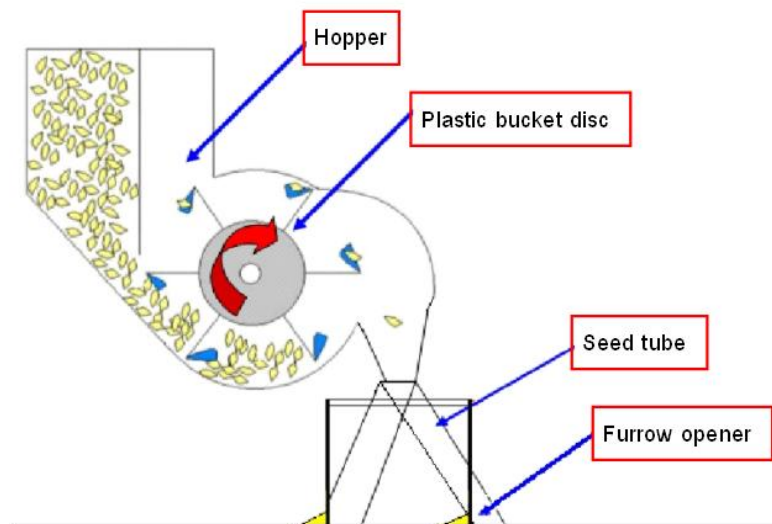
รูปที่ 1 ลักษณะกระเทียมที่วางตัวในกะพ้อ และจานหยอดกระเทียม

2 ชุดลำเลียงกระเทียมลงดิน พิจารณาค่าความแม่นยำของข้อมูลดีที่สุดที่มีความแปรปรวนข้อมูลน้อยที่สุด (พิทักษ์ มะวีวงศ์และคณะ , 2547) ได้ผลดังนี้

1. ความสูงของท่อนำกลีบกระเทียมในแนวตั้ง เท่ากับ 30 cm.
2. ท่อที่ใช้ได้ดีเป็นท่อยางใสผิวเรียบ ขนาดท่อนำเมล็ดที่เหมาะสม เท่ากับ 30 mm.
3. เนื่องจากตัวเปิดร่องมี 2 แถว แบ่งเป็นแถวหน้ากับหลัง ทำให้มีมุมเอียงท่อด้านหน้า ได้ 10 องศา ส่วนมุมเอียงกับด้านหลังเป็น 15 องศา ตามรูปที่ 2

3 ตัวเปิดร่องและตัวกลบดิน (จกมล แจ่มกระจ่าง และคณะ ,2547)

ในการออกแบบตัวเปิดร่องและตัวกลบดินมีเงื่อนไขว่า สามารถสร้างและประกอบได้ง่าย เปิดร่องได้แคบ มีความลึกในการปลูกสม่ำเสมอและปรับความลึกในการปลูกได้ โดยได้ทดสอบเปรียบเทียบตัวเปิดร่อง 3 แบบ แสดงในรูปที่ 3 พบว่า ในการทดสอบรางดินอุปกรณ์เปิดร่องแบบจอบให้ค่าแรงฉุดลากต่ำสุด ประมาณ 0.84 kgf/แถว ส่วนอุปกรณ์เปิดร่องแบบพลั่วให้ค่า performance index สูงสุด (Tajuddin and Balasubramaian ,1995) ประมาณ 0.03 และให้ค่าร้อยละการงอกสูงสุดประมาณ 83.3% ที่ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์เปิดร่องแถวหน้าและแถวหลัง 27 เซนติเมตรดังนั้น จึงเลือกใช้ตัวเปิดร่องแบบพลั่ว มาประกอบเป็นเครื่องปลูกกระเทียมแบบใหม่



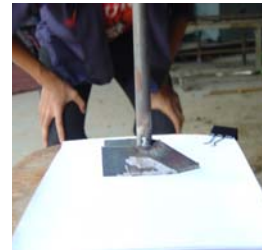
รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งการติดตั้งช่องปล่อยและท่อลำเลียง



(ก) ตัวเปิดร่องแบบรองเท้า(Shoe type)



(ข) ตัวเปิดร่องแบบจอบ (Hoe type)



(ค) ตัวเปิดร่องแบบพลั่ว (Shovel type)

รูปที่ 3 ตัวเปิดร่องทั้ง 3 แบบ ที่ใช้ในการทดสอบ

ส่วนตัวกลบดินนั้น จากการศึกษาในปี 46 เป็นเครื่องปลูกกระเทียมขนาด 8 แถวได้เป็นตัวเปิดร่องแบบพ่นลาก แต่ในการทำงานจริงยังไม่สามารถกลบดินได้โดยเฉพาะก้อนดินขนาดใหญ่ จึงเปลี่ยนเป็นแผ่นยางแบบหนาแทน ได้ติดตั้งด้านหลัง แล้วสร้างเครื่องปลูกกระเทียมขนาด 10 แถว ขึ้นในปี 2548 แสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 เครื่องปลูกกระเทียมขนาด 10 แถวปี 2548 (จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์และคณะ, 2548)

