รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดแบบอัตโนมัติ สำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็กในสวนมะม่วง

Research and Development of a Variable Rate Fertilizer Applicator for Mango Attached with a Small Four-Wheel Tractor

กรมวิชาการเกษตร

ธนพงค์ แสนจุ้ม

Tanapong Sanchum

ปี พ.ศ. 2564

รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดแบบอัตโนมัติ สำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็กในสวนมะม่วง

Research and Development of a Variable Rate Fertilizer Applicator for Mango Attached with a Small Four-Wheel Tractor

กรมวิชาการเกษตร

ธนพงค์ แสนจุ้ม

Tanapong Sanchum

ปี พ.ศ. 2564

คำปรารภ

โครงการวิจัยและพัฒนาเครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดแบบอัตโนมัติสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็กในสวนมะม่วง ดำเนินงานในปีงบประมาณ 2563 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดแบบอัตโนมัติสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็กในสวนมะม่วง ทำให้ใส่ปุ๋ยได้แม่นยำตามค่าที่ต้องการ เกิดการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ลดการสูญเสีย ช่วยลดต้นทุน ลดภาระการใช้แรงงานคน คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า รายงานฉบับนี้และเทคโนโลยีที่ได้จากผลงานวิจัยจะเป็น ประโยชน์แก่นักวิจัย นักวิชาการในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชน ตลอดจนเกษตรกร และผู้สนใจที่จะได้ศึกษาและนำเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่คณะผู้วิจัยตั้งเป้าหมายไว้

(นายธนพงค์ แสนจุ้ม)
หัวหน้าโครงการวิจัย
มกราคม 2565

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	5
ผู้วิจัย	6
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	7
บทนำ.....	8
บทคัดย่อ.....	9
วิจัยและพัฒนาเครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดแบบอัตโนมัติ สำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็กในสวนมะม่วง	11
บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	34
บรรณานุกรม.....	35
ภาคผนวก	36

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้อำนวยการ ข้าราชการ ลูกจ้างประจำ และพนักงานราชการ ของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม และขอขอบคุณศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น ที่เอื้อเฟื้อแปลงวิจัยสำหรับการทดสอบ นอกจากนี้คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะกรรมที่ปรึกษาด้านวิชาการทั้งของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม และสถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ที่ช่วยให้คำแนะนำให้ปรึกษา ทำให้โครงการวิจัยนี้ดำเนินการจนบรรลุวัตถุประสงค์ ซึ่งคณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

กรมวิชาการเกษตร

ผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

นายธนพงค์ แสนจุ้ม วิศวกรการเกษตรชำนาญการ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

นางสาวขนิษฐ์	หว่านณรงค์	วิศวกรการเกษตรชำนาญการพิเศษ	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
นายสราวุฒิ	ปานทน	วิศวกรการเกษตรชำนาญการ	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมสุราษฎร์ธานี
นางสาวสโรชา	ถึงสุข	นักวิชาการเกษตรชำนาญการ	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์
นายอานนท์	สายคำฟู	วิศวกรการเกษตรชำนาญการ	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
นายอนุชา	เชาวโชติ	นายช่างเครื่องกลอาวุโส	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
นายอุทัย	ธานี	นายช่างไฟฟ้าชำนาญงาน	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
นายอาธร	พรบุญ	นายช่างเครื่องกลปฏิบัติงาน	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

กรมวิชาการเกษตร

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

rpm	คือ	ความเร็วรอบของมอเตอร์ (รอบ/นาที)
A	คือ	พื้นที่ทำงาน, (ไร่/ปี)
i	คือ	อัตราดอกเบี้ย, เปอร์เซ็นต์
N	คือ	อายุการใช้งาน, ปี
P	คือ	ราคาซื้อของเครื่องจักร, บาท
S	คือ	ราคาซากของเครื่องจักร, บาท

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

มะม่วงเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่มีศักยภาพมีความสำคัญมากชนิดหนึ่ง ที่ปลูกได้ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย มะม่วงมีพื้นที่ปลูกมากที่สุดในกลุ่มไม้ผลที่มีศักยภาพในการผลิตและส่งออกสูง ผลผลิตมีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับของตลาด ในปี 2561 ประเทศไทยมีเนื้อที่ให้ผล 1.97 ล้านไร่ และมีผลผลิตรวม 3.12 ล้านตัน ปริมาณการส่งออก 117,656 ตัน มูลค่าการส่งออก 4,602 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) การวางแผนการผลิตมะม่วงที่ดี จะสามารถวางแผนการตลาดได้แน่นอน และได้ผลผลิตมะม่วงคุณภาพดีมีปริมาณพียงพอต่อการส่งออก การผลิตมะม่วงเพื่อการสงออกมีต้นทุนระหว่าง 19,000-26,000 บาท โดยเป็นต้นทุนด้านปัจจัยการผลิตประมาณ 12,500 บาท (ต้นทุนหลักๆ คือ ปุย สารเคมี และถุงห่อ) ต้นทุนด้านแรงงาน 7,600 บาท และต้นทุนด้านอื่นๆ เช่น ไฟฟ้า น้ำมัน 6,000 บาท/ไร่ (ชูชาติ, 2556) แต่จากข้อมูลต้นทุนการผลิตมะม่วงของปี 2558 มีต้นทุน 5,617 บาท/ตัน ผลผลิต 1,468 กิโลกรัม/ไร่หรือต้นทุนประมาณ 8,245 บาท/ไร่ (ทวีศักดิ์, 2560)

ปัจจุบันปุ๋ยเคมีที่มีราคาแพงขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น เกษตรกรจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการการวางแผนการผลิตให้ดีเพื่อลดต้นทุนการผลิต การใช้ปัจจัยการผลิต (ปุ๋ย) ต้องให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด โดยการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินที่มีความแม่นยำสูงและมีความเจาะจงกับพื้นที่ดิน วิธีการใส่ปุ๋ยที่นิยมใช้การหว่าน การให้ปุ๋ยด้วยวิธีการหว่าน จะมีข้อดีมีคือ สะดวก แต่ข้อเสียที่สำคัญคือสูญเสียเนื้อปุ๋ยที่จะหมดไปกับการระเหยไปในอากาศ ลม แสงแดด และเมื่อฝนตกหนักๆ หรือการใช้น้ำพืชที่มากเกินไป ปุ๋ยจะละลายและไหลไปกับน้ำอย่างรวดเร็ว จึงเกิดการสูญเสียปุ๋ย ทำให้พืชได้ธาตุอาหารลดลง จากปัญหาดังกล่าวจะมีการให้ปุ๋ยอีกวิธีหนึ่งคือ การฝังกลบปุ๋ย การใส่ปุ๋ยวิธีนี้ ต้องขุดหลุมบริเวณทรงพุ่ม แล้วฝังกลบ เป็นการใส่ปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าการหว่าน แต่จะเป็นการเพิ่มทั้งต้นทุนและแรงงานต้องขุดหลุม คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดแบบอัตโนมัติสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็กในสวนมะม่วง เครื่องสามารถป้อนอัตราการใส่ปุ๋ยต่อหลุมแบบอัตโนมัติ ซึ่งสามารถกำหนอดอัตราการใส่ปุ๋ยได้อย่างแม่นยำ ลดภาระการใช้แรงงานคน ซึ่งเป็นการช่วยลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ย และยังสามารถนำเครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดอัตโนมัติไปประยุกต์ใช้กับไม้ยืนต้นที่ต้องการฝังปุ๋ย เช่น ยางพารา, ปาล์มน้ำมันและไม้ผล เป็นต้น ซึ่งเทคโนโลยีที่ได้จากงานวิจัยนี้ยังเป็นการทำเกษตรแบบแม่นยำ ก้าวไปสู่ในยุคการเกษตร 4.0 โดยเปลี่ยนจากการเกษตรแบบดั้งเดิม (Traditional Farming) ในปัจจุบัน ไปสู่การเกษตรสมัยใหม่ ที่เน้นการบริหารจัดการและเทคโนโลยี (Smart Farming)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ปุ๋ยเคมีที่มีราคาสูงขึ้นในปัจจุบัน ส่งผลทำให้ต้นทุนการผลิตสูง จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการลดต้นทุนการผลิตโดยการใช้ปัจจัยการผลิต(ปุ๋ย) ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด การใส่ปุ๋ยไม้ผล นิยมใช้การหว่าน การให้ปุ๋ยด้วยวิธีการหว่าน แต่ข้อเสียที่สำคัญ คือ สูญเสียเนื้อปุ๋ยที่จะหมดไปกับการระเหยไปในอากาศ และเมื่อฝนตกหนักๆ ปุ๋ยจะละลายและไหลไปกับน้ำอย่างรวดเร็ว จึงเกิดการสูญเสียปุ๋ย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดแบบอัตโนมัติสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก เพื่อให้ใส่ปุ๋ยได้แม่นยำตามค่าที่ต้องการ เกิดการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด การทำงานจะมีชุดหัวเจาะ จะเจาะหลุมดินกว้าง 10 เซนติเมตร ลึกประมาณ 15 เซนติเมตร หลังจากเจาะหลุมเสร็จแล้ว ปุ๋ยจากถังปุ๋ยจะไหลลงท่อที่ติดอยู่ที่ชุดเจาะและถูกปล่อยลงหลุม จากนั้นมีชุดกลบ ระบบควบคุมอัตราหยอดและการจ่ายปุ๋ย โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์กระแสตรง 12 โวลต์ 250 วัตต์ สำหรับควบคุมการจ่ายปุ๋ยตามอัตราการที่กำหนด ดำเนินการทดสอบการเจาะหลุม หยอดปุ๋ยและกลบ 8 หลุมต่อต้น พบว่า เครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดแบบอัตโนมัติ สามารถใส่ปุ๋ยในอัตราการหยอดต่อต้นได้อย่างแม่นยำ (กำหนดอัตราปุ๋ยที่ 1 กิโลกรัมต่อต้น อัตราหยอดปุ๋ย 125 กรัม ต่อหลุม) มีความสามารถในการทำงาน 1.07 ไร่/ชั่วโมง อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 2.65 ลิตร/ไร่ ที่ความชื้นดิน 15.03 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานแห้ง) และความหนาแน่นดินสภาพแห้ง 2.13 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร

กรมวิชาการเกษตร

Abstract

Nowadays, The chemical fertilizers's price is increasing as a resulting in higher costs. It is imperative to reduce production costs by making the most efficient use of factor (fertilizers). Fertilizing in horticulture popularly used fertilize by sowing method but there is a disadvantage, the loss of fertilizer that will be exhausted by evaporation in the air and when it heavy rain or over irrigation the fertilizer will quickly dissolve and flow with the water cause the loss of fertilizer. The objective of this research is to Research and Development of a Variable Rate Fertilizer Applicator for a Small Four-Wheel Tractor for accurate fertilizer rate and most efficient use of fertilizers. The driller drills a hole diameter 10 cm. and 15 cm. depth. After that, the fertilizer from the storage tank will be piped into the hole and there will be a soil cover set. The control system using a micro controller to control the speed of a 12 Volt, 250 watts DC motor for controlled the fertilizer distribution at the specified rate. Drilling test and apply fertilizer and cover 8 holes per plant. Fertilizer can be applied at a precise rate of planting per plant (1 kg per plant and Fertilizer application 125 g per hole). Testing results found that average field capacity was 1.07 rai/hr, average fuel consumption was 2.65 lit/rai at soil moisture 15.03 percent (dry basic) and dry bulk densities 2.13 g/cm^3

กรมวิชาการเกษตร

วิจัยและพัฒนาเครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดแบบอัตโนมัติสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็กในสวนมะม่วง

Research and Development of a Variable Rate Fertilizer Applicator for Mango Attached with a Small Four-Wheel Tractor

ธนพงค์ แสนจุ้ม, ขนิษฐ์ หว่านณรงค์, สราวุฒิ ปานทน, สโรชา ถึงสุข,
อานนท์ สายคำฟู, อนุชา เชาวโชติ, อุทัย ธานี, อาธร พรบุญ

Tanapong sanchum, Khanit Wannaronk, Sarawut Panthon, Sarocha Thuengsuk,
Arnon Saicomfu, Anucha Chaochot, Uthai Thanee, Artonn Pornbun

คำสำคัญ : เครื่องฝังปุ๋ย, การเกษตรแบบแม่นยำ, มะม่วง
Keywords : Fertilizer applicator, Precision farming, Mango

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

ปุ๋ยเคมีที่มีราคาสูงขึ้นในปัจจุบัน ส่งผลทำให้ต้นทุนการผลิตสูง จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการลดต้นทุนการผลิตโดยการใช้ปัจจัยการผลิต(ปุ๋ย) ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด การใส่ปุ๋ยไม้ผล นิยมใช้การหว่าน การให้ปุ๋ยด้วยวิธีการหว่าน แต่ข้อเสียที่สำคัญ คือ สูญเสียเนื้อปุ๋ยที่จะหมดไปกับการระเหยไปในอากาศ และเมื่อฝนตกหนักๆ ปุ๋ยจะละลายและไหลไปกับน้ำอย่างรวดเร็ว จึงเกิดการสูญเสียปุ๋ย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดแบบอัตโนมัติสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก เพื่อให้ใส่ปุ๋ยได้แม่นยำตามค่าที่ต้องการ เกิดการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด การทำงานจะมีชุดหัวเจาะ จะเจาะหลุมดินกว้าง 10 เซนติเมตร ลึกประมาณ 15 เซนติเมตร หลังจากเจาะหลุมเสร็จแล้ว ปุ๋ยจากถังปุ๋ยจะไหลลงท่อที่ติดอยู่ที่ชุดเจาะและถูกปล่อยลงหลุม จากนั้นมีชุดกลบ ระบบควบคุมอัตราหยอดและการจ่ายปุ๋ย โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์กระแสตรง 12 โวลต์ 250 วัตต์ สำหรับควบคุมการจ่ายปุ๋ยตามอัตราการที่กำหนด ดำเนินการทดสอบการเจาะหลุม หยอดปุ๋ยและกลบ 8 หลุมต่อต้น พบว่า เครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดแบบอัตโนมัติ สามารถใส่ปุ๋ยในอัตราการหยอดต่อต้นได้อย่างแม่นยำ (กำหนดอัตราปุ๋ยที่ 1 กิโลกรัมต่อต้น อัตราหยอดปุ๋ย 125 กรัม ต่อหลุม) มีความสามารถในการทำงาน 1.07 ไร่/ชั่วโมง อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 2.65 ลิตร/ไร่ ที่ความชื้นดิน 15.03 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานแห้ง) และความหนาแน่นดินสภาพแห้ง 2.13 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร

กรมวิชาการเกษตร

Abstract

Nowadays, The chemical fertilizers's price is increasing as a resulting in higher costs. It is imperative to reduce production costs by making the most efficient use of factor (fertilizers). Fertilizing in horticulture popularly used fertilize by sowing method but there is a disadvantage, the loss of fertilizer that will be exhausted by evaporation in the air and when it heavy rain or over irrigation the fertilizer will quickly dissolve and flow with the water cause the loss of fertilizer. The objective of this research is to Research and Development of a Variable Rate Fertilizer Applicator for a Small Four-Wheel Tractor for accurate fertilizer rate and most efficient use of fertilizers. The driller drills a hole diameter 10 cm. and 15 cm. depth. After that, the fertilizer from the storage tank will be piped into the hole and there will be a soil cover set. The control system using a micro controller to control the speed of a 12 Volt, 250 watts DC motor for controlled the fertilizer distribution at the specified rate. Drilling test and apply fertilizer and cover 8 holes per plant. Fertilizer can be applied at a precise rate of planting per plant (1 kg per plant and Fertilizer application 125 g per hole). Testing results found that average field capacity was 1.07 rai/hr, average fuel consumption was 2.65 lit/rai at soil moisture 15.03 percent (dry basic) and dry bulk densities 2.13 g/cm^3

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

มะม่วงเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่มีศักยภาพมีความสำคัญมากชนิดหนึ่ง ที่ปลูกได้ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย มะม่วงมีพื้นที่ปลูกมากที่สุดในกลุ่มไม้ผลที่มีศักยภาพในการผลิตและส่งออกสูง ผลผลิตมีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับของตลาด ในปี 2561 ประเทศไทยมีเนื้อที่ให้ผล 1.97 ล้านไร่ และมีผลผลิตรวม 3.12 ล้านตัน ปริมาณการส่งออก 117,656 ตัน มูลค่าการส่งออก 4,602 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) การวางแผนการผลิตมะม่วงที่ดี จะสามารถวางแผนการตลาดได้แน่นอน และได้ผลผลิตมะม่วงคุณภาพดีมีปริมาณพียงพอต่อการส่งออก การผลิตมะม่วงเพื่อการสงออกมีต้นทุนระหว่าง 19,000-26,000 บาท โดยเป็นต้นทุนด้านปัจจัยการผลิตประมาณ 12,500 บาท (ต้นทุนหลักๆ คือ ปุย สารเคมี และถุงห่อ) ต้นทุนด้านแรงงาน 7,600 บาท และต้นทุนด้านอื่นๆ เช่น ไฟฟ้า น้ำมัน 6,000 บาท/ไร่ (ชูชาติ, 2556) แต่จากข้อมูลต้นทุนการผลิตมะม่วงของปี 2558 มีต้นทุน 5,617 บาท/ตัน ผลผลิต 1,468 กิโลกรัม/ไร่หรือต้นทุนประมาณ 8,245 บาท/ไร่ (ทวีศักดิ์, 2560)

ปัจจุบันปุ๋ยเคมีที่มีราคาแพงขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น เกษตรกรจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการการวางแผนการผลิตให้ดีเพื่อลดต้นทุนการผลิต การใช้ปัจจัยการผลิต (ปุ๋ย) ต้องให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด โดยการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินที่มีความแม่นยำสูงและมีความเจาะจงกับพื้นที่ดิน วิธีการใส่ปุ๋ยที่นิยมใช้การหว่าน การให้ปุ๋ยด้วยวิธีการหว่าน จะมีข้อดีมีคือ สะดวก แต่ข้อเสียที่สำคัญคือสูญเสียเนื้อปุ๋ยที่จะหมดไปกับการระเหยไปในอากาศ ลม แสงแดด และเมื่อฝนตกหนักๆ หรือการใช้น้ำพืชที่มากเกินไป ปุ๋ยจะละลายและไหลไปกับน้ำอย่างรวดเร็ว จึงเกิดการสูญเสียปุ๋ย ทำให้พืชได้ธาตุอาหารลดลง จากปัญหาดังกล่าวจะมีการให้ปุ๋ยอีกวิธีหนึ่งคือ การฝังกลบปุ๋ย การใส่ปุ๋ยวิธีนี้ ต้องขุดหลุมบริเวณทรงพุ่ม แล้วฝังกลบ เป็นการใส่ปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าการหว่าน แต่จะเป็นการเพิ่มทั้งต้นทุนและแรงงานต้องขุดหลุม คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดแบบอัตโนมัติสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็กในสวนมะม่วง เครื่องสามารถป้อนอัตราการใส่ปุ๋ยต่อหลุมแบบอัตโนมัติ ซึ่งสามารถกำหนอดอัตราการใส่ปุ๋ยได้อย่างแม่นยำ ลดภาระการใช้แรงงานคน ซึ่งเป็นการช่วยลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ย และยังสามารถนำเครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดอัตโนมัติไปประยุกต์ใช้กับไม้ยืนต้นที่ต้องการฝังปุ๋ย เช่น ยางพารา, ปาล์มน้ำมันและไม้ผล เป็นต้น ซึ่งเทคโนโลยีที่ได้จากงานวิจัยนี้ยังเป็นการทำเกษตรแบบแม่นยำ ก้าวไปสู่ในยุคการเกษตร 4.0 โดยเปลี่ยนจากการเกษตรแบบดั้งเดิม (Traditional Farming) ในปัจจุบัน ไปสู่การเกษตรสมัยใหม่ ที่เน้นการบริหารจัดการและเทคโนโลยี (Smart Farming)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัย

1.การให้ปุ๋ยมะม่วง (กรมวิชาการเกษตร, 2556)

กำจัดวัชพืชใต้ทรงพุ่มก่อนใส่ปุ๋ยทุกครั้งมะม่วงอายุ 1 - 2 ปี ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 1-2 กิโลกรัม/ต้น/ปี แบ่งใส่ 2 ครั้งเท่ากัน ในช่วงต้นและปลายฤดูฝน ใส่รอบโคนต้นแล้วพรวนดินกลบ มะม่วงที่ให้ผลผลิตแล้วหรือต้นอายุ 3 ปีขึ้นไป มีการใส่ปุ๋ยเป็นระยะตามพัฒนาการหรือความต้องการ ดังนี้

- ระยะบำรุงต้น หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตและตัดแต่งกิ่งแล้วใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 หรือ 20-10-10 หรือ 30-10-10 อัตรา 1 - 2 กิโลกรัม/ต้น/ครั้ง ร่วมไปกับปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 10-20 กิโลกรัม/ต้น/ครั้งโดยใส่รอบทรงพุ่มแล้วพรวนดินกลบ ใส่ปุ๋ยอีกครั้งเมื่อมะม่วงแตกใบชุดที่ 2 โดยใช้ปุ๋ยและอัตราเดิม

- ระยะเร่งสร้างตาดอก ก่อนมะม่วงออกดอก 2-3 เดือน ใส่ปุ๋ย 8-24-24 อัตรา 1 – 2 กิโลกรัม/ต้น สำหรับต้นอายุ 2 - 4 ปี , อัตรา 2 - 4 กิโลกรัม/ต้น สำหรับต้นอายุ 5 - 7 ปี และ 4 – 6 กิโลกรัม/ต้น เมื่อต้นอายุ 8 ปีขึ้นไป

- ระยะบำรุงผล หลังดอกบาน 1 เดือน ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 1 - 2 กิโลกรัม/ต้น

- ระยะปรับปรุงคุณภาพผลผลิต ก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต 1 เดือน ใส่ปุ๋ย 13-13-21 อัตรา 1 -2 กิโลกรัมต่อต้น และอาจพ่นปุ๋ยทางใบร่วมในระยะนี้ด้วยอัตราการใส่ปุ๋ย ควรปรับใช้ตามขนาดต้น อายุพืช และความอุดมสมบูรณ์ของดิน อัตราการใส่ปุ๋ยที่เหมาะสมควรใช้ตามค่าการวิเคราะห์ดินและพืช

การใช้ปุ๋ยมะม่วงตามค่าวิเคราะห์ดินและการใช้ปุ๋ยตามลักษณะเนื้อดิน (กรมวิชาการเกษตร 2548)

1. การใช้ปุ๋ยมะม่วงตามค่าวิเคราะห์ดิน ดังตารางที่1

ตารางที่ 1 การใช้ปุ๋ยมะม่วงตามค่าวิเคราะห์ดิน

รายการวิเคราะห์	อัตราปุ๋ยที่ใส่ต่อต้น (ทรงพุ่ม 5 เมตร)
1. อินทรีย์วัตถุ (OM,%)	
< 1.5	ปุ๋ย N 1200 กรัม
1.5 - 2.5	ปุ๋ย N 600 กรัม
> 2.5	ปุ๋ย N 300 กรัม
2. ฟอสฟอรัส (P มก./กก.)	
< 15	ปุ๋ย P_2O_5 400 กรัม
16 - 45	ปุ๋ย P_2O_5 200 กรัม
< 45	ปุ๋ย P_2O_5 100 กรัม
3. โพแทสเซียม (K มก./กก.)	
< 50	ปุ๋ย K_2O 1000 กรัม
51 -100	ปุ๋ย K_2O 500 กรัม
< 100	ปุ๋ย K_2O 200 กรัม

กรมวิชาการเกษตร

2. การใช้ปุ๋ยตามลักษณะเนื้อดิน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การใช้ปุ๋ยมะม่วงตามลักษณะเนื้อดิน

ระยะเวลาในการใส่ปุ๋ย	ลักษณะเนื้อดิน	อัตราปุ๋ยที่ใส่ (กรัม N- P_2O_5- K_2O/ต้น)
ก.ระยะที่ยังไม่ให้ผลผลิต (อายุประมาณ 1 – 3 ปี)	ดินร่วนเหนียว, ดินเหนียว ดินทราย, ดินร่วนปนทราย	50-25-25 50-50-50
ข.ระยะที่ให้ผลผลิตแล้ว(ขนาดทรงพุ่ม 5 เมตร)		
1. ระยะบำรุงต้น (ช่วงตัดแต่งกิ่งหลังการเก็บเกี่ยว)	ดินร่วนเหนียว, ดินเหนียว ดินทราย, ดินร่วนปนทราย	250-125-125 250-250-250
2. ระยะสร้างตาดอก (ก่อนออกดอก 1 – 2 เดือน)	ดินร่วนเหนียว, ดินเหนียว ดินทราย, ดินร่วนปนทราย	150-150-300 150-300-300
3. ระยะบำรุงผล (หลังดอกบาน 1 เดือน)	ดินร่วนเหนียว, ดินเหนียว ดินทราย, ดินร่วนปนทราย	200-100-100 250-200-200
4. ระยะปรับปรุงคุณภาพ (ก่อนเก็บเกี่ยว 2 เดือน	ดินร่วนเหนียว, ดินเหนียว ดินทราย, ดินร่วนปนทราย	0-0-100 0-0-200

กรมวิชาการเกษตร

2. เครื่องหยอดปุ๋ย

ขนิษฐ์ และคณะ (2558) ได้ทดสอบและพัฒนาเครื่องหยอดปุ๋ยสำหรับปุ๋ยผสม สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมได้พัฒนาเครื่องใส่ปุ๋ยสำหรับปุ๋ยผสมในอ้อยแบบ 2 แถว ติดพ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 60 แรงม้า ขึ้นไป ดังภาพที่ 1 เพื่อใช้กับปุ๋ยที่ผสมเองตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยสามารถเลือกเปลี่ยนอัตราหยอดได้ครอบคลุมตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร มีส่วนประกอบหลักคือ ถังใส่ปุ๋ย 2 ถัง สำหรับใส่ปุ๋ยที่ผสมไว้แล้วตามค่าวิเคราะห์ดิน ชุดกำหนดอัตราปุ๋ยแบบเฟืองจักรยาน สามารถปรับอัตราหยอดได้ตั้งแต่ 7-87 กิโลกรัม/ไร่ ใบมีดตัดใบอ้อยแบบกงจักร ท่อนำปุ๋ย ขาไถเปิดร่องดิน และล้อควบคุมการปล่อยปุ๋ย จาการทดสอบในแปลงอ้อย พบว่าเครื่องต้นแบบมีความสามารถการทำงานเฉลี่ย 5.30 ไร่/ ชั่วโมง ที่ความเร็วการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์เฉลี่ย1.23 เมตร/วินาที ประสิทธิภาพการทำงานเฉลี่ย 65.88% ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 1.70 ลิตร/ไร่

ภาพที่ 1 เครื่องหยอดปุ๋ยสำหรับปุ๋ยผสม (ขนิษฐ์ และคณะ, 2558)

ขนิษฐ์ และคณะ (2561) ได้พัฒนาเครื่องใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบแยกถังปุ๋ยติดรถแทรกเตอร์ขนาด 24 hp ดังภาพที่ 5โดยผู้ใช้สามารถเลือกสวิตซ์ตามค่าตามผลวิเคราะห์ดิน เครื่องใส่ปุ๋ยสามารถคำนวณสูตรปุ๋ยและอัตราที่ต้องใช้ให้เองโดยอัตโนมัติ เนื่องจากมีชุดสมองกลควบคุมลูกหยอดที่ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบสเตปปิ้ง ซึ่งทำงานสัมพันธ์กับความเร็วการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์ที่วัดได้จากล้อที่ติดเซนเซอร์วัดความเร็วการเคลื่อนที่ และสัมพันธ์กับสมการความเร็วมอเตอร์กับอัตราการใส่ปุ๋ยที่สอบเทียบไว้จากการทดสอบในแปลงอ้อย พบว่า ความสามารถการทำงานเฉลี่ย 3.02 ไร่/ชั่วโมง ที่ความเร็วการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์เฉลี่ย 0.8 เมตร/วินาที ประสิทธิภาพการทำงานเฉลี่ย 93.06% ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 0.45 ลิตร/ไร่ ตามลำดับ

ภาพที่ 2 เครื่องใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบแยกถังปุ๋ยสำหรับอ้อย (ขนิษฐ์ และคณะ, 2561)

