การพัฒนาเครื่องโรยปุ๋ยยางพารา(2)
The Development of a Para Rubber Fertilizer Distributor (2)

มงคล คธาพันธ์ (Mongkol Katapant)[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ สร้าง และประเมินผลเครื่องโรยปุ๋ยยางพารา โดยมีแนวทางการศึกษาประกอบไปด้วย การศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของยางพารา ปุ๋ยเคมีที่ใช้กับยางพารา เพื่อใช้ในการออกแบบ และสร้างเครื่องโรยปุ๋ยยางพาราต้นแบบ สำหรับการทดสอบและประเมินผลเครื่องต้นแบบใช้การแปรความเร็วของเครื่องโรยปุ๋ยยางพารา มุมของจานเปิดร่อง และมุมของจานกลบร่อง ซึ่งมีค่าชี้ที่สำคัญ คือ ความลึกของการเปิดร่องเป็นมิลลิเมตร ประสิทธิภาพการโรยปุ๋ย(%) ประสิทธิภาพการกลบปุ๋ย(%) ประสิทธิภาพเครื่องโรยปุ๋ย(%) และความสามารถในการทำงานของเครื่องต้นแบบเป็นไร่ต่อชั่วโมง ซึ่งมีรายละเอียดของการศึกษาดังต่อไปนี้

1. การปลูกยางพาราควรปลูกไม่น้อยกว่า 7 ไร่ และใส่ปุ๋ยในช่วงฤดูฝน ปีละ 2 ครั้ง คือ ต้นฤดูฝน และปลายฤดูฝน เพราะดินมีความชุ่มชื้นเพียงพอ

2. ปุ๋ยที่ให้กับต้นยางพารา เป็นปุ๋ยเคมีชนิดเม็ด มีธาตุหลัก 3 ธาตุ คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 2.5-3 มิลลิเมตร

3. เครื่องโรยปุ๋ยยางพาราต้นแบบ มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ โครงเครื่อง ถังบรรจุปุ๋ย ชุดโรยปุ๋ย ชุดเปิดและกลบร่องดิน และชุดปรับตั้งความลึกของร่องที่เปิด

4. การประเมินผลเครื่องโรยปุ๋ยยางพาราต้นแบบ ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 900 รอบต่อนาที ตำแหน่งเกียร์ 1 ผานจานเปิดร่องทำมุม 30 องศา และผานจานกลบร่องทำมุม 20 องศากับทิศทางการเคลื่อนที่ของเครื่องโรยปุ๋ย พบว่าได้ความลึกเฉลี่ยของการเปิดร่อง เท่ากับ 52.17 มิลลิเมตร ประสิทธิภาพของการโรยปุ๋ยเฉลี่ยเท่ากับ 95.70 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพของการกลบปุ๋ยเท่ากับ 98.88 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพเครื่องโรยปุ๋ยโดยรวม เท่ากับ 94.63 เปอร์เซ็นต์ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 10.55 ไร่ต่อลิตร และความสามารถในการทำงาน เท่ากับ 14.33 ไร่ต่อชั่วโมง

เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพ และความสามารถในการทำงานของเครื่องโรยปุ๋ยยางพาราเปรียบเทียบกับปริมาณปุ๋ยที่ใช้กับยางพาราและพื้นที่เพาะปลูกแล้ว ชี้ให้เห็นว่า เครื่องโรยปุ๋ยยางพาราสามารถที่จะใส่ปุ๋ยได้ตามความต้องการ นอกจากนี้ยังลดเวลาในการใส่ปุ๋ยยางพาราได้เป็นอย่างดี ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ได้

Abstract

This research study aims to design, build and evaluate a Para Rubber Fertilizer Distributor. It also includes the study of the properties of the para rubber and chemical fertilizer consumption for design to build

[1] *ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา*
e-mail : Mongkol_link@hotmail.com

the prototype machine in the test and determination part. Variation of the speed of the machine and of the angles of the opening-canal disc plow and filling back disc plow were made in this study, in which the important indexes are the depth of the opening-canal in millimeters, the percentage of scattering and filling fertilizer efficiency and the ability of the prototype machine in rai per hour. In this study it was found that :

1. The planting area of rubber plants should not be less than 7 rai with a double time of fertilization at the beginning and the end of the rainy season, because during this time the soil will have proper moisture content for fertilization.

2. The fertilizer is a pelleted chemical substance which contains three main compositions, i.e., Nitrogen, Phosphorous and Potassium, and it is 2.5 - 3 millimeters in diameter.

3. The prototype machine consists of frame, fertilizer hopper, scatter set and opening and filling set and opening-canal depth adjustable set.

4. The evaluation of the prototype Para Rubber Fertilizer Distributor was made at an engine speed of 900 rpm in first gear. The opening disc and filling disc angles were at 30 and 20 degrees with the direction of motion of the developed machine, respectively. It was found that the average depth of the opening-canal was 52.17 millimeters, the percentages of scattering and filling fertilizer were 95.70 and 98.88 respectively, the total percentage of Para Rubber Fertilizer Distributor efficiency was 94.63, the fuel consumption was 10.55 rai per litre and the ability of the prototype machine was 14.33 rai per hour.

The efficiency and the ability of the machine when compared with the amount of fertilizer and planting area indicate that the prototype has high efficiency of fertilizer consumption. Furthermore, it saves time, hence this research study recommends to expand it to a commercial scale.

คำสำคัญ: ยางพารา เครื่องโรยปุ๋ย
Keywords: Para Rubber, Fertilizer Distributor.

บทนำ

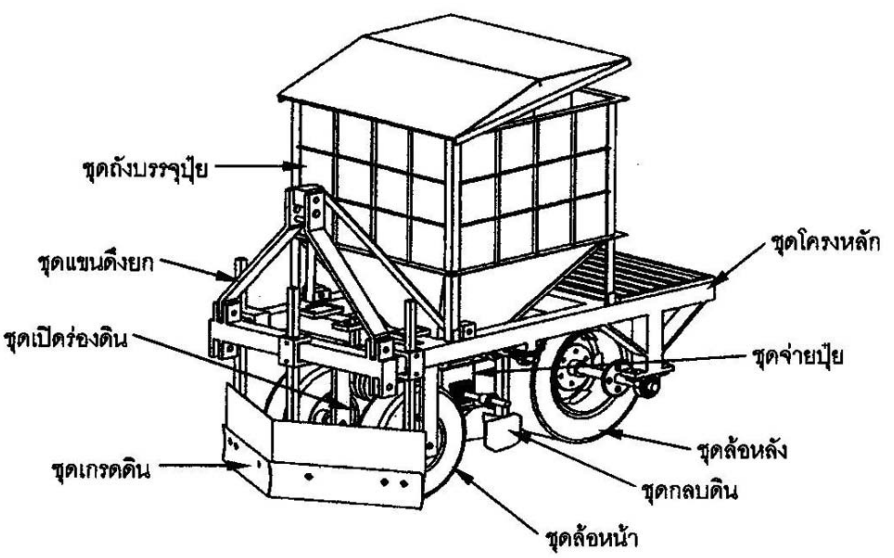
ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจ ของประเทศและชีวิตความเป็นอยู่ของประชากรกว่า 6 ล้านคน หรือร้อยละ 10 ของประชากรทั้งประเทศ ในปี 2544 ผลิตภัณฑ์ยาง และผลิตภัณฑ์จากไม้ยางพารา ทำรายได้จากการส่งออกให้กับประเทศคิดเป็นมูลค่าทั้งสิ้น 135,280 ล้านบาท แยกเป็นมูลค่าการส่งออกยางในรูปวัตถุดิบ 58,703 ล้านบาท ผลิตภัณฑ์ยาง 48,496 ล้านบาท และผลิตภัณฑ์ไม้ยางพารา 28,081 ล้านบาท เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2543 ซึ่งมีมูลค่า 123,642 ล้านบาท มูลค่าการส่งออกในปี 2544 เพิ่มขึ้น ร้อยละ 9.4 แต่เมื่อพิจารณาแยกรายสินค้า มูลค่าการส่งออกยางในรูปวัตถุดิบลดลงร้อยละ 3.3 การส่งออกผลิตภัณฑ์ยาง และผลิตภัณฑ์ ไม้ยางพารา เพิ่มขึ้นร้อยละ 15.4 และร้อยละ 34.5 ตามลำดับ ปริมาณการผลิตยางของไทยในปี 2544 จำนวนทั้งสิ้น 2.319 ล้านตัน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 32 ของการผลิตทั้งหมดของโลก และส่งออกยางปริมาณ 2.042 ล้านตัน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 40 ของการส่งออก ยางทั้งหมดของโลก(กรมวิชาการเกษตร, 2549)