อุปกรณ์และวิธีการ

1.การทดสอบและปรับปรุงเครื่องปลูก 10 แกวในห้องปฏิบัติการ

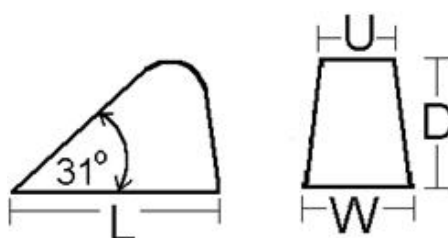
ในการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องปลูกนั้น โดยทั่วไปจะทดสอบเปรียบเทียบ จากความสามารถทางทฤษฎีกับความสามารถทางไ้จริง แต่ในที่นี้ต้องการเครื่องปลูกที่มีระยะห่างสม่ำเสมอ จึงต้องมีการทดสอบและพัฒนาความแม่นยำของเครื่องปลูกควบคู่ไปด้วย โดยจะอ้างอิงกับสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม และมาตรฐาน ISO และเนื่องจากกลไกการหยอดของเครื่องปลูกกระเทียมที่เหมาะสมสำหรับเทคโนโลยีการผลิตของประเทศเป็นแบบจานกะพ้อ ดังนั้นจากงานวิจัยที่ผ่านมา (จรัสชัย เย็นพยัณ, 2547) จึงกำหนดเป็นขนาดกะพ้อ 3 ขนาด ตามตารางที่ 1 ส่วนขนาดกระเทียมที่ใช้ทดสอบแสดงตามตารางที่ 2

ตารางที่ 1 สรุปขนาดกะพ้อทั้ง 3 ขนาดที่ออกแบบตามรูปที่ 5 (จรัสชัย เย็นพยัณ ,2547)

Bucket	Small size(mm.)			Medium size(mm.)			Large size(mm.)		
	Length	Depth	Width/Upper	Length	Depth	Width/Upper	Length	Depth	Width/Upper
size	25	15	18/8	29	18	21/12	35	20	26/20

ตารางที่ 2 ขนาดกระเทียมพันธุ์ไทยเฉลี่ย 2 ขนาดปี 2548 (สุ่มวัดขนาดจำนวน 100 กลีบ)

	Thai ,small			Thai, medium		
	Length	Thickness	Width	Length	Thickness	Width
Max	19.88	8.61	9.73	28.40	12.30	13.90
Min	9.17	3.85	4.76	13.10	5.50	6.80
Average	13.57	6.23	7.67	19.38	8.89	10.95
GMD	8.66			12.36		



รูปที่ 5 ลักษณะกะพ้อตามตารางที่ 2

ในการทดสอบในรางดินห้องปฏิบัติการนี้ เพื่อหาระยะห่างกลีบกระเทียมพันธุ์ไทยขนาดเล็ก และขนาดกลาง กับกะพ้อขนาดเล็ก คำนวณหาค่าต่างๆ ดังนี้ ระยะกลีบกระเทียมเฉลี่ย ค่าร้อยละระยะห่างที่ต้องการช่วง 8-13 ซม. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดัชนีการลงหลายเมล็ด (Multiple Index) ดัชนีการเว้น(Miss Index) ดัชนีคุณภาพการหยอด(Quality of Feed Index) และ ค่าความแม่นยำในการปลูก (Precision) จากผลการทดลองที่ได้ และหาความสัมพันธ์ของความเร็วยรอบเครื่องยนต์กับระยะห่างกลีบกระเทียมเป็นเงื่อนไขในการใช้งานเครื่องปลูก มีวิธีทดสอบคือ ติดตั้งกะพ้อขนาดเล็ก แล้วบรรจุกระเทียมพันธุ์ไทยตามตารางที่ 2 เต็มถึง (ประมาณ 15 กิโลกรัม) ใช้ระยะห่างของตัวเปิดร่องแถวหน้าและแถวหลังเป็น 27 cm โดยทดสอบที่ความเร็วยรอบชุดหยอด 5 ระดับได้แก่ 30-70 rpm และแต่ละเงื่อนไขทดสอบ 3 ซ้ำ บันทึกระยะห่างระหว่างกลีบกระเทียม และความเร็วยทางตรงที่เกิดขึ้น แล้วจึงคำนวณหาค่าต่าง ๆ ตามที่กล่าวมาแล้ว

2.การทดสอบเครื่องปลูกในแปลงเกษตรกร ที่ จ. เชียงใหม่

ในการทดสอบนี้มีจุดประสงค์เพื่อที่จะหาความสามารถทางไร่ของเครื่องปลูกในแปลงเกษตรกรที่มีชนิดดิน และขนาดพื้นที่แตกต่างกัน 2 แปลง โดยมีรายละเอียดการเก็บข้อมูลดังนี้

1. สภาพพื้นที่ทดสอบ ได้แก่ขนาดร่องปลูก ร้อยละความชื้นดิน (%Moisture Content :MC) ขนาดก้อนดิน (Mean Mass Diameter : MMD) และค่าความแข็งของดิน (Cone Index :CI)