มงคล (2560) พัฒนาเครื่องใส่ปุ๋ยแบบเจาะหลุมอัตโนมัติสำหรับยางพารา เครื่องใส่ปุ๋ย ออกแบบให้มีส่วนประกอบหลัก 5 ส่วน คือชุดเจาะหลุม ชุดหยอดปุ๋ย ชุดโครงหลัก ชุดโครงรอง และชุดควบคุมอัตโนมัติ เมื่อกำหนดความเร็วในการทำงานที่ 0.16 m/s เครื่องมีความสามารถในการทำงาน 0.36 ไร่/ชั่วโมง ประสิทธิภาพเชิงพื้นที่ 73.6 % และมีความสามารถในการทำงานที่ 23.9 กิโลกรัม/ชั่วโมง คุณภาพ ในการหยอดปุ๋ย มากกว่า 97% เมื่อในทดสอบแปลงพาราจริงในสภาพดินอัดแน่นพบว่าคุณภาพหยอดปุ๋ยลดลงเหลือ 73%

ภาพที่ 3 เครื่องใส่ปุ๋ยแบบเจาะหลุมอัตโนมัติสำหรับยางพารา (มงคล, 2560)

มงคล และคณะ (2561) ได้วิจัยเพิ่มสมรรถนะการทำงานของเครื่องใส่ปุ๋ยแบบหยอดหลุมอัตโนมัติสำหรับพืชสวนดังภาพที่ 6 เครื่องใส่ปุ๋ยประกอบด้วยห้าส่วนหลัก คือ ชุดโครงหลัก ชุดโครงรอง ชุดเจาะหลุม ชุดหยอดปุ๋ย และชุดควบคุมอัตโนมัติ การเพิ่มสมรรถนะของเครื่องใส่ปุ๋ยทำโดย 1) การติดตั้งแขนต่อแบบ four bar linkage และสปริงรับแรงกดบนโครงหลัก และ 2) การติดตั้งจานเหล็กกำหนดระยะระหว่างหลุมที่เจาะบนโครงรอง ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า แขนต่อแบบ four bar linkage และสปริงรับแรงกดช่วยให้ความลึกของหลุมที่เจาะได้มีค่าค่อนข้างสม่ำเสมอ และจานเหล็กสามารถกำหนดระยะห่างระหว่างหลุมได้ถูกต้องเฉลี่ย 99.5% เมื่อกำหนดความเร็วในการทำงานเท่ากับ 0.1 m s-1 เครื่องใส่ปุ๋ยจะมีความสามารถในการทำงานเท่ากับ 18.8 kg h-1 ด้วยระดับความถูกต้องมากกว่า 97%

ภาพที่ 4 ต้นแบบเครื่องใส่ปุ๋ยแบบหยอดหลุมอัตโนมัติ (มงคล และคณะ, 2561)

กรมวิชาการเกษตร

Parish et al (1988) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องเจาะหลุมและใส่ปุ๋ยสำหรับต้นไม้ที่สามารถทำงานได้หลายๆหลุมพร้อมกัน ใช้รถแทรกเตอร์เป็นต้นกำลัง ควบคุมการทำงานด้วยระบบไฮดรอลิค โดยสามารถเจาะหลุมและใส่ปุ๋ยได้ 12 หลุมต่อครั้ง

ภาพที่ 5 เครื่องเจาะหลุมและใส่ปุ๋ย (Parish, 1985)

กรมวิชาการเกษตร

ระเบียบวิธีการวิจัย

ระยะเวลาดำเนินงาน เริ่มต้น ตุลาคม 2562 สิ้นสุด กันยายน 2564

อุปกรณ์

1. รถแทรกเตอร์ 24 แรงม้า
2. ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega2560
3. ปุ๋ยเคมี
4. น้ำมันเชื้อเพลง
5. เทปวัดระยะ
6. ตาชั่ง
7. กระบอกตวงน้ำมัน
8. นาฬิกาจับเวลา

วิธีการดำเนินการ

1) สำรวจ ศึกษาข้อมูลการการใส่ปุ๋ยมะม่วง และเก็บข้อมูลปัญหา ข้อจำกัด หาข้อมูลการออกแบบเพื่อวิเคราะห์ปัญหา และเป็นแนวทางการออกแบบเครื่องต้นแบบ เช่น ระยะห่าง ความกว้างระหว่างต้น, ปริมาณการใส่ปุ๋ยเพื่อกำหนดระยะห่างระหว่างหลุมและปริมาณการใส่ปุ๋ยต่อหลุม

2) ออกแบบและพัฒนาต้นแบบเครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดอัตโนมัติสำหรับมะม่วง ประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ คือ ถังใส่ปุ๋ย ชุดหัวขุดดินควบคุมด้วยกระบอกไฮโดรลิค ชุดลูกหยอดขับปุ๋ย ชุดควบคุมการปล่อยปุ๋ย ชุดกลบดิน

3) ออกแบบและพัฒนา ระบบควบคุมอัตราหยอดและการจ่ายปุ๋ย โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์กระแสตรง 12 โวลต์ 250 วัตต์ สำหรับควบคุมการจ่ายปุ๋ยตามอัตราการที่กำหนด

4) สร้างต้นแบบเครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดอัตโนมัติ และ ทดสอบและเก็บข้อมูลเบื้องต้นการทำงานของชุดขุดดิน เพื่อให้ได้ระยะและความลึกที่เหมาะสม นำข้อบกพร่องที่พบจากการทดสอบมาทำการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิด จากนั้นทำการปรับปรุง โดยออกแบบและแก้ไขชิ้นส่วน อุปกรณ์ให้ดีขึ้นจากผลการทดสอบเบื้องต้น

5) ทดสอบชุดควบคุมอัตราหยอดและการปล่อยปุ๋ยในห้องปฏิบัติการ เพื่อสอบเทียบ (Calibrate) ให้ได้อัตราปุ๋ยต่อหลุมตามอัตราที่กำหนดไว้ และทำการทดสอบระบบการทำงานของเครื่องต้นแบบทั้งระบบ

6) ทดสอบประสิทธิภาพและการใช้งานจริงในแปลง ติดตั้งเครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดอัตโนมัติพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์ยี่ห้อคูโบต้า รุ่น B2420 ขนาด 24 แรงม้า ดำเนินการทดสอบการเจาะหลุม หยอดปุ๋ยและกลบ 8 หลุมรอบต้นใต้ทรงพุ่ม เพื่อเก็บข้อมูล ความสามารถในการทำงานของเครื่อง อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้ำมัน ความเร็วในการเคลื่อนที่ อัตราการใส่ปุ๋ยที่ได้จริงความแม่นยำของการใส่ปุ๋ย

7) วิเคราะห์ผลการทดสอบ วิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

8) สรุปผลการดำเนินงาน และจัดทำรายงาน

กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและอภิปรายผล

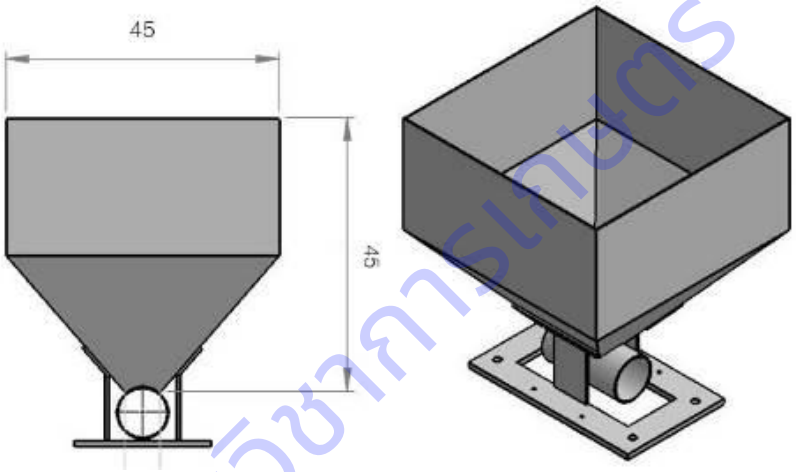
1. การออกแบบ

ได้ออกแบบเครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดอัตโนมัติ ซึ่งส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน ได้แก่

1.1 เครื่องฝังปุ๋ย

ออกแบบเครื่องฝังปุ๋ย มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ ถังใส่ปุ๋ย ความจุถัง 40 กิโลกรัม ชุดหัวขุดดินควบคุมด้วยระบบไฮโดรลิค ชุดลูกหยอดขับปุ๋ย ชุดควบคุมการปล่อยปุ๋ย ชุดกลบดิน เมื่อรถแทรกเตอร์ทำงานจะมีชุดหัวขุด ขุดดินหน้ากว้าง 10 เซนติเมตร ลึกประมาณ 15-20 เซนติเมตร ขณะเดียวกันปุ๋ยจากถังไหลลงที่ขาที่ติดอยู่ที่ชุดขุดและถูกปล่อยลงหลุม จากนั้นมีชุดกลบ ดันดินกลบ