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในส่วนประกอบของยางพารา 1 ตัน จะมีธาตุอาหารไนโตรเจน 20 กิโลกรัม ฟอสฟอรัส 5 กิโลกรัม โพแทสเซียม 25 กิโลกัรม จากปริมาณธาตุอาหารดังกล่าวในปี 2546 มีการประเมินว่าเฉพาะ

ธาตุอาหารหลักไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่ถูกนำออกไปในรูปของเนื้อยาง มีปริมาณ 143,000 ตัน ของเนื้อปุ๋ย หรือเป็นปุ๋ยผสมสูตร 20-11-30(N-P_2O_5-K_2O) ประมาณ 286,000 ตัน แต่จากรายงานของ FAO ปี 2544 ระบุว่าประเทศไทยใช้ปุ๋ยประมาณ 11.2 กิโลกรัม ธาตุอาหาร (N-P-K) ต่อไร่ต่อปี ต่ำกว่าอัตราแนะนำของทางราชการที่แนะนำให้ใช้ในอัตรา 42.4 กิโลกรัมธาตุอาหารต่อไร่ต่อปี คิดเป็นปริมาณปุ๋ยที่ใช้เพียงร้อยละ 26 ของอัตราแนะนำ ดังนั้นหากพิจารณาปุ๋ยที่สูญเสียไปกับเนื้อยางในปี 2546 จำนวน 286,000 ตัน แต่มีการใส่ปุ๋ยร้อยละ 26 จะทำให้ดินขาดสมดุล N ถึง 211,640 ตัน ดังนั้นหากต้องการพัฒนาประเทศไทยให้มีศักยภาพการผลิตและส่งออกยางเป็นอันดับ 1 ของโลกอย่างยั่งยืนแล้ว การให้ปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพสูงสุดมีความจำเป็นอย่างมาก (สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร, 2549)

มงคล และยงยุทธ์ (2547)ได้ประดิษฐ์เครื่องโรยปุ๋ยยางพารา มีลักษณะการทำงานโดยต่อพ่วง 3 จุดติดท้ายรถแทรกเตอร์ และโรยปุ๋ยเป็นแถวเดียว ความเร็วในการขับเคลื่อน 2.98 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อัตราการโรยปุ๋ย 558 กรัมต่อการหมุนของล้อ 1.5 รอบ ความสามารถในการทำงาน 13.1 ไร่ต่อชั่วโมง



รูปที่ 1. เครื่องโรยปุ๋ยยางพารา(มงคล และยงยุทธ์, 2547)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการให้ปุ๋ยยางพาราเป็นสิ่งที่ต้องทำควบคู่ไปกับการพัฒนาศักยภาพการผลิตยางพาราของประเทศ จึงนับว่าในขั้นตอนการให้ปุ๋ยยางพารามีความสำคัญมากขั้นตอนหนึ่งที่สมควรได้รับการศึกษา เพื่อให้การผลิตยางพารามีศักยภาพได้ แต่จากการให้ปุ๋ยโดยคนเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลาและแรงงานมาก หากมีเครื่องมือหรืออุปกรณ์ช่วยให้ปุ๋ยจะเป็นการช่วยให้เกษตรกรลดต้นทุนการผลิตยางพาราได้

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อออกแบบ สร้างและประเมินผลเครื่องโรยปุ๋ยยางพารา โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะดังนี้

2.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องโรยปุ๋ยยางพารา จากปุ๋ยเคมีที่ใช้ให้ยางพารา

2.2 ออกแบบ สร้างเครื่องต้นแบบ ทดสอบและประเมินผลเครื่องโรยปุ๋ยยางพารา

3. ขอบเขตของการวิจัย

ในการศึกษาจะทำการศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของปุ๋ยเคมีที่ใช้ให้ยางพาราที่เกี่ยวข้อง ศึกษาองค์ประกอบสำคัญในการออกแบบเครื่องปุ๋ยเคมีที่ใช้ให้ยางพารา จากนั้นนำผลที่ได้มาออกแบบสร้างเครื่องต้นแบบ ตลอดจนทดสอบและประเมินผลการโรยปุ๋ยยางพาราโดยใช้ปุ๋ยเคมีที่ใช้ให้ยางพาราชนิดผสม ในการทดสอบ ซึ่งเป็นการวิจัยต่อเนื่องจากงานวิจัยครั้งก่อนเรื่อง“การพัฒนาเครื่องโรยปุ๋ยยางพารา”

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

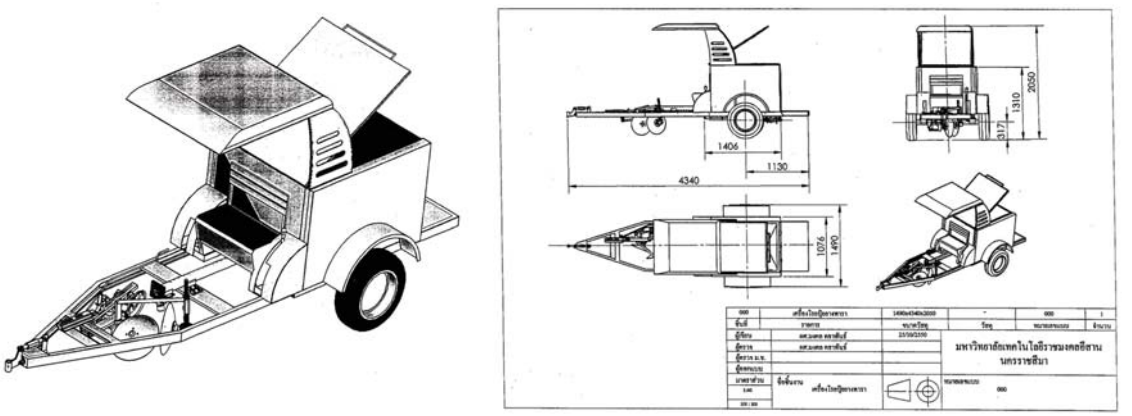
ภายหลังเสร็จสิ้นการศึกษาคาดว่าจะได้ข้อมูลการโรยปุ๋ยยางพาราจากเครื่องโรยปุ๋ยยางพาราต้นแบบซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและปรับปรุงเครื่องให้เหมาะสมต่อการใช้งานในระดับเกษตรกรต่อไป

ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับรถไถเดินตามที่ใช้สำหรับการทดสอบ

1. เครื่องต้นกำลังขนาด 11.5 แรงม้า ยี่ห้อ KUBOTA รุ่น สยามคูโบต้า เครื่องได้ผ่านการใช้งานมาแล้ว 8 ปี
2. รถไถเดินตามยี่ห้อ สิงห์สยาม รุ่น MSM ได้ผ่านการใช้งานมาแล้ว 8 ปี
3. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางล้อไถเดินตาม 84 เซนติเมตร
4. ลักษณะล้อเป็นแบบใช้งานในพื้นที่นาข้าว
5. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมู่เล่ขับที่ติดกับเครื่องยนต์ 10 เซนติเมตร
6. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมู่เล่ตามที่ติดกับรถไถเดินตาม 26 เซนติเมตร

การออกแบบเครื่องโรยปุ๋ยยางพารา

ผู้วิจัยได้ออกแบบส่วนลำเลียงเม็ดปุ๋ย ถังบรรจุปุ๋ย สลักต่อเชื่อมระหว่างตัวรถไถกับเครื่องโรยปุ๋ย ระบบส่งกำลัง โครงล่างรองรับน้ำหนัก และงานเขียนแบบเครื่องกลเพื่อผลิตเครื่องโรยปุ๋ยยางพาราต้นแบบ



รูปที่ 2. แสดงเครื่องโรยปุ๋ยยางพาราต้นแบบ

ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับเครื่องโรยปุ๋ยยางพาราต้นแบบ

1. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางล้อยาง 65 เซนติเมตร
2. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผานเปิดร่องและกลบ 39 เซนติเมตร
3. อัตราการจ่ายปุ๋ยทางทฤษฎีของเครื่อง 0.488 กิโลกรัมต่อระยะทางที่เครื่องโรยปุ๋ยเคลื่อนที่ 3 เมตร

การทดสอบและประเมินผลเครื่องโรยปุ๋ยยางพารา

การทดสอบในขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลการใส่ปุ๋ยของเครื่องโรยปุ๋ยยางพารา ซึ่งการทดสอบในครั้งนี้มีค่าชี้ผลและปัจจัยหลักของการทดสอบ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1 ค่าชี้ผลการทดสอบ เป็นการแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการทำงานของเครื่องโรยปุ๋ยยางพารา โดยการวิเคราะห์ข้อมูลตัวเลขที่ได้จากการทดสอบ สามารถแบ่งออกได้ดังต่อไปนี้ คือ