2. ความสามารถ ของเครื่องปลูกกระเทียม ได้แก่ ปริมาณกระเทียมที่ใช้ ความเร็วทางตรงในการทำงาน ความลึกในการปลูก ร้อยละการกลบดินของตัวกลบร่องปลูก ร้อยละการสิ้นไถล(%slip) เวลาในการเลี้ยวและความสามารถของเครื่องปลูกโดยเปรียบเทียบกับเครื่องปลูกโดยเกษตรกร

3. ข้อมูลระยะห่างต้นกระเทียมหลังจากปลูกไปแล้วประมาณ 120 วัน แล้วคำนวณเป็นค่า precision และค่าอื่น ๆ เช่นเดียวกับการทดสอบในห้องปฏิบัติการ แล้วหลังจากนั้นในการเก็บผลผลิตกระเทียมมีการเก็บข้อมูล โดยมีการวัดค่าต่าง ๆ ได้แก่ ความลึกของหัวกระเทียมที่อยู่ภายในดิน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (Geometric Mean Diameter: GMD) น้ำหนักเฉลี่ยต่อต้น และผลผลิตเป็นกิโลกรัมต่อไร่

ผลการทดลอง

1.ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

ในการทดสอบความแม่นยำของกระเทียมขนาดเล็กในรางดินห้องปฏิบัติการได้ผลตามตารางที่ 3 ซึ่งพบว่า ระยะเฉลี่ยดีที่สุดเท่ากับ 8.82 ซม. ค่า precision ดีที่สุดเท่ากับ 24.4% ได้ที่ความเร็วรอบชุดหยอด 32 rpm แต่ร้อยละของระยะห่างกลีบ 8-13 ซม.มากที่สุด และค่า Quality of feed index มากที่สุด ที่ความเร็วรอบชุดหยอด 51 rpm กล่าวคือในช่วง 1.16 -1.86 km/h ค่าร้อยละระยะที่ต้องการ และค่า Quality of feed index จะมีค่าสูง หลังจากนั้นจะลดต่ำลง ส่วนค่า Multiple Index จะไม่คงที่ แล้วหลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้น ในขณะที่เดียวกันกับค่า Miss Index จะลดลง

ต่อมาจึงได้พิจารณา ผลการทดสอบกระเทียมพันธุ์ไทยขนาดกลาง ใช้กะป้อเล็ก จากตารางที่ 4 ได้ว่า ระยะเฉลี่ยดีที่สุดเท่ากับ 10.85 ซม.และค่า precision ดีที่สุดเท่ากับ 25.9% ที่ความเร็วรอบชุดหยอด 31 rpm ส่วนร้อยละของระยะห่างกลีบ 8-13 cm มากที่สุด และค่า Quality of feed index มากที่สุด ที่ความเร็วรอบชุดหยอด 45 rpm กล่าวคือเมื่อให้ความเร็วทางตรงเพิ่มขึ้นจาก 1.12 km/h ค่าระยะห่างกลีบเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลง ค่าร้อยละระยะที่ต้องการก็จะลดลง แต่ใกล้เคียงกัน ในช่วงความเร็ว 1.12-2.22 km/h ส่วนค่า Quality of feed index จะมีค่าสูงอยู่ประมาณ 51-56% จากนั้นจะลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว ส่วนค่า Multiple Index จะเพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันค่า Miss Index จะลดลง

ตารางที่ 3 แสดงสมรรถนะเครื่องขณะทดสอบ และผลการวิเคราะห์ค่าความแม่นยำตามมาตรฐาน ISO (กระเทียมขนาดเล็ก)

Working velocity (km/h)	Revolution (rpm)	Quantity N	Average Clove spacing (cm)	Percentage of 8-13 cm.	Standard deviation	Multiple Index	Miss Index	Quality of feed Index	Precision
1.162	32	153	8.82	32.03	6.40	34.64%	16.34%	49.02%	24.40%
1.597	44	166	8.59	25.30	5.92	36.75%	13.86%	49.40%	29.00%
1.857	51	170	8.49	37.06	5.28	32.94%	12.94%	54.12%	25.20%
2.381	66	196	6.92	29.59	4.76	46.43%	5.61%	47.96%	26.00%
2.715	75	160	5.92	22.50	4.34	55.00%	2.50%	42.50%	27.00%

ตารางที่ 4 แสดงสมรรถนะเครื่องขณะทดสอบ และผลการวิเคราะห์ค่าความแม่นยำตามมาตรฐาน ISO (กระเทียมขนาดกลาง)

Working velocity (km/h)	Revolution (rpm)	Quantity N	Average Clove spacing (cm)	Percentage of 8-13 cm.	Standard deviation	Multiple Index	Miss Index	Quality of feed Index	Precision
1.123	31	153	10.85	36.75	6.74	24.79%	23.93%	51.28%	25.90%
1.634	45	166	8.61	37.11	5.12	29.01%	14.81%	56.17%	26.20%
1.804	50	170	8.18	36.59	5.58	36.59%	8.54%	54.88%	27.70%
2.224	61	196	7.87	36.56	5.31	39.25%	8.06%	52.69%	25.90%
2.517	69	160	6.27	23.21	5.00	52.23%	5.80%	41.96%	26.70%

จากการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง ที่ผ่านมามีค่าร้อยละระหว่างกลีบที่ต้องการ และค่าดัชนีคุณภาพการหยอด มีค่าที่ดีขึ้นตามลำดับ ได้ความสัมพันธ์ของกระพ้อกับกระเทียม เป็นขนาด GMDกระพ้อ จะโตกว่ากระเทียมประมาณ 20-30% และสรุปเป็นเงื่อนไขการใช้งานตามตารางที่ 5 แล้วใช้ความเร็วทางตรงที่ได้ เป็นตัวกำหนดช่วงความเร็วที่ใช้งานที่เหมาะสม แต่ในขณะเดียวกันค่าความแม่นยำที่ได้ยังต่ำกว่าค่าที่ได้เกษตรกรในปี 46 จึงมีการปรับความชันของถังให้มากขึ้น เพื่อให้เหมาะสมกับขนาดกระพ้อที่เปลี่ยนไปด้วย

ตารางที่ 5 สรุปผลการปรับตั้งความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่เหมาะสม สำหรับเครื่องปลูกกระเทียมขนาด 10 แฉว เมื่อใช้กระเทียมพันธุ์ไทยขนาดต่าง ๆ

Type and size	GMD (mm)	Bucket size	Machine Revolution(rpm)	Metering Revolution (rpm)	Working velocity (km/h)	Avg. clove spacing (cm)
Thai ,small	8.70	Very small*	G1 ,800	30	1.16	8.8
			g1 ,1200	45	1.60	8.6
Thai ,medium	12.4	small	G1 ,800	30	1.12	10.8
			g1 ,1100	40	1.46	9.4
			g1 ,1400	50	1.85	8.2

หมายเหตุ * Very small คือ ขนาดกระพ้อที่ออกแบบใหม่ เป็นขนาด ยาว22, ลึก12, ฐาน15, ยอด8mm

2.ผลการทดลองในแปลงเกษตรกร จังหวัดเชียงใหม่

จากการทดสอบในแปลงเกษตรกร อ.ฝางและ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ได้เก็บข้อมูลพื้นที่ทดสอบตามตารางที่ 6 แล้วบันทึกผลความสามารถในการทำงานของเครื่องปลูกกระเทียมขนาด 10 แฉว ตามตารางที่ 7 หลังจากนั้นเป็นผลของค่า precision และค่าอื่น ๆ ตามตารางที่ 8 และสุดท้ายเป็นข้อมูลผลผลิต ตามตารางที่ 9

ตารางที่ 6 สรุปลักษณะของพื้นที่ทดสอบ

Location property	Soil type	Soil Tillage	Plot size(WxL)= m ² (number travel per plot)	%MC (db)	MMD (mm)	CI (N/cm ²)
Fang district	sandy	1 time Rotary cultivator (50 Hp tractor)	1.2x54.4=65.4 (1)	23.87	10.35	24-178.2
Mae Tang district	sandy	1 time Rotary cultivator (5Hp power tiller)	2.75x36.74=101.03 (3)	26.52	*	30.6-146.4

หมายเหตุ * พื้นที่เป็นดินทรายเปียก ไม่สามารถหาค่า MMD ได้ และดินร่วน ชุ่มมาก

ตารางที่ 7 แสดงผลการทดลองปลูกกระเทียมในแปลงเกษตรกรโดยใช้เครื่องปลูกกระเทียมขนาด 10 แถว

D/M/Y	Location	Metering revolution, (gear, machine) rpm	Planting data					Capacity				
			Garlic Type	kg/rai	clove/meter	SD	%CV	velocity km/h	covering %	planting Depth (mm.)	capacity rai/h (turning,sec)	slip %
3/11/2548	Mae Tang *	40, (1,1100)	Chinese, no grading	134	14	18.12	13.28	1.27	87	31-33		
		45, (1,1300)	Chinese, no grading	134	16	26.43	16.24	1.43			0.37(5)	6.28
21/11/2548	Fang **	45,(1,1300)	Chinese , medium	141	9	14.89	8.43	1.61	84	26-29	0.75 (29.7)	2.54
21/11/2548	fix	40, (1,1150)	Chinese , medium	221	13	4.46	9.45					
21/11/2548	fix	42, (1,1200)	Chinese , medium	251	14	5.55	9.29					
21/11/2548	2 person		Chinese , medium	143	8						0.04(-)	

หมายเหตุ: *แปลงอ.แม่แตง ใช้กระเทียมที่เก็บไว้ และใช้คนกะ ไม่มีการคัดขนาดก่อนใช้เครื่อง

**แปลงใน อ.ฝาง ใช้กระเทียมที่กะและคัดขนาดโดยเครื่องคัดกระเทียม, (-) ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 8 แสดงผลความแม่นยำของระยะห่างระหว่างต้นระหว่างเครื่องปลูกกับเกษตรกร