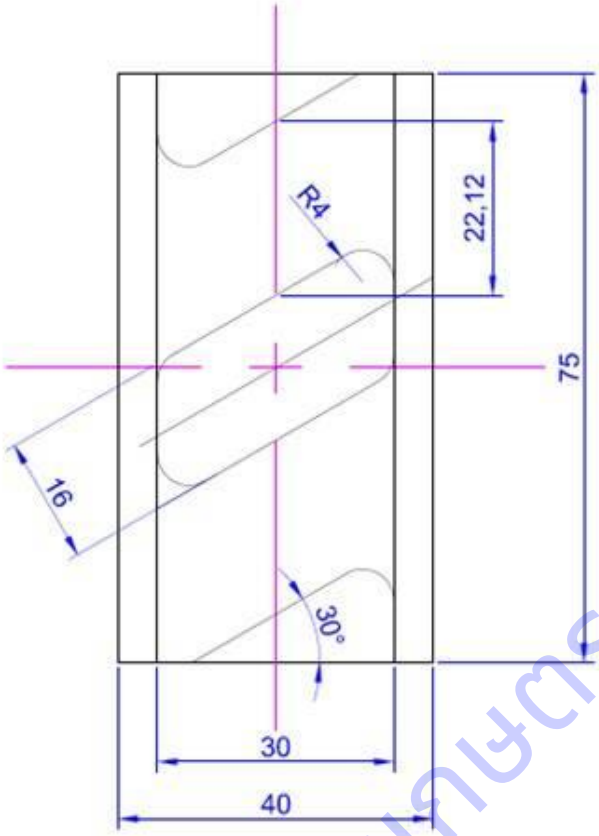
ออกแบบถังปุ๋ยสำหรับบรรจุปุ๋ยเคมี ที่สามารถบรรจุปุ๋ยได้ไม่น้อยกว่า 40 กิโลกรัม โดยออกแบบถังปุ๋ยบรรจุปุ๋ยมีปริมาตร 0.072 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งสามารถบรรจุปุ๋ยได้ไม่น้อยกว่า 40 กิโลกรัม ดังแสดงภาพที่ 4



ภาพที่ 6 แบบถังปุ๋ยสำหรับบรรจุปุ๋ย

กรมวิชาการเกษตร

ชุดลูกหยอดปุ๋ยถังมีลูกหยอด 2 อัน ทำจากซุปเปอร์ลีนเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 มิลลิเมตร เลือกใช้ลูกหยอดแบบร่องเฉียง โดยร่องจะวางตัวในแนวเฉียงทำมุม 30 องศากับแนวระนาบ ข้อดีของการวางร่องเฉียงจะลดการติดขัดของปุ๋ยระหว่างลูกหยอดกับถังบรรจุปุ๋ยได้ (ขนิษฐ์, 2560) จะทำให้อัตราการหยอดปุ๋ยมีความแม่นยำขึ้น ดังแสดงภาพที่ 5 และภาพที่ 6



ภาพที่ 7 แบบลูกหยอดแบบร่อง

ภาพที่ 8 ลูกหยอดปุ๋ยแบบร่อง

ออกแบบและสร้างต้นแบบในส่วนของชุดขุดดินของเครื่องฝังปุ๋ย ชุดหัวขุดดินควบคุมด้วยระบบไฮโดรลิค ประกอบด้วย ปั๊มไฮโดรลิค โดยใช้ต้นกำลังจากเพลา PTO, มอเตอร์ไฮโดรลิค, สว่านเจาะดิน รัศมี 10 เซนติเมตร ยาว 25 เซนติเมตร ควบคุมการทำงานของชุดขุดดินโดยวาล์วมือโยก (Hand valve) สำหรับควบคุมการขึ้น-ลง ของสว่านเจาะดิน

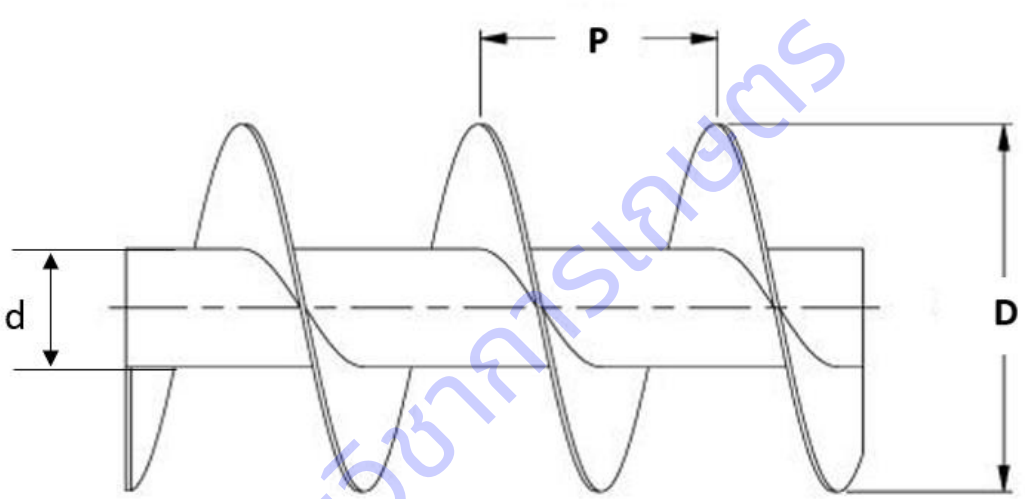
กรมวิชาการเกษตร

การออกแบบสว่านเจาะดิน กำหนดให้ในการขุดหลุมดินมีขนาด หน้ากว้าง (รัศมี) 10 เซนติเมตร ลึกประมาณ 15 เซนติเมตร สว่านเจาะดิน ในส่วนของดอกสว่านจะมีลักษณะของใบเกลียวลำเลียงเป็นลักษณะของขดลวดสปริง ใบแผ่นทึบพันรอบเพลาไปตามแนวยาว สามารถลำเลียงวัสดุไปตามแนวยาว โดยการหมุนของเพลา แล้วใช้ใบเกลียวผลักดันให้เคลื่อนที่ไป

ขนาดหลุมดินที่กำหนด หน้ากว้าง (รัศมี) 10 เซนติเมตร ลึกประมาณ 15 เซนติเมตร จะได้ขนาดใบเกลียว

- เส้นผ่านศูนย์กลางใบเกลียวภายใน (d) = 2.5 เซนติเมตร
- เส้นผ่านศูนย์กลางใบเกลียวภายนอก (D) = 10 เซนติเมตร
- ระยะพิทช์ (P) = 7.5 เซนติเมตร

ออกแบบและสร้างสว่านเจาะดิน 2 ชุด สำหรับการเจาะดิน 1 ครั้ง จะได้จำนวน 2 หลุม ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 9 แบบใบเกลียวลำเลียงสว่านเจาะดิน

ภาพที่ 10 สว่านเจาะดินที่ติดตั้งทั้ง 2 ชุด

กรมวิชาการเกษตร

การออกแบบระบบไฮดรอลิค ระบบไฮดรอลิค (วินิต, 2525) คือ การส่งถ่ายกำลังในเชิงกลด้วยของไหลที่เป็นของเหลวหรือน้ำมันไฮดรอลิคเป็นตัวกลางในการส่งกำลังไปยังอุปกรณ์ไฮดรอลิค การทำงานของสว่านขุดดินจะมีการหมุน และทำงานขึ้น-ลงในแนวดิ่ง จึงเลือกใช้ระบบไฮดรอลิค เนื่องจากระบบไฮดรอลิคสามารถถ่ายทอดกำลังได้หลายทิศทาง สามารถควบคุมการทำงานของชิ้นส่วนต่างๆได้เป็นอิสระต่อกัน สามารถส่งกำลังได้มาก โดยใช้อุปกรณ์ขนาดเล็ก สามารถควบคุมการทำงานได้ง่าย โดยเลือกใช้มอเตอร์ไฮดรอลิค (Hydraulic Motor) ในการหมุนสว่าน ซึ่งมอเตอร์ไฮดรอลิคเป็นอุปกรณ์ทำงานที่เคลื่อนที่ในแนวรัศมี และทำงานขึ้น-ลงของสว่านในแนวดิ่งจะเลือกใช้กระบอกไฮดรอลิค (Hydraulic Cylinder) เป็นอุปกรณ์ทำงานที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงขึ้น-ลงของสว่านในแนวดิ่ง ส่วนประกอบของระบบที่สำคัญ คือปั๊มไฮดรอลิค (Hydraulic Pump) และมอเตอร์ไฮดรอลิค (Hydraulic Motor)

จากความเร็วรอบในการทำงานของสว่านขุดดินที่ 150 รอบต่อนาที

- จึงเลือกใช้มอเตอร์ไฮดรอลิค รุ่น BMR-50 ซึ่งทำงานที่ความเร็วรอบ 10-775 rpm และทำงานที่อัตราการไหลของน้ำมันไฮดรอลิคสูงสุดที่ 40 ลิตรต่อนาที

- จากคุณสมบัติของมอเตอร์ไฮดรอลิคดังกล่าวจึงเลือกใช้ปั๊มไฮดรอลิคที่จะทำหน้าที่ขับแรงดันน้ำมันไฮดรอลิคเข้าสู่วงจรไฮดรอลิคและมอเตอร์ไฮดรอลิค เลือกใช้ปั๊มไฮดรอลิค รุ่น V10-1P7P ซึ่งจะสามารถสร้างอัตราการไหลของน้ำมันไฮดรอลิคเริ่มที่ 33.5 ลิตรต่อนาที ที่ความเร็วรอบการทำงานของปั๊มที่ 1500 rpm โดยปั๊มทำงานที่ความเร็วรอบ 650-2,800 rpm

- ใช้ต้นกำลังจากเพลา PTO ของรถแทรกเตอร์ ในการขับปั๊มไฮดรอลิค จากความเร็วรอบPTO 540 rpm โดยใช้อัตราทดที่ 3 : 1 เพื่อขับปั๊มไฮดรอลิคให้มีความเร็วรอบการทำงานของปั๊มที่ 1500 rpm ใช้โซ่ขับในการส่งกำลัง ซึ่งข้อดีของโซ่ขับคือได้อัตราทดที่แน่นอน ไม่มีการสลิปในขณะการส่งกำลัง ทำงานได้ในที่อุณหภูมิสูง บริเวณที่มีความชื้นและฝุ่นละออง