(1) การวิเคราะห์ความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องโรยปุ๋ยขณะทำงานในพื้นที่จริง ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่างๆ เพื่อจะนำข้อมูลนี้ไปวิเคราะห์หาความสามารถในการทำงานของเครื่องโรยปุ๋ย

(2) การวิเคราะห์ความลึกการเปิดร่องการวัดค่าใช้การวัดจากการทดสอบจริงเป็นสำคัญ เนื่องจากค่าที่ได้จะบอกถึงการเปิดร่องที่เหมาะสมหรือไม่ ซึ่งการเปิดร่องความลึกควรอยู่ในช่วง 50-70 มิลลิเมตร ถ้าความลึกมากกว่าค่าที่กำหนด โอกาสที่การเปิดร่องจะตัดรากต้นยางพาราก็จะสูงตามไปด้วย

(3) การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการโรยปุ๋ย การวัดค่า ใช้การวัดจากการทดสอบกับเครื่องโรยปุ๋ยโดยตรง เนื่องจากค่าที่วัดได้จะบอกถึงอัตราการจ่ายปุ๋ยให้กับต้นยางพาราได้ดีหรือไม่ ซึ่งการจ่ายปุ๋ยที่ดีควรจ่ายได้ตามอัตราที่กำหนดและจ่ายได้อย่างสม่ำเสมอตลอดการทำงานเป็นสำคัญ สมการที่นำมาวิเคราะห์คือ

ประสิทธิภาพของการโรยปุ๋ย (%)

$$= \frac{\text{ปริมาณการโรยปุ๋ยจากการทดสอบ(กก.)} \times 100}{\text{ปริมาณการโรยปุ๋ยทางทฤษฎี(กก.)}}$$

(4) การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการกลบปุ๋ย การวัดค่า ใช้การวัดจากการทดสอบในสภาพพื้นที่จริงเป็นสำคัญ ค่าที่วัดได้จะบอกถึงคุณภาพการให้ปุ๋ยและความสูญเสียของปุ๋ยที่รากของต้นยางพาราไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ ซึ่งอาจเกิดจากการระเหยทิ้ง หรือการถูกน้ำฝนพัดพาไป สมการที่นำมาวิเคราะห์คือ

ประสิทธิภาพของการกลบปุ๋ย (%)

$$= \frac{\text{ระยะทางทดสอบทั้งหมด(เมตร)} - \text{ระยะทางที่ปุ๋ยไม่ถูกกลบ(เมตร)}}{\text{ระยะทางทดสอบทั้งหมด(เมตร)}} \times 100$$

(5) การวิเคราะห์ประสิทธิภาพเครื่องโรยปุ๋ยยางพารา ค่าที่วัดได้จะบอกถึงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่อง สมการที่นำมาวิเคราะห์คือ

ประสิทธิภาพเครื่องโรยปุ๋ยยางพารา (%)

= ประสิทธิภาพการโรยปุ๋ย(%) x ประสิทธิภาพการกลบปุ๋ย(%)

(6) การวิเคราะห์อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงในการทำงาน ค่าที่วัดได้จะบอกถึงอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของต้นกำลังเป็นสำคัญ สมการที่นำมาวิเคราะห์คือ

อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันในการทำงาน(ลิตรต่อไร่)

$$= \frac{\text{น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ทำงาน(ลิตร)}}{\text{พื้นที่ทำงาน(ไร่)}}$$

(7) การวิเคราะห์ความสามารถในการทำงาน ค่าที่วัดได้จะบอกถึงความสามารถโดยรวมของเครื่อง สมการที่นำมาวิเคราะห์คือ

ความสามารถในการทำงาน(ไร่ต่อชั่วโมง)

$$= \frac{\text{พื้นที่ทำงานทั้งหมด(ไร่)}}{\text{เวลาที่ใช้ทำงาน(ชั่วโมง)}}$$

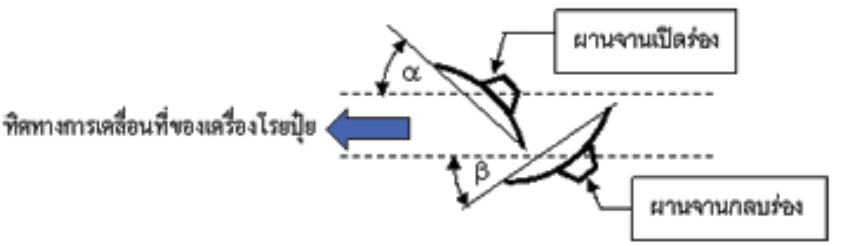
2 ปัจจัยที่ทำการศึกษา ประกอบด้วย

1. ความเร็วในการขับเคลื่อนเครื่องโรยปุ๋ย โดยพิจารณาจากความเร็วรอบเครื่องยนต์(รอบต่อนาที) คือ 700 , 800 , 900 และ 1000

2. มุมผานจานเปิดร่องกระทำกับทิศทางการเคลื่อนที่ (องศา) คือ 20, 30 และ 40 (α) ดังรูปที่ 3

3. มุมผานจานกลบร่องกระทำกับทิศทางการเคลื่อนที่ (องศา) คือ 20, 30 และ 40 (β) ดังรูปที่ 3

รูปที่ 3. แสดงมุมผานจานเปิดร่องและกลบร่อง



รูปที่ 3. แสดงมุมผ่านจานเปิดร่องและกลบร่อง

3 วิธีดำเนินการทดสอบ

3.1 วัสดุและอุปกรณ์ในการทดสอบ

1. วัสดุปุ๋ยเคมีชนิดเม็ด
2. อุปกรณ์ได้แก่ ตาชั่ง, ภาชนะสำหรับชั่งปุ๋ย
3. เครื่องมือวัดรอบ
4. เทปวัดระยะ
5. มาตรวัดระดับน้ำ
6. ตลับเมตร
7. ไม้บรรทัด
8. นาฬิกาจับเวลา
9. อุปกรณ์ตวงปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง
10. น้ำมันดีเซล

3.2 วิธีดำเนินการทดสอบ

(1) การทดสอบหาความเร็วของเครื่องโรยปุ๋ยที่รอบเครื่องยนต์ต่างๆ

1. กำหนดระยะทางที่ใช้ทดสอบ (100 เมตร)
2. ปรับตั้งรอบเครื่องยนต์ที่ 500 รอบต่อนาที
3. กำหนดใช้เกียร์ 1 เป็นเกียร์ขับเคลื่อน เดินหน้าตรง
4. ทำการโรยปุ๋ยโดยให้เครื่องโรยปุ๋ยทำงานในสภาวะใช้งานปกติ
5. จับเวลาเมื่อเครื่องโรยปุ๋ยทำงานถึงระยะทางที่กำหนด
6. บันทึกข้อมูล และทดสอบซ้ำตามข้อ 1-5 ที่รอบเครื่องยนต์ 600, 700, 800, 900 และ 1000 รอบต่อนาที
7. วิเคราะห์หาความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องโรยปุ๋ยที่รอบเครื่องยนต์แต่ละรอบ

(2) การทดสอบหามุมผานจานเปิดร่องเพื่อวิเคราะห์ความลึก ความกว้างและความสม่ำเสมอของการเปิดร่อง การทดสอบจะใช้เครื่องโรยปุ๋ยยางพาราทดสอบในพื้นที่จริง การทดสอบจะใช้ผานจานเปิดร่องที่มุมต่างๆ ที่กำหนด โดยไม่มีการกลบร่องกลับเพื่อให้สามารถสุ่มวัดค่าความลึกและความกว้างของการเปิดร่องได้ โดยมีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1. กำหนดระยะทางที่ใช้ทดสอบ (100 เมตร)
2. ปรับรอบเครื่องยนต์ให้ได้ในระดับที่ต้องการคือ 700 รอบต่อนาที
3. ปรับมุมผานจานเปิดร่องกระทำกับแนวการเคลื่อนที่ โดยเริ่มที่มุม 20 องศา
4. กำหนดใช้เกียร์ 1 เป็นเกียร์ขับเคลื่อน เดินหน้าตรง
5. ทำการโรยปุ๋ยโดยให้เครื่องโรยปุ๋ยทำงานในสภาวะใช้งานปกติ
6. สุ่มวัดค่าความกว้างและความลึกรวมทั้งหมด 6 ตำแหน่ง
7. บันทึกข้อมูล และทดสอบซ้ำตามข้อ 1 ถึง 6 โดยปรับมุมผานจานเปิดร่องไปที่มุม 30 และ 40 องศา
8. ทดสอบซ้ำตามข้อ 1 ถึง 7 ที่รอบเครื่องยนต์ 800, 900 และ 1,000 รอบต่อนาที บันทึกข้อมูล
9. วิเคราะห์หามุมผานจานเปิด