Data	quantity N	Average spacing (cm.)	Percentage of 8-13 cm.	Standard deviation	Multiple Index	Miss Index	Quality of feed Index	Precision
Farmer, Fang district	120	17.27	34.98	8.66	2.08%	36.44%	61.48%	19.50%
Planter, Fang district	113	17.59	23.08	12.67	19.39%	44.39%	36.23%	27.24%
Farmer, Mae Tang district	193	12.27	58.35	6.67	9.69%	17.26%	73.05%	21.61%
Planter, Mae Tang district	198	12.61	24.69	10.93	29.91%	28.96%	41.59%	27.64%

ตารางที่ 9 แสดงผลผลิตกระเทียมที่ได้จากเครื่องปลูกเปรียบเทียบกับคนปลูก

Data	planting depth (mm)	Yield production kg/rai	GMD (mm)	number of seeding per 1 m ²	Weight of seeding per 1 m ²	seeding Weight (g)
Farmer, Fang district	26.7	3,760	33.1	47	2.35	51
Planter, Fang district	24.6	2,969	29.3	51	1.86	36.47
Farmer, Mae Tang district	24.9	4,867	30.9	73	3.04	41.94
Planter, Mae Tang district	25.2	4,307	30.5	72	2.69	38.57

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองได้ว่า เครื่องปลูกกระเทียมทำงานที่เกียร์ 1 ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,100-1,300 รอบต่อนาที(40-45 rpm) มีความเร็วในการทำงานตั้งแต่ 1.27-1.61 กม./ชม. มีความสามารถในการทำงาน 0.37-0.75 ไร่/ชม. แปลงที่ อ.ฝางมีความสามารถสูงที่สุดที่ 0.75 ไร่/ชม. ความเร็วทางตรงที่ 1.61 กม./ชม. เนื่องจากสภาพเป็นดินร่วนปนทราย และมีความชื้นน้อยกว่าอีกแปลง สามารถทำงานได้คล่องตัว เนื่องจากแปลงมีความยาวมากทำให้มีความเร็วทางตรงค่อนข้างจะคงที่ ประกอบกับ

ร่องขนาดเล็ก ความกว้างแต่ละร่องเพียง 1.2 ม. สามารถวิ่งปลูกได้เพียงเที่ยวเดียวและมีจำนวนร่องปลูกถึง 6 ร่อง แต่ละร่องจะมีร่องน้ำกัน เป็นพื้นที่ค่อนข้างใหญ่ สามารถทำงานได้สะดวก ทำให้พื้นที่ทำงานได้มากกว่าแปลงอ. แม่แตง

ความสามารถของเครื่องปลูก จะขึ้นอยู่กับ ความเร็วทางตรงและความคล่องตัวในการทำงาน ซึ่งจะเป็นสืบเนื่องจาก สภาพดิน ได้แก่ ชนิดดิน ความชื้นดิน ขนาดก้อนดินที่ได้จากการไถเตรียมดิน ดังนั้น ถ้าดินเป็นดินทราย มีความชื้นพอเหมาะ (ไม่แฉะ) ได้รับการไถเตรียมดินที่ดีทำให้มีขนาด MMD เล็กเครื่องปลูกก็สามารถทำงานได้ดี และมีการกลบดินค่อนข้างสมบูรณ์ เมื่อเปรียบเทียบความสามารถของเครื่องปลูกกับเกษตรกรนั้น เครื่องปลูกทำงานเร็วกว่าเกษตรกรปลูกประมาณ 10-15 เท่า โดยที่เครื่องปลูกใช้คนควบคุมเพียง 1 คน ทำงานเต็มพื้นที่ แต่คนปลูกใช้คน 2 คน ต่อ 1 ร่องปลูก

ความคล่องตัวในการทำงาน หรือเวลาในการเลี้ยวหัวงาน จากทั้ง 3 แปลงพบว่า เวลาที่ใช้ในการเลี้ยวหัวแปลงต่อ 1 ครั้ง มีค่าตั้งแต่ 5-30 วินาที โดยที่แปลงอ.แม่แตงใช้เวลาไม่น้อยที่สุดที่ 5 วินาที เนื่องจากบริเวณหัวแปลงมีพื้นที่สำหรับเลี้ยวพอดิแปลง ส่วนแปลงอ.ฝางนั้นการเลี้ยวหัวแปลงแต่ละครั้งคือการกลับรถเพื่อไปเริ่มต้นร่องใหม่ จึงทำให้ใช้เวลาไปถึง 30 วินาที เพราะฉะนั้น ปัจจัยหลักที่มีผลต่อเวลาในการเลี้ยวคือ ลักษณะดิน และหัวแปลง และตัวกำหนดระยะ (marker)

ปริมาณกระเทียมที่ใช้ พบว่า เครื่องปลูกจะใช้กระเทียมมากกว่าเกษตรกร ประมาณ 20% ส่วนอัตราการหยอด (กลีบต่อเมตร) เมื่อเทียบกับการใช้เครื่องปลูก จะใช้กระเทียมกลีบเล็กมากกว่ากลีบขนาดกลางประมาณ 20 -55 % ตามตารางที่ 8