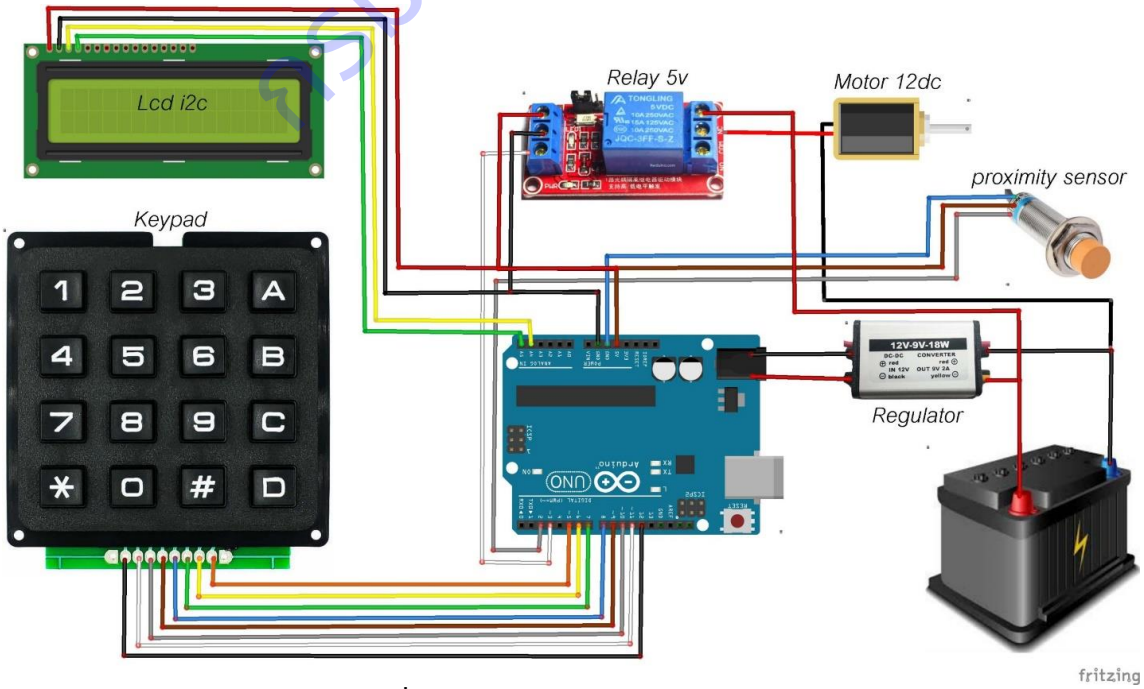
หลักการทำเบื้องต้นเครื่องต้นแบบในส่วนของชุดขุดดินของเครื่องฝังปุ๋ย ชุดหัวขุดดินควบคุมด้วยระบบไฮโดรลิค ประกอบด้วย ปั๊มไฮโดรลิค โดยใช้ต้นกำลังจากเพลา PTO ,มอเตอร์ไฮโดรลิค ,สว่านเจาะดิน รัศมี 10 เซนติเมตร ยาว 25 เซนติเมตร ควบคุมการทำงานของชุดขุดดินโดยวาล์วมือโยก (Hand valve) สำหรับควบคุมการขึ้น-ลง ของสว่านเจาะดิน

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 11 ต้นแบบเครื่องฝังปุ๋ย

1.2 ระบบควบคุมและประมวลผล (Electronic control system)

การควบคุมอัตราการหยอดปุ๋ยนี้ได้ออกแบบโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ยี่ห้อ Arduino รุ่น Mega2560 สั่งสัญญาณ PWM (Pulse Width Modulation) ผ่านชุดขับมอเตอร์ (DC) motor drive) เพื่อควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ 250 วัตต์ และใช้โปรแกรม Arduino IDE สำหรับการเขียนสมการ เพื่อควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ด้วยสัญญาณ PWM (Pulse Width Modulation) เพื่อควบคุมการจ่ายปุ๋ยตามอัตราการที่กำหนด



ภาพที่ 12 ผังวงจรควบคุมและประมวลผล

การทำงานของ ระบบควบคุมและประมวลผล โดยจะป้อนค่าเวลา (วินาที) ใส่แป้นพิมพ์ (Keypad Module) ดังภาพ 11 โดยค่าเวลา (วินาที) จะเป็นค่าสำหรับอัตราปุ๋ยที่ต้องการใส่ต่อหลุม จะเป็นข้อมูลที่ได้จากสมการการสอบเทียบปุ๋ย (Calibration) หลังจากการทำงานของชุดขุดหลุมแล้ว ในของชุดสว่านขุดดินเคลื่อนที่ขึ้นจากหลุมดิน Proximity sensor จะส่งสัญญาณไปยังชุดประมวลผล และสั่งการยังชุดควบคุมมอเตอร์ของถังปุ๋ย ให้ทำงานหยอดปุ๋ยเป็นไปตามอัตราที่กำหนด ปุ๋ยจากถังไหลลงที่ขาที่ติดอยู่ที่ชุดขุดและถูกปล่อยลงหลุม จากนั้นมีชุดกลบ ดันดินกลบ ในจังหวะที่รถเคลื่อนที่ไปหลุมต่อไป

ภาพที่ 13 แป้นพิมพ์สำหรับป้อนค่าเวลา เพื่อกำหนดอัตราปุ๋ยที่ต้องการใส่ต่อหลุม

2. ผลการทดสอบการทำงานเบื้องต้นของชุดขุดดิน

การทดสอบการทำงานเบื้องต้นของขุดดิน ทำการทดสอบการขุดหลุมจำนวน 4 หลุมรอบต้น จำนวน 4 ต้น ผลการทดสอบการทำงานเบื้องต้นของชุดหัวขุดดิน มีการขุดดินมีระยะเวลาเฉลี่ย 10.63 วินาทีต่อหลุม และมีความลึกของหลุมเฉลี่ย 10.56 เซนติเมตร ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบการทำงานเบื้องต้นของชุดขุดดิน

ต้นที่	หลุมที่	เวลาที่ใช้ต่อหลุม (วินาที)	ความลึก (เซนติเมตร)	เวลาที่ใช้ต่อหลุมเฉลี่ย (วินาที)	ความลึกเฉลี่ย (เซนติเมตร)
1	1	13.35	11	11.29	10.75
	2	11.06	11		
	3	9.20	9		
	4	11.55	12		
2	1	9.05	11	10.22	11
	2	10.28	10		
	3	10.48	12		
	4	11.05	10		
3	1	9.89	11	10.22	10
	2	10.56	10		
	3	10.44	9		
	4	9.98	10		
4	1	10.88	10	10.76	10.5
	2	11.16	11		
	3	10.35	11		
	4	10.75	11		
		เฉลี่ย		**10.63**	**10.56**

(ก) (ข)

ภาพที่ 14 ขนาดหลุมดิน

3. ผลทดสอบชุดควบคุมอัตราหยอดและการปล่อยปุ๋ยในห้องปฏิบัติการ

การใส่ปุ๋ยมะม่วง ปุ๋ยเคมีใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกหลังตัดแต่งกิ่ง ครั้งที่ 2 หลังติดผล 1 เดือน ใส่ปุ๋ยสูตรเสมอ อัตรา 1 กิโลกรัม ต่อต้น หากต้องการฝังปุ๋ยจำนวน 8 หลุมรอบต้น ปริมาณปุ๋ยต่อหลุมที่ต้องใช้คือ 125

กรัม ต่อหลุม จึงได้ทำการทดสอบเพื่อสอบเทียบอัตราการหยอดปุ๋ย ความเร็วรอบหมุนของมอเตอร์ขับลูกหยอดที่ 60 rpm โดยเปรียบเทียบเฟืองขับลูกหยอด 2 ขนาด คือ เฟืองขนาด 15 ฟันและ 30 ฟัน เพื่อให้ได้ปริมาณปุ๋ยต่อหลุมที่ต้องการคือ 125 กรัมต่อหลุม ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4 และ 5

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบเพื่อสอบเทียบอัตราการหยอดปุ๋ย ใช้เฟืองขับลูกหยอดขนาด 15 ฟัน

เวลาทดสอบการหมุนของมอเตอร์ควบคุมการจ่ายปุ๋ย (วินาที)	ครั้งที่	อัตราปุ๋ย (กรัม)		ผลการทดสอบอัตราการหยอดปุ๋ยเฉลี่ย (กรัม)
		ช่องซ้าย	ช่องขวา	
2	1	56.55	53.68	52.95
	2	49.62	48.43	
	3	56.66	52.75	
3	1	70.27	67.58	68.59
	2	58.58	55.02	
	3	80.5	79.57	
4	1	101.1	98.85	102.04
	2	107.48	105.14	
	3	101.69	97.96	
5	1	132.37	128.34	125.34
	2	105.31	104.53	
	3	141.97	139.47	
6	1	156.02	152.72	145.38
	2	134.05	131	
	3	152.16	146.35	
7	1	184.58	177.89	197.11
	2	209.13	205.13	
	3	208.9	197.02	
8	1	233.7	230.06	213.74
	2	196.23	186.35	
	3	222.39	213.7	
9	1	261.01	252.4	251.93
	2	250.81	244.61	
	3	257.03	245.74	
10	1	280.7	273.36	271.05
	2	268.89	262.46	
	3	273.59	267.3	

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบเพื่อสอบเทียบอัตราการหยอดปุ๋ย ใช้เฟืองขับลูกหยอดขนาด 30 ฟัน