ร่อง ที่เหมาะสมที่สุด เพื่อใช้ในการทดสอบในหัวข้อต่อไป

(3) การทดสอบการโรยปุ๋ย ใช้เครื่องโรยปุ๋ยทดสอบในพื้นที่จริง โดยใช้มุมผานจานเปิดร่องที่เหมาะสมที่สุดที่ได้จากการทดสอบก่อนหน้านี้ ทำการทดสอบที่รอบเครื่องยนต์ต่างๆ และได้กำหนดหัวข้อการทดสอบไว้ 3 หัวข้อคือ ความแม่นยำในการให้ปุ๋ยเชิงน้ำหนัก การกระจายของเม็ดปุ๋ยออกนอกร่อง และความสม่ำเสมอในการโรยปุ๋ย

3.1 ความแม่นยำในการให้ปุ๋ยเชิงน้ำหนัก มีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

1. กำหนดระยะทางที่ใช้ทดสอบ (100 เมตร)

2. บรรจุปุ๋ยลงในถัง 500 กิโลกรัม

3. ปรับรอบเครื่องยนต์ให้ได้ในระดับที่ต้องการคือ 700 รอบต่อนาที

4. กำหนดใช้เกียร์ 1 เป็นเกียร์ขับเคลื่อน เดินหน้าตรง

5. ใช้ภาชนะรองปุ๋ยที่ถูกปล่อยออกมาจากช่องทางโรยปุ๋ย

6. ทำการโรยปุ๋ยโดยให้เครื่องโรยปุ๋ยทำงานในสภาวะใช้งานปกติ

7. จับเวลาเมื่อเครื่องโรยปุ๋ยทำงานถึงระยะทางที่กำหนด และนำปุ๋ยในภาชนะไปชั่งพร้อมทั้งบันทึก ข้อมูลที่ได้

8. ทำการทดลองซ้ำจากข้อ 1 ถึง 7 โดยปรับเปลี่ยนความเร็วรอบของเครื่องยนต์เป็น 800, 900 และ 1,000 รอบต่อนาที พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลที่ได้

3.2 การกระจายของเม็ดปุ๋ยออกนอกร่อง มีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

1. กำหนดระยะทางที่ใช้ทดสอบ(100 เมตร)

2. บรรจุปุ๋ยลงในถัง 500 กิโลกรัม

3. ปรับรอบเครื่องยนต์ให้ได้ในระดับที่ต้องการคือ 700 รอบต่อนาที

4. กำหนดใช้เกียร์ 1 เป็นเกียร์ขับเคลื่อน เดินหน้าตรง

5. ทำการโรยปุ๋ยโดยให้เครื่องโรยปุ๋ยทำงานในสภาวะใช้งานปกติ

6. สุ่มเก็บเม็ดปุ๋ยที่ไม่อยู่ในร่องในระยะทาง 10 เมตร นำไปชั่งและเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของจำนวนปุ๋ยที่โรย โดยสุ่มเก็บจำนวน 3 จุดต่อการทดลองหนึ่งความเร็วรอบ

7. ทำการทดลองซ้ำจากข้อ 1 ถึง 6 โดยปรับเปลี่ยนความเร็วรอบของเครื่องยนต์เป็น 800, 900 และ 1,000 รอบต่อนาที พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลที่ได้

3.3 ความสม่ำเสมอในการโรยปุ๋ย มีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

1. กำหนดระยะทางที่ใช้ทดสอบ(100 เมตร)

2. บรรจุปุ๋ยลงในถัง 500 กิโลกรัม

3. ปรับรอบเครื่องยนต์ให้ได้ในระดับที่ต้องการคือ 700 รอบต่อนาที

4. กำหนดใช้เกียร์ 1 เป็นเกียร์ขับเคลื่อน เดินหน้าตรง

5. ใช้ภาชนะรองปุ๋ยที่ถูกปล่อยออกมาจากช่องทางโรยปุ๋ย

6. เลือกพื้นที่สำหรับการทดสอบ แยกออกเป็น 2 รูปแบบคือ

- พื้นที่เรียบ
- พื้นที่ไม่เรียบและมีเศษกิ่งไม้ขวาง

7. ทำการโรยปุ๋ยโดยให้เครื่องโรยปุ๋ยทำงานในสภาวะใช้งานปกติ ทั้งสองพื้นที่

8. จับเวลาเมื่อเครื่องโรยปุ๋ยทำงานถึงระยะทางที่กำหนด และนำปุ๋ยในภาชนะไปชั่งพร้อมทั้งบันทึก ข้อมูลที่ได้

9. ทำการทดลองซ้ำจากข้อ 1 ถึง 8 โดยปรับเปลี่ยนความเร็วรอบของเครื่องยนต์เป็น 800, 900 และ 1,000 รอบต่อนาที พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลที่ได้

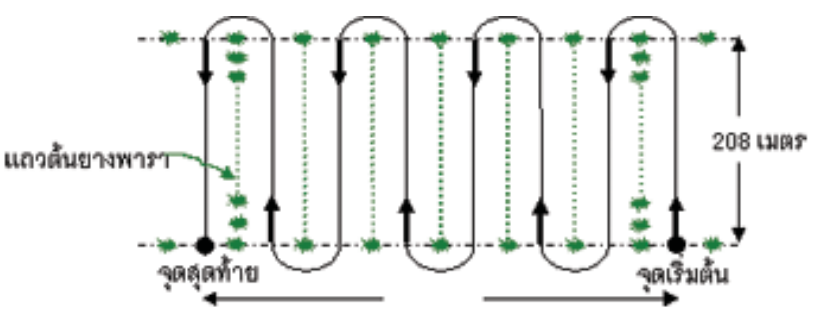
(4) การทดสอบการกลบปุ๋ย ได้พิจารณาการกลบออกเป็น 3 ระดับหรือ 3 ลักษณะดังรูปที่ 2 มีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

รูปที่ 4. ลักษณะการกลบทั้ง 3 ระดับ

1. กำหนดระยะทางที่ใช้ทดสอบ (100 เมตร)
2. ปรับรอบเครื่องยนต์ให้ได้ในระดับที่ต้องการคือ 700 รอบต่อนาที
3. ปรับมุมผานจานกลบร่องกระทำกับแนวการเคลื่อนที่ 20 องศา
4. กำหนดใช้เกียร์ 1 เป็นเกียร์ขับเคลื่อน เดินหน้าตรง
5. ทำการโรยปุ๋ยโดยให้เครื่องโรยปุ๋ยทำงานในสภาวะใช้งานปกติ
6. บันทึกค่าการทดสอบและทำการทดสอบใหม่อีก 2 ซ้ำ
7. ทดสอบซ้ำตามข้อ 1 ถึง 6 โดยปรับมุมผานจานกลบร่องไปที่มุม 30 และ 40 องศา
8. ทำการทดลองซ้ำจากข้อ 1 ถึง 6 โดยปรับเปลี่ยนความเร็วรอบเครื่องยนต์เป็น 800, 900 และ 1,000 รอบต่อนาที พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลที่ได้

(5) การทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง โดยใช้มุมผานจานเปิดร่อง และกลบร่องที่เหมาะสมจากการทดสอบก่อนหน้านี้ มีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

1. กำหนดพื้นที่สำหรับการทดสอบ(4.68 ไร่) โดยเริ่มต้นที่หัวแปลงกึ่งกลางแถวต้นยางพารา และโรยขนานไปกับแถวต้นยางพาราจนสุดแถว(208 เมตร) แล้ววนกลับตามรูปที่ 5



รูปที่ 5. ผังการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

2. ปรับรอบเครื่องยนต์ให้ได้ในระดับที่ต้องการคือ 700 รอบต่อนาที
3. กำหนดใช้เกียร์ 1 เป็นเกียร์ขับเคลื่อน เดินหน้าตรง
4. ปรับระดับน้ำมันเชื้อเพลิงในถังให้ได้ตำแหน่งที่วางไว้ โดยให้ถังอยู่ในระดับ
5. ทำการโรยปุ๋ยโดยให้เครื่องโรยปุ๋ยทำงานในสภาวะใช้งานปกติจากจุดเริ่มต้น
6. จับเวลาเมื่อเครื่องโรยปุ๋ยทำงานถึงระยะทางที่กำหนด บันทึกเวลาที่ได้
7. ปรับถังน้ำมันให้ได้ระดับ จากนั้นตวงน้ำมันเชื้อเพลิงเทลงถังให้ได้ระดับที่วางไว้ บันทึกปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้