ส่วนอัตราการหยอด (กลีบต่อเมตร) ได้ค่าเฉลี่ยในช่วง 9-20 กลีบต่อเมตร โดยที่ อ.ฝางมีค่าดีที่สุดคือ 9 กลีบต่อเมตร เนื่องจากใช้กระเทียมที่คัดขนาดแล้วมีค่าใกล้เคียงกับกระเทียมพันธุ์ไทย ขนาดกลางที่ใช้ทดสอบในห้องปฏิบัติการ ในแปลงอ.แม่แตงเนื่องจากใช้กระเทียมที่ยังไม่คัดขนาดแต่มีขนาดใกล้เคียงกันและเล็กกว่าที่ทดสอบที่ อ.ฝาง ได้ 14-16 กลีบต่อเมตร ส่วนที่ อ.แม่แตงใช้กระเทียมมากที่สุดถึง 20 กลีบต่อเมตร เนื่องจากใช้กระเทียมขนาดเล็ก

การกลบดิน ขึ้นอยู่กับชนิดของดิน และวิธีการเตรียมดิน โดยจากตารางที่ 7 ร้อยละการกลบในแปลงปลูกที่อำเภอแม่แตง และอำเภอฝาง มีค่ามากกว่า 80% ทั้งนี้เนื่องจากดินเป็นดินทราย และก้อนดินมีขนาดเล็ก มีการเตรียมดินอย่างดี และที่อำเภอแม่แตง สภาพดินเป็นดินทราย พื้นที่มีการไถเตรียมดินอย่างดี ก้อนดินมีขนาดเล็ก และมีความชื้นในขณะที่ทำการทดลอง จึงไม่มีการหาค่า MMD จากการประมาณค่าจากสภาพพื้นที่ที่พบเห็น ค่า MMD มีค่าน้อยกว่า 8 มม.

ความแม่นยำในการปลูกของเครื่องปลูก

จากตารางที่ 8 พบว่า เมื่อพิจารณา ระยะห่างต้นกระเทียมเฉลี่ยดีที่สุดเท่ากับ 12.27 เซนติเมตร ร้อยละของระยะห่างกลีบ 8-13 เซนติเมตรจำนวนมากที่สุดเท่ากับ 58.35% และค่า Quality of feed index มากที่สุดที่ 73.05% เกิดขึ้นในแปลงเกษตรกรที่ อ.แม่แตง ส่วนค่า Precision ที่ดีที่สุดเกิดขึ้นในแปลงเกษตรกรที่ อ.ฝาง แต่ก็ใกล้เคียงกับแปลงเกษตรกรที่ อ.แม่แตง ส่วนในการใช้เครื่องปลูกเมื่อเปรียบเทียบค่าต่าง ๆ กับผลที่ได้จากเกษตรกรแล้วยังไม่ดีเท่าที่ควร

ระยะห่างต้นเฉลี่ย อยู่ในช่วง 12-17 cm เมื่อเปรียบเทียบกันในแต่ละพื้นที่ ระหว่างเกษตรกรกับเครื่องปลูก มีค่าใกล้เคียงกัน แต่สังเกตว่าแปลง อ.ฝาง มีระยะห่างต้นมากทั้งเกษตรกรและเครื่องแสดงว่ามีความสามารถในการงอกต่ำ ทั้งนี้เนื่องจาก พันธุ์กระเทียมที่ใช้ไม่ค่อยสมบูรณ์นัก เปรียบเทียบกับในแปลงที่ อ.แม่แตง ได้ระยะเพียง 12cm ซึ่งเป็นพันธุ์กระเทียมที่เกษตรกรเก็บไว้ขยายพันธุ์

ร้อยละระยะปลูกที่ต้องการ ในช่วง 8-13 cm ตามมาตรฐานสำนักงานอุตสาหกรรมของไทย แล้วพบว่า แปลงเกษตรกรมีค่าสูงกว่าเครื่องประมาณ 34-58% แสดงว่าเครื่องปลูกยังให้ระยะที่ต้องการน้อยอยู่ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาร้อยละของระยะต้นที่ต้องการ โดยเปรียบเทียบกันระหว่าง อ.ฝาง กับ อ.แม่แตง ของเกษตรกรปลูกจะสังเกตได้ว่ามีค่าต่างกันประมาณ 40% ทั้งนี้เนื่องจากพันธุ์กระเทียมที่ใช้และการบำรุงดูแลรักษาของเกษตรกรด้วย

ค่า Multiple Index หรือค่าดัชนีบ่งบอกลักษณะการปลูกที่ชิดติดกัน โดยที่แปลงของเครื่องปลูกนั้นมีมากกว่าประมาณ 68-89% เมื่อเทียบกับแปลงเกษตรกร แสดงให้เห็นว่า แปลงของเครื่องปลูกมีต้นที่ชิดติดกันมาก ตามอัตราการหยอด และปริมาณกระเทียมที่มาก และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบทั้ง 2 แปลงพบว่า แปลงที่ อ.แม่แตงมีค่า Multiple Index สูงกว่า เนื่องจากมีความสามารถในการงอกสูงกว่า