เวลาทดสอบการหมุนของมอเตอร์ควบคุมการจ่ายปุ๋ย (วินาที)	ครั้งที่	อัตราปุ๋ย (กรัม)		ผลการทดสอบอัตราการหยอดปุ๋ยเฉลี่ย (กรัม)
		ช่องซ้าย	ช่องขวา	
2	1	34.5	31.63	36.15
	2	41	33.35	
	3	39.07	37.35	
3	1	60.15	56.68	58.93
	2	59.53	56.65	
	3	61.86	58.74	
4	1	82.43	77.83	76.71
	2	82.43	78.83	
	3	76.19	73.48	
5	1	97.1	95.57	96.28
	2	102.35	98.74	
	3	99.27	94.54	
6	1	120.46	115.6	114.57
	2	117.3	112	
	3	123..6	116.2	
7	1	141.16	132.6	135.42
	2	145.54	136.9	
	3	143.29	136.8	
8	1	165.4	159.5	158.40
	2	165.5	163.1	
	3	155.3	152.6	
9	1	178.2	173.5	174.60
	2	182.55	179.4	
	3	176.51	170.9	
10	1	206.12	196.1	193.04
	2	205.9	195.4	
	3	195.48	187.6	

จากผลการทดสอบการสอบเทียบอัตราการหยอดปุ๋ย พบว่าที่ ที่ความเร็วรอบหมุนของมอเตอร์ขับลูกหยอด 60 rpm ขนาดเฟืองขับลูกหยอด 15 ฟัน และเวลาหมุนของมอเตอร์ควบคุมการจ่ายปุ๋ย 5 วินาที ควบคุมอัตราการหยอดได้อย่างแม่นยำ ได้ปริมาณปุ๋ยเฉลี่ย 125.34 กรัม ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณปุ๋ยต่อหลุมที่ต้องการคือ 125 กรัมต่อหลุม จึงเลือกใช้ขนาดเฟืองขับลูกหยอด 15 ฟัน ดังภาพที่ 14 และเลือกเวลาหมุนของมอเตอร์ควบคุมการจ่ายปุ๋ย 5 วินาที สำหรับการป้อนค่าเวลา (วินาที) ให้กับชุดควบคุมการหยอดปุ๋ย

กรมวิชาการเกษตร

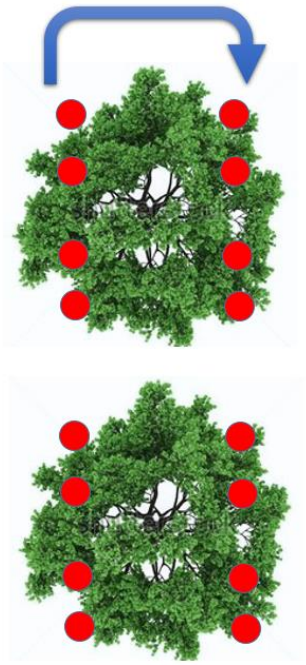
ภาพที่ 15 การทดสอบการสอบเทียบอัตราการหยอดปุ๋ย

ภาพที่ 16 เฟืองขับลูกหยอด

ภาพที่ 17 ต้นแบบเครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดอัตโนมัติ

4. ผลการทดสอบความสามารถการทำงาน

การทดสอบการทำงานของต้นแบบเครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดอัตโนมัติ ติดตั้งพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์ยี่ห้อคูโบต้า รุ่น B2420 ขนาด 24 แรงม้า ดำเนินการทดสอบการเจาะหลุม หยอดปุ๋ยและกลบ 8 หลุมรอบต้นใต้ทรงพุ่ม แนวการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์ ดังแสดงในภาพที่ 15 การทดสอบในสภาพการใช้งานจริงในแปลง ดังแสดงในภาพที่ 16 และ 17 ซึ่งมีผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 6



ภาพที่ 18 รูปแบบการเคลื่อนที่สำหรับการเจาะหลุมและการหยอดปุ๋ย 8 หลุมรอบต้น

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบความสามารถการทำงานเครื่องต้นแบบ

	แปลงที่1	**แปลงที่2**
ความชื้นดินแปลงทดสอบ (%wb)	2.61	15.03
ความหนาแน่นดินสภาพแห้ง (g/cm^3)	2.30	2.13
เวลาเฉลี่ยในการเจาะหลุมและหยอดปุ๋ยต่อครั้ง (s)	23.82	20.47
ความสามารถในการทำงาน (rai/h)	0.97	1.07
อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (l/rai)	2.86	2.65

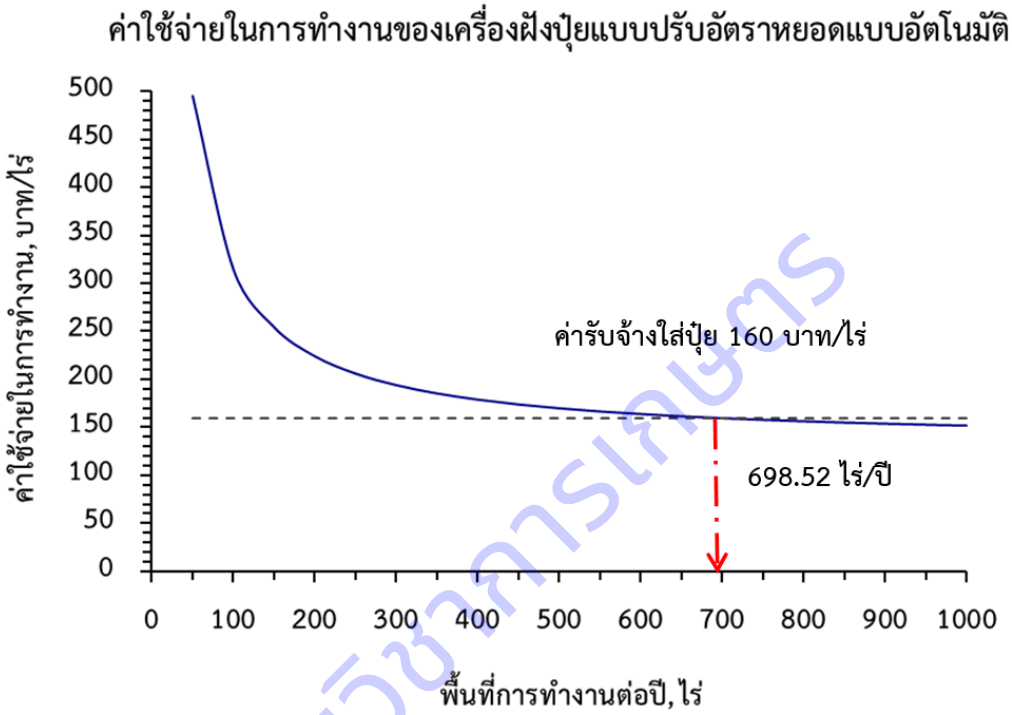
จากผลการทดสอบในแปลงที่มีความชื้นดินต่างกัน คือ แปลงที่มีความชื้นดิน 2.61 % (มาตรฐานเปียก) ความหนาแน่นดินสภาพแห้ง 2.30 g/cm3 พบว่า มีเวลาเฉลี่ยในการเจาะหลุมและหยอดปุ๋ยต่อครั้ง (2 หลุม) ที่ 23.82 วินาที มีความสามารถการทำงาน 0.97 ไร่/ชั่วโมง อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 2.86 ลิตร/ไร่ และแปลงที่มีความชื้นดิน 15.03 % (มาตรฐานเปียก) ความหนาแน่นดินสภาพแห้ง 2.13 g/cm^3 พบว่า มีเวลาเฉลี่ยในการเจาะหลุมและหยอดปุ๋ยต่อครั้ง (2 หลุม) ที่ 20.47 วินาที มีความสามารถการทำงาน 1.07 ไร่/ชั่วโมง อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 2.65 ลิตร/ไร่

ภาพที่ 19 การทดสอบเครื่องต้นแบบในภาคสนาม

5. การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุน (Break-even Point, BEP) ของการใช้งานเครื่อง โดยเปรียบเทียบการใช้เครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดอัตโนมัติ และการใช้แรงงานคนฝังปุ๋ย กำหนดให้ราคาของรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า ราคา 320,000 บาท และการใช้งานรถแทรกเตอร์เพื่อใส่ปุ๋ยประมาณ 25% ของการใช้งานทั้งหมด เครื่องใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบแยกถังปุ๋ยราคา 65,000 บาท (ภาคผนวก-ข)

จากการคำนวณสามารถเขียนกราฟแสดงความความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายในการใช้งานเครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดอัตโนมัติ กับ การใช้แรงงานคนฝังปุ๋ยได้ดัง รูปที่ 20



รูปที่ 20 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่การใช้งานต่อปี กับค่าใช้จ่ายในการใช้งาน

การใช้งานเครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดอัตโนมัติมีจุดคุ้มทุน (Break-even Point, BEP) เท่ากับ 698.52 ไร่/ปี กล่าวคือ เกษตรกรที่จะซื้อเครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดอัตโนมัติ ไปใช้งานหรือนำไปรับจ้างในการฝังปุ๋ยในแปลงมะม่วงหรือแปลงไม้ผลอื่นๆควรมีพื้นที่การใช้งานไม่น้อยกว่า 698.52 ไร่/ปี และใช้งานอย่างน้อยเป็นระยะเวลา 8 ปี จึงจะคุ้มในการใช้งานหรือรับจ้าง ดังแสดงในภาพที่ 20