8. ทดสอบซ้ำตามข้อ 1 ถึง 7 จนครบ 3 ครั้ง บันทึกเป็นการทดสอบครั้งที่ 1, 2 และ 3

9. ทำการทดสอบซ้ำจากข้อ 1 ถึง 8 โดยเปลี่ยนรอบเครื่องยนต์เป็น 800, 900 และ 1,000 รอบต่อนาที

(6) การทดสอบความสามารถในการทำงาน ทดสอบโดยจะให้เครื่องโรยปุ๋ยยางพาราปฏิบัติงานตามพื้นที่กำหนดแล้วจับเวลาปฏิบัติงานซึ่งได้ทำการทดสอบแล้วจากการทดสอบลำดับที่ (5) ที่ผ่านมา

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. การทดสอบหาความเร็วของเครื่องโรยปุ๋ยที่รอบเครื่องยนต์ต่างๆ

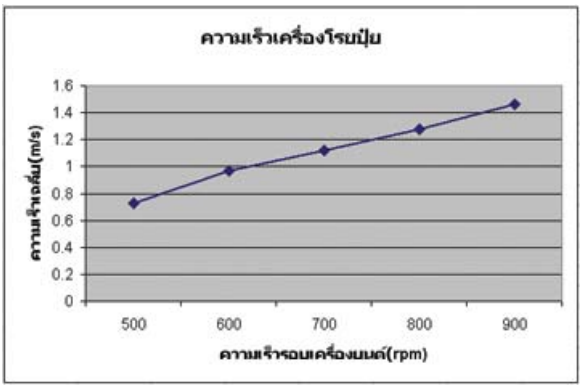
ในการทดสอบครั้งนี้ผู้ทดสอบได้กำหนดรอบเครื่องยนต์แทนการกำหนดความเร็วของเครื่องโรยปุ๋ย ดังนั้นในหัวข้อการทดสอบนี้จึงเป็นการทดสอบหาข้อมูลเบื้องต้นของความเร็วในการขับเคลื่อนเครื่องโรยปุ๋ยที่รอบเครื่องยนต์ 500, 600, 700, 800 และ 900 รอบต่อนาที

ตารางที่ 1. ข้อมูลการทดสอบความเร็วในการขับเคลื่อนเครื่องโรยปุ๋ยที่รอบเครื่องยนต์ต่างๆ

รอบเครื่องยนต์ (รอบต่อนาที)	เวลาที่ใช้ในการขับเคลื่อนระยะทาง 100 เมตร				ความเร็วเฉลี่ย (เมตรต่อวินาที)
	ทดสอบครั้งที่ 1 (วินาที)	ทดสอบครั้งที่ 2 (วินาที)	ทดสอบครั้งที่ 3 (วินาที)	ทดสอบครั้งที่ 4 (วินาที)	
500	135	137	137	136	0.73
600	104	103	104	101	0.97
700	90	89	90	89	1.12
800	79	79	77	78	1.28
900	69	70	67	69	1.46
1000	-	-	-	-	-

หมายเหตุ : ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1000 รอบต่อนาที ไม่สามารถทำการทดสอบได้ เนื่องจากความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องโรยปุ๋ยสูงมาก จึงทำให้การควบคุมเป็นไปได้ยาก และอาจเกิดอันตรายได้

จากข้อมูลในตารางที่ 1 สามารถนำมาเขียนกราฟแสดงความเร็วของเครื่องโรยปุ๋ยที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่างๆ ดังรูปที่ 6 จากภาพนี้พบว่าความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องโรยปุ๋ยที่รอบเครื่องสูงจะมีความลาดเอียงน้อยลงหรือประสิทธิ์ภาพการขับเคลื่อนลดลง ซึ่งมีสาเหตุมาจากการลื่นไถลของล้อขับ เนื่องจากพื้นเป็นดินร่วนปนทรายจึงรับแรงโดนจากล้อได้น้อยเมื่อรอบสูงขึ้น



รูปที่ 6. เส้นกราฟแสดงความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องโรยปุ๋ยที่รอบเครื่องต่างๆ

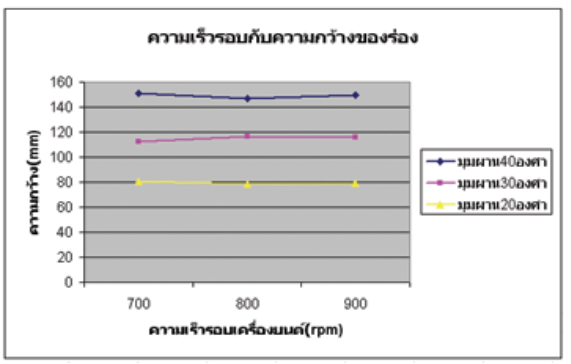
2. การทดสอบหามุมผานจานเปิดร่อง

ในการทดสอบได้ใช้ข้อมูลเดิมจากครั้งก่อนที่รอบเครื่องยนต์ 500, 600 และ 700 รอบต่อนาที มาวิเคราะห์ร่วมกับการทดสอบเพิ่มเติมที่รอบเครื่องยนต์ 700, 800 และ 900 รอบต่อนาที แต่เนื่องจากมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนชุดต้นกำลัง อาจทำให้ข้อมูลแตกต่างจากเดิมบ้าง

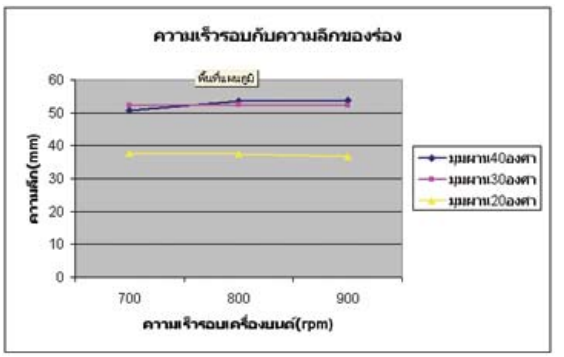
ตารางที่ 2. ข้อมูลการทดสอบมุมผานจานเปิดร่องที่รอบเครื่องยนต์ต่างๆ

รอบเครื่องยนต์ (รอบต่อนาที)	มุมผาน (องศา)	ความลึก/กว้าง	จำนวนครั้งที่ทำการวัดค่าทุก 20 เมตร (มิลลิเมตร)						ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	
700	40	ลึก	35	55	47	48	55	55	50.80
		กว้าง	135	150	150	160	170	140	150.80
	30	ลึก	55	47	52	50	60	50	52.30
		กว้าง	120	125	110	111	125	85	112.70
	20	ลึก	35	50	30	25	49	38	37.80
		กว้าง	80	85	70	70	90	90	80.80
800	40	ลึก	48	55	53	46	57	62	53.50
		กว้าง	145	140	138	146	158	153	146.70
	30	ลึก	51	49	56	48	56	55	52.50
		กว้าง	113	118	123	114	118	112	116.30
	20	ลึก	38	43	32	28	45	39	37.50
		กว้าง	73	83	70	73	88	83	78.30
900	40	ลึก	49	53	51	48	61	61	53.83
		กว้าง	147	143	141	149	164	154	149.70
	30	ลึก	55	47	53	49	56	53	52.17
		กว้าง	118	121	118	115	118	106	116.00
	20	ลึก	38	40	32	28	45	37	36.70
		กว้าง	78	81	77	74	86	81	79.50

จากข้อมูลในตารางที่ 2 สามารถนำมาเขียนกราฟแสดงความกว้าง และความลึกของการเปิดร่องของเครื่องโรยปุ๋ยที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่างๆ ดังในรูปที่ 7 และ 8 จากภาพทั้งสองพบว่าที่มุมผานจาน 30 องศา จะให้ความกว้างและความลึกในการเปิดร่องที่สม่ำเสมอ และได้ความลึกตามต้องการ



รูปที่ 7. เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างมุมผานจาน และรอบเครื่อง



รูปที่ 8. เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึก มุมผานจาน และรอบเครื่อง