ค่า Miss Index หรือค่าดัชนีบ่งบอกการเว้นว่าง เป็นระยะต้นห่างกัน โดยเครื่องปลูกมีมากกว่าเกษตรกรประมาณ 18-40% แสดงให้เห็นว่า เครื่องปลูกยังให้ระยะต้นที่มากไปอีกด้วย และเมื่อเปรียบเทียบกัน 2 พื้นที่ พบว่า แปลงที่ อ.แม่แตงมีค่า Miss Index น้อยกว่ามาก แสดงว่า ความสมบูรณ์พันธุ์กระเทียมที่ใช้ในการปลูกมีผลสำคัญต่อความสามารถในการงอก

ค่า Quality of feed index หรือค่าดัชนีแสดงคุณภาพการหยอด โดยเครื่องปลูกมีค่าน้อยกว่าเกษตรกรประมาณ 41-43% แสดงให้เห็นว่า เครื่องปลูกยังให้ระยะต้นที่เหมาะสมน้อยเกินไป และเมื่อเปรียบเทียบกัน 2 พื้นที่ พบว่า แปลงที่ อ.แม่แตงมีค่า Quality of feed index มากกว่าทั้งนี้เป็นผลจาก ความสมบูรณ์ของพันธุ์กระเทียมที่ใช้ในการปลูก

ค่า Precision หรือ ค่าความแม่นยำของเครื่องปลูกที่ อ.ฝางและอ.แม่แตงได้ประมาณ 27% ซึ่งเครื่องปลูกมีประสิทธิภาพความแม่นยำในการปลูกแตกต่างจากเกษตรกรอยู่ประมาณ 21.8-28.4% แสดงให้เห็นว่า ลักษณะการปลูกที่ต้องการความแม่นยำ ต้องมีการศึกษากลไกการหยอดของเครื่องปลูกอย่างละเอียด

เปรียบเทียบผลผลิตที่ได้กับเกษตรกร

ในขั้นตอนสุดท้ายจะเป็นการเก็บผลผลิตกระเทียมที่ได้จากเครื่องปลูกเปรียบเทียบกับเกษตรกรปลูก ตามตารางที่ 9 จะเห็นว่า เมื่อพิจารณาผลผลิตที่ได้จากแปลงเกษตรกรสูงกว่าผลผลิตที่ได้จากเครื่องปลูก คิดเป็นร้อยละอยู่ในช่วง 11-21% โดยที่แปลงเกษตรกร มีน้ำหนักต่อต้นมากกว่า ในขณะที่ขนาด GMD มีค่าใกล้เคียงกัน และเมื่อเปรียบเทียบกัน 2 พื้นที่ พบว่า แปลงที่ อ.แม่แตงได้ผลผลิตมากกว่า ทั้งนี้เป็นผลจาก ความสมบูรณ์ของพันธุ์กระเทียมที่ใช้ในการปลูก และการบำรุงดูแลรักษาของเกษตรกร

สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบและปรับปรุงเครื่องในห้องปฏิบัติการแล้วนำไปทดสอบใช้จริงในแปลงเกษตรกร ผลลัพธ์ที่ได้ออกมา มีหลายประการดังนี้

1. สามารถนำเครื่องปลูกกระเทียมขนาด 10 แกวมีน้ำหนักว่างในการทำงาน 1 เมตร ลงใช้ในพื้นที่เกษตรกรที่ต่างกัน ได้แก่ แปลงขนาด 1.2 เมตร เป็นดินทราย และแปลงขนาด 2.75 เมตรเป็นดินทรายขึ้น
2. เครื่องปลูกมีความเร็วในการทำงาน ที่เหมาะสมคือ 1.6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะให้ความสามารถของเครื่องปลูกมากที่สุดที่ 0.75 ไร่ต่อชั่วโมง และเมื่อเปรียบเทียบความสามารถของเครื่องปลูกกับเกษตรกรนั้น การใช้เครื่องปลูกเร็วกว่าเกษตรกรประมาณ 10 -15 เท่า
3. เครื่องปลูกมีความแม่นยำ แตกต่างกับเกษตรกร ประมาณ 25 % ร้อยละของระยะต้นที่ต้องการน้อยกว่าเกษตรกรปลูกประมาณ 46% ส่วนในการวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ตามที่ได้กล่าวนั้น แสดงให้เห็นว่า ค่าที่ได้ยังไม่เป็นที่น่าพอใจ
4. ผลผลิตที่ได้จากเกษตรกรปลูกมีมากกว่าจากเครื่องปลูก โดยที่ผลผลิตที่ได้จากแปลงอ.แม่แตง มีมากกว่า แปลง อ.ฝาง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับหลาย ๆ ปัจจัยได้แก่ พันธุ์กระเทียมที่ใช้ปลูกต้องสมบูรณ์ เก็บรักษาอย่างดี ไม่มีเชื้อรา อายุพอเหมาะในการทำพันธุ์ประมาณ 8-10 เดือน ต่อมาเป็นปัจจัยของสภาพดินที่ต้องมีความสมบูรณ์พอประมาณ สภาพอากาศที่ต้องหนาวเป็นช่วงเวลานานก็มีผลทำให้ขนาดหัวกระเทียมโต และมีน้ำหนักต่อหัวมาก นอกจากนี้ยังรวมถึงการดูแลรักษาที่ดีเป็นส่วนประกอบด้วย