3. การทดสอบการโรยปุ๋ย

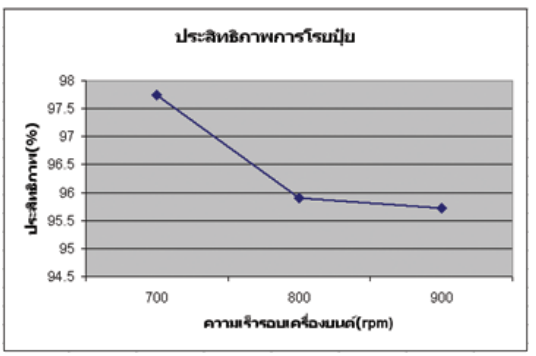
ทำการทดสอบที่มุมผานจานเปิดร่องที่ 30 องศา และใช้ความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 700, 800 และ 900 รอบต่อนาที โดยแยกการทดสอบออกแบบ 3 เป้าหมายคือ

3.1 ความแม่นยำในการให้ปุ๋ยเชิงน้ำหนักในการทดสอบได้กำหนดระยะทางการโรยปุ๋ย 100 เมตร ซึ่งในทางทฤษฎีแล้วเครื่องจะต้องจ่ายปุ๋ยในปริมาณ 16.2667 กิโลกรัม

ตารางที่ 3. ข้อมูลการทดสอบการโรยปุ๋ย

รอบเครื่องยนต์ (รอบต่อนาที)	ปริมาณการให้ปุ๋ยและเวลาในการทำงานในระยะทาง 100 เมตร								ประสิทธิภาพ (%)
	การทดสอบครั้งที่ 1		การทดสอบครั้งที่ 2		การทดสอบครั้งที่ 3		เฉลี่ย		
	ปริมาณปุ๋ย (กิโลกรัม)	เวลา (นาที)	ปริมาณปุ๋ย (กิโลกรัม)	เวลา (นาที)	ปริมาณปุ๋ย (กิโลกรัม)	เวลา (นาที)	ปริมาณปุ๋ย (กิโลกรัม)	เวลา (นาที)	
700	16.0	1.28	15.8	1.27	15.9	1.28	15.9	1.277	97.75
800	15.6	1.15	15.6	1.16	15.6	1.18	15.6	1.163	95.90
900	15.6	1.08	15.5	1.08	15.6	1.09	15.57	1.083	95.72

จากข้อมูลในตารางที่ 3 สามารถนำมาเขียนกราฟแสดงประสิทธิภาพการโรยปุ๋ยที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่างๆ ดังรูปที่ 9 จากภาพนี้จะเห็นว่าประสิทธิภาพการโรยปุ๋ยที่รอบเครื่องทั้งสาม จะให้ค่าใกล้เคียงกันเกินกว่า 95 % ขึ้นไป และที่รอบเครื่องสูงจะได้งานมากกว่าในเวลาทำงานที่เท่ากัน ดังนั้นรอบเครื่องที่เหมาะสมในการให้ปุ๋ยคือ 900 รอบต่อนาที



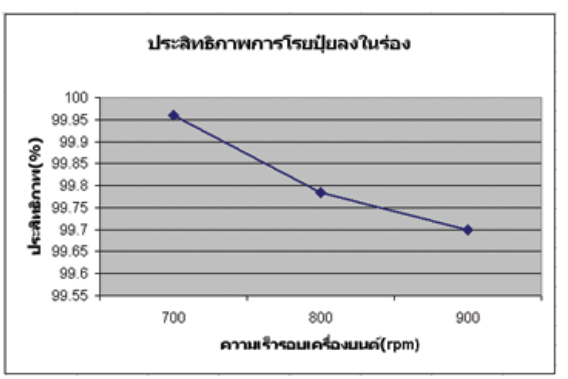
รูปที่ 9. เส้นกราฟแสดงประสิทธิภาพการโรยปุ๋ยที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่างๆ

3.2 การกระจายของเม็ดปุ๋ยออกนอกร่อง พิจารณาจากปริมาณเม็ดปุ๋ยทั้งหมดที่กระเด็นออกนอกร่องแล้วชั่งเป็นปริมาณน้ำหนัก แล้วนำไปเทียบเป็นประสิทธิภาพของเครื่องในการโรยปุ๋ยลงในร่อง

ตารางที่ 4. ข้อมูลการทดสอบหาการกระจายของเม็ดปุ๋ยออกนอกร่อง ขณะโรยปุ๋ย

รอบเครื่องยนต์ (รอบต่อนาที)	เปอร์เซ็นต์การกระจายของเม็ดปุ๋ยออกนอกร่องในระยะทาง 100 เมตร(%)				ประสิทธิภาพการโรยปุ๋ยลงในร่อง (%)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	เฉลี่ย	
700	0.000	0.000	0.120	0.040	99.960
800	0.200	0.192	0.252	0.216	99.784
900	0.256	0.258	0.385	0.300	99.700

จากข้อมูลในตารางที่ 4สามารถนำมาเขียนกราฟแสดงประสิทธิภาพการโรยปุ๋ยลงในร่องที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่างๆ ดังรูปที่ 10 จากภาพนี้จะเห็นว่าประสิทธิภาพการโรยปุ๋ยลงในร่องที่รอบเครื่องทั้งสามจะให้ค่าใกล้เคียงกันเกินกว่า 99.7% ขึ้นไป และที่รอบเครื่องสูงจะได้งานมากกว่าในเวลาทำงานที่เท่ากัน ดังนั้นรอบเครื่องที่เหมาะสมในการให้ปุ๋ยคือ 900 รอบต่อนาที



รูปที่ 10. เส้นกราฟแสดงประสิทธิภาพการโรยปุ๋ยลงในร่องที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่างๆ

3.3 ความสม่ำเสมอในการโรยปุ๋ย ได้ทำการทดสอบการโรยปุ๋ยเป็นระยะทาง 100 เมตร ตามเงื่อนไขดังนี้คือ

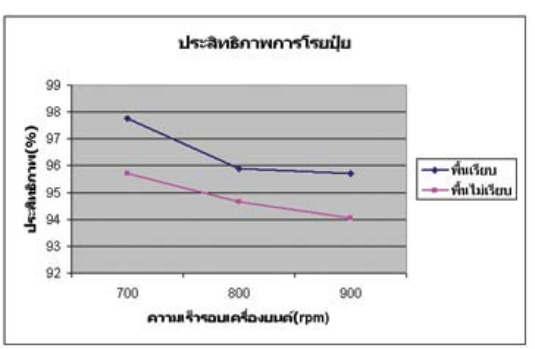
ก. พื้นเรียบ

ข. พื้นไม่เรียบมีเศษกิ่งไม้ขวาง

ตารางที่ 5. ข้อมูลการทดสอบหาความสม่ำเสมอในการโรยปุ๋ยบนสภาพพื้นที่เรียบและไม่เรียบ

สภาพพื้นที่	รอบเครื่องยนต์ (รอบต่อนาที)	ปริมาณปุ๋ยที่ให้และเวลาที่ใช้ในระยะทาง 100 เมตร(กิโลกรัม, นาที)								ประสิทธิภาพ (%)
		การทดสอบครั้งที่ 1		การทดสอบครั้งที่ 2		การทดสอบครั้งที่ 3		เฉลี่ย		
		ปริมาณปุ๋ย	เวลา	ปริมาณปุ๋ย	เวลา	ปริมาณปุ๋ย	เวลา	ปริมาณปุ๋ย	เวลา	
พื้นเรียบ	700	16.0	1.28	15.8	1.27	15.9	1.28	15.90	1.277	97.75
	800	15.6	1.15	15.6	1.16	15.6	1.18	15.6	1.163	95.90
	900	15.6	1.08	15.5	1.08	15.6	1.09	15.57	1.083	95.72
พื้นไม่เรียบมีเศษกิ่งไม้ขวาง	700	15.5	1.34	15.4	1.34	15.8	1.32	15.567	1.333	95.70
	800	15.4	1.24	15.3	1.22	15.5	1.21	15.4	1.223	94.67
	900	15.2	1.17	15.4	1.15	15.3	1.15	15.3	1.157	94.06

จากข้อมูลในตารางที่ 5 สามารถนำมาเขียนกราฟแสดงประสิทธิภาพการโรยปุ๋ยในสภาพพื้นที่แตกต่างกันที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่างๆ ดังรูปที่ 11 จากภาพนี้จะเห็นว่าประสิทธิภาพการโรยปุ๋ยที่รอบเครื่องทั้งสามบนพื้นที่เรียบและไม่เรียบจะให้ค่าเกินกว่า 94.06% ขึ้นไป แสดงให้เห็นว่าเครื่องโรยปุ๋ยนี้สามารถใช้งานได้ในแปลงยางทั่วไป และที่รอบเครื่องสูงจะได้งานมากกว่าในเวลาทำงานที่เท่ากัน ดังนั้นรอบเครื่องที่เหมาะสมในการให้ปุ๋ยคือ 900 รอบต่อนาที



รูปที่ 11. เส้นกราฟแสดงประสิทธิภาพการโรยปุ๋ยในสภาพพื้นที่เรียบและไม่เรียบ ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่างๆ

4. การทดสอบประสิทธิภาพการกลบปุ๋ย

สำหรับการทดสอบใช้มุมผานเปิดร่อง 30 องศา ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 700, 800 และ 900 รอบต่อนาที ทดสอบที่มุมผานกลบ 20, 30 และ 40 องศากับแนวการเคลื่อนที่ของเครื่องโรยปุ๋ย

4.1 การทดสอบการกลบปุ๋ยในระยะทาง 100 เมตร วัดระยะทางที่ปุ๋ยไม่ถูกกลบ แล้วนำมาคิดประสิทธิภาพ โดยคำนวณจากสมการ

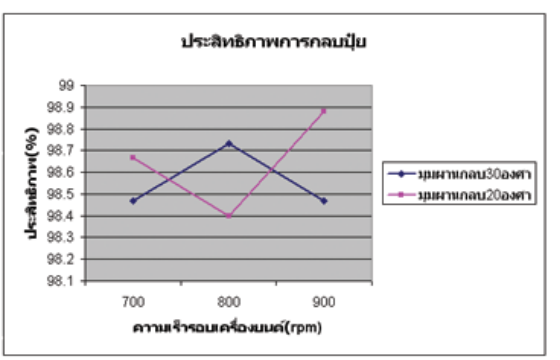
$$\text{ประสิทธิภาพ}(\%) = \frac{\text{ระยะทางทั้งหมดที่ปุ๋ยถูกกลบ} \times 100}{100}$$

ตารางที่ 6. ข้อมูลการทดสอบหาประสิทธิภาพการกลบปุ๋ยที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่างๆ

รอบเครื่องยนต์ (รอบต่อนาที)	มุมผานกลบ (องศา)	ระยะทางที่ปุ๋ยไม่ถูกกลบ(เมตร)				ประสิทธิภาพการกลบปุ๋ย(%)
		ทดสอบครั้งที่ 1	ทดสอบครั้งที่ 2	ทดสอบครั้งที่ 3	เฉลี่ย	
700	20	1.8	2.2	0.0	1.333	98.667
	30	2.2	0.8	1.6	1.533	98.467
	40	-	-	-	-	-
800	20	0.0	1.6	3.2	1.600	98.400
	30	0.8	1.4	1.6	1.267	98.733
	40	-	-	-	-	-
900	20	0.0	2.4	0.96	1.120	98.880
	30	2.8	1.0	0.8	1.533	98.467
	40	-	-	-	-	-

หมายเหตุ ที่มุมผานจาน 40 องศา ไม่สามารถทดสอบจนแล้วเสร็จในระยะทาง 100 เมตรได้ เพราะในสภาพพื้นที่ที่มีกิ่งไม้ และเศษใบไม้ทับถมผานกลบจะไม่หมุนเนื่องจากเกิดการอัดแน่นของกิ่งไม้และเศษใบไม้

จากข้อมูลในตารางที่ 6 สามารถนำมาเขียนกราฟแสดงประสิทธิภาพการกลบปุ๋ยที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่างๆ ดังรูปที่ 12 จากภาพนี้จะเห็นว่าประสิทธิภาพการกลบปุ๋ยที่รอบเครื่องทั้งสามจะให้ค่าเกินกว่า 98.4% ขึ้นไป และที่มุมผานกลบ 20 องศา จะให้ประสิทธิภาพการกลบปุ๋ยดีที่สุดและที่รอบเครื่องสูงจะได้งานมากกว่าในเวลาทำงานที่เท่ากัน ดังนั้นรอบเครื่องที่เหมาะสมในการให้ปุ๋ยคือ 900 รอบต่อนาที



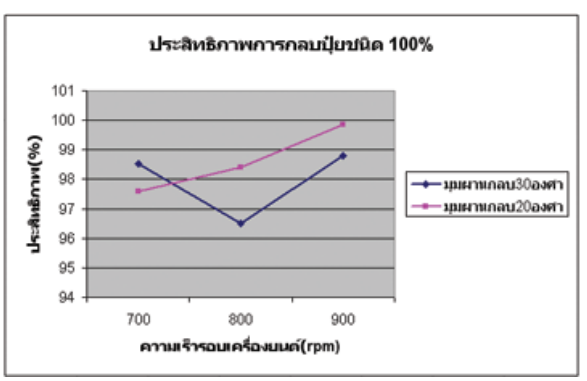
รูปที่ 12. เส้นกราฟแสดงประสิทธิภาพการกลบปุ๋ยที่มุมผานกลบต่างๆ ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ทั้งสาม

4.2 การทดสอบการกลบปุ๋ย โดยพิจารณากลบเต็มร่องคิดเป็น 100 %, กลบครึ่งร่องคิดเป็น 50 %, ไม่กลบ 0% ตามรูปที่ 2 ในระยะทาง 100 เมตร

ตารางที่ 7. ข้อมูลการทดสอบหาประสิทธิภาพการกลบปุ๋ยที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่างๆ โดยคิดเป็น100%, 50% และ 0%

รอบเครื่องยนต์ (รอบต่อนาที)	มุมผานกลบ (องศา)	ระยะทางที่วัดได้(เมตร)												ประสิทธิภาพการกลบปุ๋ยชนิด 100%
		ทดสอบครั้งที่ 1			ทดสอบครั้งที่ 2			ทดสอบครั้งที่ 3			เฉลี่ย			
		100%	50%	0%	100%	50%	0%	100%	50%	0%	100%	50%	0%	
700	20	98.2	1.8	0	97.8	2.2	0	96.8	3.2	0	97.6	2.4	0	97.60
	30	97.8	1.83	0.37	99.34	0.66	0	98.42	1.58	0	98.52	1.357	0.123	98.52
	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	20	100	0	0	98.4	1.6	0	96.8	3.2	0	98.4	1.6	0	98.40
	30	96.12	3.88	0	95.2	4.8	0	98.2	1.8	0	96.5	3.5	0	96.50
	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
900	20	100	0	0	99.6	0.4	0	100	0	0	99.86	0.14	0	99.86
	30	97.2	2.8	0	100	0	0	99.2	0.8	0	98.8	1.2	0	98.80
	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

จากข้อมูลในตารางที่ 7 สามารถนำมาเขียนกราฟแสดงประสิทธิภาพการกลบปุ๋ย 100% ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่างๆ ดังรูปที่ 13 จากภาพนี้จะเห็นว่าประสิทธิภาพการกลบปุ๋ยที่รอบเครื่องทั้งสามจะให้ค่าเกินกว่า 96.5 % ขึ้นไป และที่มุมผานกลบ 20 องศา จะให้ประสิทธิภาพการกลบปุ๋ยดีที่สุด และที่รอบเครื่องสูงจะได้งานมากกว่าในเวลาทำงานที่เท่ากัน ดังนั้นรอบเครื่องที่เหมาะสมในการให้ปุ๋ยคือ 900 รอบต่อนาที



รูปที่ 13. เส้นกราฟแสดงประสิทธิภาพการกลบปุ๋ย 100% ที่มุมผานกลบต่างๆ ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ทั้งสาม

5. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพรวมของเครื่องโรยปุ๋ยยางพารา(ประสิทธิภาพเครื่องโรยปุ๋ยยางพารา)

สามารถคำนวณได้จากสมการ

ประสิทธิภาพเครื่องโรยปุ๋ยยางพารา = ประสิทธิภาพการโรยปุ๋ย x ประสิทธิภาพการกลบปุ๋ย

= 0.957 x 0.9888

= 0.9463 หรือ 94.63 %

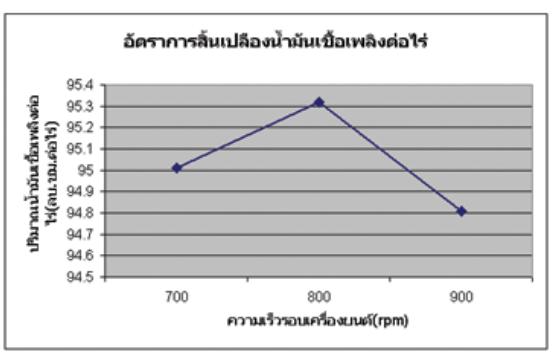
6. การทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