จากผลการสรุปการทดสอบพบว่า เครื่องปลูกกระเทียมขนาด 10 แกวนั้น ยังมีปัญหาระยะต้นกระเทียมยังได้ไม่สม่ำเสมอในช่วง 8-13 cm เกิดจากปัญหาที่สำคัญดังนี้

1. ความไม่แน่นอนในตักกระเทียมของกะพ้อ จากถังบรรจุว่าตักได้ครั้งละ 1 กlibหรือไม่
2. ปัญหาจานหยอดกะพ้อ กับถังบรรจุที่ยังไม่เหมาะสมกัน ทำให้ไม่ได้ระยะกระเทียมที่ต้องการ เนื่องจากเมื่อเปลี่ยนขนาดกะพ้อให้เหมาะกับขนาดกระเทียมแล้ว แต่ลักษณะถังยังคงเดิม
3. ในการเหวี่ยงกระเทียมสู่ร่องปลูกนั้น กlibกระเทียมไปชนกับขอบถังที่ช่องทางออก
4. เนื่องจากต้องการระยะห่างระหว่างแถวเพียง 10 cm ดังนั้น ถ้าตัวเปิดร่อง เปิดร่องขนาดกว้างเกินไป ทำให้เมื่อกlibกระเทียม ลงมาอาจมีระยะใกล้กันจนทำให้มีความคลาดเคลื่อนระหว่างแถวได้
5. ความลึกในการปลูก ที่มาจากการเปิดร่องไม่จำเป็นต้องมาก แต่ต้องลึกสม่ำเสมอ เนื่องจากจะทำให้กระเทียมโตช้า

แนวทางการปรับปรุง

1. เนื่องจากเครื่องปลูกมีกลไกในการทำงานไม่ซับซ้อน ควรมีการคัดขนาดกlibกระเทียมก่อนการใช้งานเครื่องปลูก
2. ต้องปรับปรุงกลไกการหยอด หรือลำเลียงกlibกระเทียมให้สามารถหยอดได้ที่ละกlib โดยต้องปรับปรุงถังบรรจุ ที่ทำให้การไหลของกระเทียมจากถังส่วนบนให้น้อยลง โดยปรับช่องที่กระเทียมไหลลงมาให้เล็กลง สามารถปรับได้ตามขนาดกระเทียม ปรับความเอียงของถังให้กระเทียมสามารถ ไหลได้พอดีกับที่กะพ้อสามารถตักกlibกระเทียมได้ที่ละ 1 กlib
3. ส่วนช่องปล่อยควรปรับระดับขอบถังบรรจุลงแล้วมีแผ่นยางกันขณะปล่อยลงสู่ ช่องรับที่ขนาดพอดีที่ไม่ให้กระเทียมตกคืนถึง ช่องรับควรเป็นกรวย ต่อกับท่อ และท่อลำเลียงควรรวบจนเส้นการเดินทางของกระเทียมน้อยที่สุด
4. ชุดเปิดร่องไม่จำเป็นต้องมีความกว้างในการเปิดร่องมาก และไม่จำเป็นจะต้อง ให้ร่องลึกด้วย
5. ควรมีตัวปรับระดับดินไว้ด้านหน้าชุดเปิดร่องด้วยเพื่อให้ดินเรียบสามารถทำงานได้ง่าย
6. ควรมีช่องถ่ายกระเทียมออกด้วย เพื่อความสะดวกในการทำความสะดวก

หนังสืออ้างอิง

- จรัสชัย เย็นพยัพ 2547 “การออกแบบและพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมติดตั้งรถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้า” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- เกสร จันทร์กระโทก และคณะ 2542 “เครื่องปลูกกระเทียม” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- จงกล แจ่มกระจ่าง และคณะ 2547 “การออกแบบอุปกรณ์เปิดร่องสำหรับเครื่องปลูกกระเทียมติดตั้งบนเครื่องยนต์ขนาด 5 แรงม้า” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- นวัต สมานกุล และคณะ 2547 “การออกแบบถังบรรจุของเครื่องปลูกกระเทียมติดตั้งบนเครื่องต้นกำลัง 5 แรงม้า” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พิทักษ์ ณะวิวงศ์และคณะ 2547. “การออกแบบและพัฒนาระบบลำเลียงกระเทียมลงสู่ดินติดรถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้า” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- จิราภรณ์ เบญจประภากรรัตน์ และคณะ. 2548. “รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการออกแบบและพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมให้มีความแม่นยำในการปลูก” กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. เอกสารอัดสำเนา.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม , มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1236-2537 เครื่อง หยอดเมล็ดพืช , กระทรวงอุตสาหกรรม , 2537
- International Organization for Standardization. 1984. Sowing Equipment-Test Methods -Part1:Single Seed Drills(Precision Drills), 7256/1.
- Kachman, S.D. and Smith, J.A. 1995. “Alternative Measurement of Accuracy in Plant Spacing for Planters Using Single Seed Metering.” Transaction of the ASAE. 38(2) : 379-387.
- Tajuddin.A and M.Balasubramanian. 1995. Comparative Performance Evaluation of Different Type of Furrow Openers. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America. Vol 26, No. 2.