การทดสอบใช้มุมผานเปิดร่อง 30 องศา และมุมผานกลบร่อง 20 องศา ที่ความเร็วรอบเครื่อง 700, 800 และ 900 รอบต่อนาที โดยมีพื้นที่การทดสอบ 4.68 ไร่ ตามรูปที่ 5

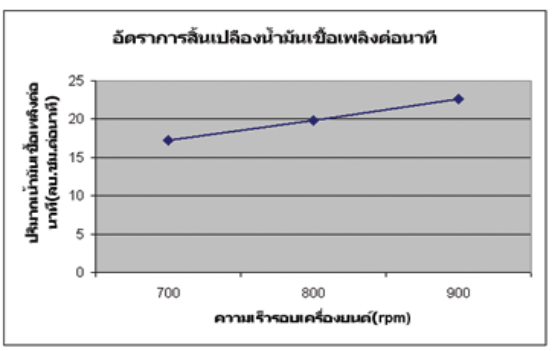
ตารางที่ 8. ข้อมูลการทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และเวลาในการทดสอบ ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่างๆ

รอบเครื่องยนต์ (รอบต่อนาที)	ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงและเวลาที่ใช้ในการทดสอบ(ลบ.เซนติเมตร, นาที)								ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงต่อไร่ (ลบ.ซม.ต่อไร่)
	ทดสอบครั้งที่ 1		ทดสอบครั้งที่ 2		ทดสอบครั้งที่ 3		เฉลี่ย		
	น้ำมันเชื้อเพลิง	เวลา	น้ำมันเชื้อเพลิง	เวลา	น้ำมันเชื้อเพลิง	เวลา	น้ำมันเชื้อเพลิง	เวลา	
700	451.62	25.800	440.91	26.180	441.43	25.540	444.65	25.870	95.01
800	449.48	22.523	439.31	22.383	449.51	22.463	446.1	22.456	95.32
900	453.80	19.708	433.66	19.468	443.73	19.608	443.73	19.595	94.81

จากข้อมูลในตารางที่ 8 สามารถนำมาเขียนกราฟแสดงอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงต่อไร่ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่างๆ ดังรูปที่ 14 จากภาพนี้จะเห็นว่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงต่อไร่ที่รอบเครื่อง 900 รอบต่อนาที จะให้ค่าการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงต่อไร่ที่น้อยที่สุดคือ 10.55 ไร่ต่อลิตร ดังนั้นรอบเครื่องที่เหมาะสมในการให้ปุ๋ย 900 รอบต่อนาที



รูปที่ 14. เส้นกราฟแสดงอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงต่อไร่ ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ทั้งสาม



รูปที่ 15. เส้นกราฟแสดงอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงต่อนาที ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ทั้งสาม

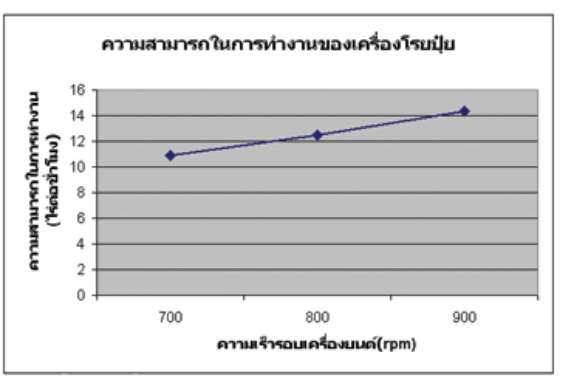
7. การทดสอบความสามารถในการทำงาน

การทดสอบได้ใช้ข้อมูลเดียวกับการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง โดยวิเคราะห์ความสามารถในการทำงานเป็นไร่ต่อชั่วโมง โดยมีพื้นที่การทดสอบ 4.68 ไร่ ตามรูปที่ 5

ตารางที่ 9. ข้อมูลการทดสอบหาความสามารถในการทำงาน และเวลาในการทดสอบ ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่างๆ

รอบเครื่องยนต์ (รอบต่อนาที)	ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงและเวลาที่ใช้ในการทดสอบ(ลบ.เซนติเมตร, นาที)								ความสามารถในการทำงาน (ไร่ต่อชั่วโมง)
	ทดสอบครั้งที่ 1		ทดสอบครั้งที่ 2		ทดสอบครั้งที่ 3		เฉลี่ย		
	น้ำมันเชื้อเพลิง	เวลา	น้ำมันเชื้อเพลิง	เวลา	น้ำมันเชื้อเพลิง	เวลา	น้ำมันเชื้อเพลิง	เวลา	
700	451.62	25.800	440.91	26.180	441.43	25.540	444.65	25.840	10.87
800	449.48	22.523	439.31	22.383	449.51	22.463	446.1	22.456	12.51
900	453.80	19.708	433.66	19.468	443.73	19.608	443.73	19.595	14.33

จากข้อมูลในตารางที่ 9 สามารถนำมาเขียนกราฟแสดงความสามารถในการทำงานของเครื่องโรยปุ๋ยที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่างๆ ดังรูปที่ 16 จากภาพนี้จะเห็นว่าความสามารถในการทำงานของเครื่องโรยปุ๋ยที่รอบเครื่อง 900 รอบต่อนาที จะให้ค่าสูงถึง 14.33 ไร่ต่อชั่วโมง ดังนั้นรอบเครื่องที่เหมาะสมในการให้ปุ๋ยคือ 900 รอบต่อนาที



รูปที่ 16. เส้นกราฟแสดงความสามารถในการทำงานของเครื่องโรยปุ๋ย ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ทั้งสาม

สรุป

จากการทดสอบการทำงานของเครื่องโรยปุ๋ยยางพาราที่ได้พัฒนา และออกแบบเพิ่มเติม เพื่อสร้างอุปกรณ์การทำงานที่สำคัญได้แก่ ผานจานเปิดร่อง ผานจานกลบร่อง ถังบรรจุปุ๋ย สกรูลำเลียงเม็ดปุ๋ย และชุดปรับตั้งความลึกในการเปิดร่อง ในสภาพพื้นที่จริงพบว่าเครื่องทำงานได้ดีที่เกียร์ 1 ความเร็วรอบเครื่อง 900 รอบต่อนาที มุมผานจานเปิดร่องและกลบร่องที่ดีที่สุดคือทำมุมกับแนวการเคลื่อนที่ของเครื่องโรยปุ๋ย 30 และ 20 องศา ตามลำดับ ผลจากทดสอบจะได้ความลึกของการโรยปุ๋ยเฉลี่ย 52.17 มิลลิเมตร ประสิทธิภาพของการโรยปุ๋ยเฉลี่ย 95.70 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพของการกลบปุ๋ยเฉลี่ย 98.88 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพของเครื่องโรยปุ๋ยโดยรวม 94.63 เปอร์เซ็นต์ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 10.55 ไร่ต่อลิตร และความสามารถในการทำงาน 14.33 ไร่ต่อชั่วโมง

เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการทำงาน อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และความสามารถในการทำงานของเครื่องโรยปุ๋ยยางพาราที่ได้พัฒนาขึ้นมานี้ เปรียบเทียบกับวิธีการให้ปุ๋ยของเกษตรกรสวนยางในปัจจุบันแล้ว ชี้ให้เห็นว่าเครื่องโรยปุ๋ยยางพาราสามารถที่จะใส่ปุ๋ยให้ได้ตามความต้องการ ลดเวลาในการใส่ปุ๋ยและค่าแรงงาน สามารถที่จะพัฒนาให้เป็นประโยชน์ เชิงพานิชย์ได้

ข้อเสนอแนะ

ควรทดลองเปลี่ยนขนาดมู่เล่ขับที่ยึดติดกับเครื่องยนต์ให้มีขนาดเล็กลง และมู่เล่ตามที่ยึดติดกับไถเดินตามให้มีขนาดใหญ่ขึ้น จะทำให้สามารถเพิ่มรอบเครื่องยนต์สูงขึ้นขณะทำการทดสอบ โดยความเร็วในการขับเคลื่อนเท่าเดิม การทำงานของเครื่องยนต์จะมีประสิทธิภาพและให้กำลังสูงขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2549. ข้อมูลการเกษตร: ข้อมูลพืชชนิดต่างๆ [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.doa.go.th/pl_data/ RUBBER/1stat/st01.html

มงคล คธาพันธ์ และยงยุทธ์ เสียงดัง. 2547. เครื่องโรยปุ๋ยยางพารา. นครราชสีมา : แผนกวิชาช่างกลเกษตรและสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. 2549. กรุงเทพฯ : คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.geocities.com/apsrdo/data.htm