กรมวิชาการเกษตร

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

เครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดแบบอัตโนมัติสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็กในสวนมะม่วง ที่ออกแบบ มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ ถังใส่ปุ๋ย ความจุถัง 40 กิโลกรัม ชุดหัวขุดดินควบคุมด้วยระบบไฮโดรลิค ชุดลูกหยอดขับปุ๋ย ชุดควบคุมการปล่อยปุ๋ย ชุดกลบดิน และ ระบบควบคุมอัตราการหยอดปุ๋ยนี้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ 250 วัตต์ เพื่อควบคุมการจ่ายปุ๋ยตามอัตราการที่กำหนด การทำงานของเครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดแบบอัตโนมัติ ชุดหัวขุดจะเจาะหลุมดินกว้าง 10 เซนติเมตร ลึกประมาณ 10-20 เซนติเมตร ขณะเดียวกันปุ๋ยจากถังไหลลงท่อตามค่าที่กำหนดไว้ ไปที่ขาที่ติดอยู่ที่ชุดขุดและถูกปล่อยลงหลุม จากนั้นมีชุดกลบดิน จากผลการทดสอบในแปลงที่มีความชื้นดินต่างกัน คือ แปลงที่มีความชื้นดิน 2.61 % (มาตรฐานเปียก) ความหนาแน่นดินสภาพแห้ง 2.30 g/cm3 พบว่า มีเวลาเฉลี่ยในการเจาะหลุมและหยอดปุ๋ยต่อครั้ง (2 หลุม) ที่ 23.82 วินาที มีความสามารถการทำงาน 0.97 ไร่/ชั่วโมง อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 2.86 ลิตร/ไร่ และแปลงที่มีความชื้นดิน 15.03 % (มาตรฐานเปียก) ความหนาแน่นดินสภาพแห้ง 2.13 g/cm3 พบว่า มีเวลาเฉลี่ยในการเจาะหลุมและหยอดปุ๋ยต่อครั้ง (2 หลุม) ที่ 20.47 วินาที มีความสามารถการทำงาน 1.07 ไร่/ชั่วโมง อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 2.65 ลิตร/ไร่ จากการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ จุดคุ้มทุน (Break-even Point, BEP) ของเครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดแบบอัตโนมัติสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก โดยเกษตรกรที่จะซื้อรถแทรกเตอร์พร้อมเครื่องไปใช้งานหรือนำไปรับจ้างควรมีพื้นที่การใช้งานไม่น้อยกว่า 698.52 ไร่/ปี และใช้งานอย่างน้อยเป็นระยะเวลา 8 ปี จึงจะคุ้มในการใช้งานหรือรับจ้างใส่ปุ๋ย ซึ่งเทคโนโลยีที่ได้จากงานวิจัยนี้จะเป็นการก้าวไปสู่การทำเกษตรแบบแม่นยำที่ช่วยให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช

กรมวิชาการเกษตร

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. เอกสารวิชาการลำดับที่ 8/2548. 121 หน้า

กรมวิชาการเกษตร. 2556. การผลิตมะม่วงคุณภาพเพื่อการส่งออกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน(ฉบับปรับปรุง2556). แหล่งข้อมูล:http://www.doa.go.th/learn/index.php?mod=Courses&op=course_Lesson&cid=23&sid (สืบค้นเมื่อ 19 พฤษภาคม 2561)

กรมวิชาการเกษตร 2559. ยุทธศาสตร์การพัฒนางานวิจัยมะม่วง พ.ศ. 2559-2563. แหล่งข้อมูล: http://www.doa.go.th/hortold/index.php?option=com_content&view=article&id=322:strategyhort5963&catid=2:project&Itemid=105 (สืบค้นเมื่อ 19 พฤษภาคม 2561)

ขนิษฐ์ หว่านณรงค์ และคณะ. 2558. การออกแบบและพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยอัตโนมัติตามการวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อย. รายงานโครงการวิจัยปี 2558 กรมวิชาการเกษตร 69 น.

ขนิษฐ์ หว่านณรงค์ และคณะ. 2560. วิจัยและพัฒนาเครื่องใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบแยกถังปุ๋ยสำหรับอ้อย. รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด 2560. สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร.

ขนิษฐ์ หว่านณรงค์ และคณะ. 2561. วิจัยและพัฒนาเครื่องใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบแยกถังปุ๋ยสำหรับอ้อย. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 19, ศูนย์ประชุมนานาชาติจุฬาภรณ์ (วรวนา หัวหิน โฮเต็ล แอนด์ คอนเวนชั่น) อ.หัวหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์

ชูชาติ วัฒนวรรณ. 2556. การจัดการคุณภาพในระบบโซ่อุปทานมะม่วงเพื่อการส่งออก. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ.

ทวีศักดิ์ แสงอุดม. 2560. การเพิ่มศักยภาพการผลิตมะม่วงไทยเพื่อการแข่งขันเมื่อก้าวสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. แหล่งข้อมูล:http://www.doa.go.th/hort/index.php?option=com_content&view=article&id=131:2016-11-29-08-45-18&catid=92&Itemid=477 (สืบค้นเมื่อ 19 พฤษภาคม 2561)

มงคล คธาพันธุ์. 2560. การพัฒนาเครื่องใส่ปุ๋ยแบบเจาะหลุมอัตโนมัติสำหรับยางพารา. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี: นครราชสีมา

มงคล คธาพันธุ์และคณะ. 2561.การเพิ่มสมรรถนะการทางานของเครื่องใส่ปุ๋ยแบบหยอดหลุมอัตโนมัติสำหรับพืชสวน. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 19, ศูนย์ประชุมนานาชาติจุฬาภรณ์ (วรวนา หัวหิน โฮเต็ล แอนด์ คอนเวนชั่น) อ.หัวหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์

วินิต ชินสุวรรณ. 2525. ระบบไฮดรอลิค. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. 127 หน้า

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. สินค้าเกษตร: มะม่วง. แหล่งข้อมูล:http://mis-app.oae.go.th/product/%E0%B8%A1%E0%B8%B0%E0%B8%A1%E0%B9%88%E0%B8%A7%E0%B8%8 (สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2562)

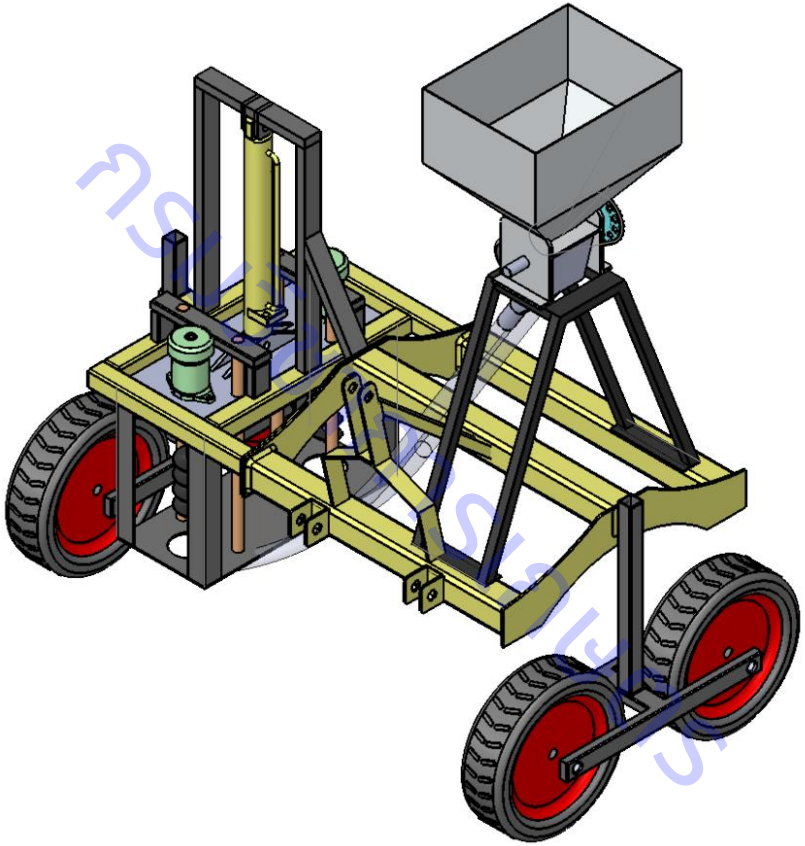
R.L. Parish, P.P. Chaney, W.A. Meadows and D.L. Fuller. (1988). A dibble fertilizer applicator for containers in nursery beds. J. Environ. Hort. 6(2):63-66.

กรมวิชาการเกษตร

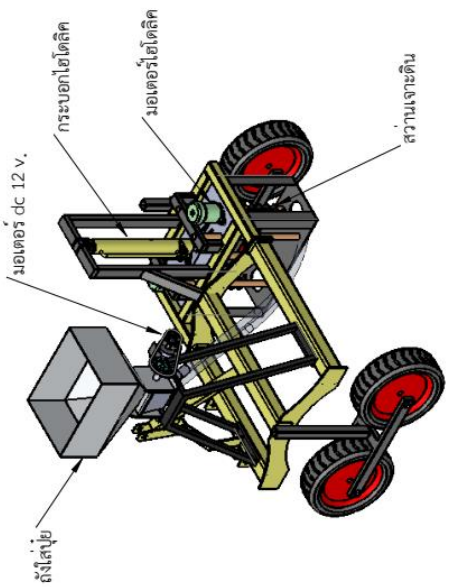
ภาคผนวก ก

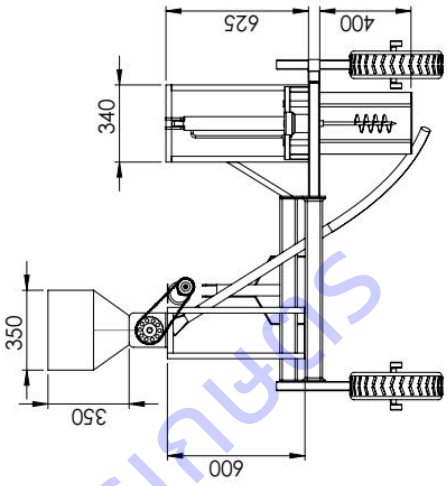
แบบแสดงส่วนประกอบและขนาดของเครื่อง

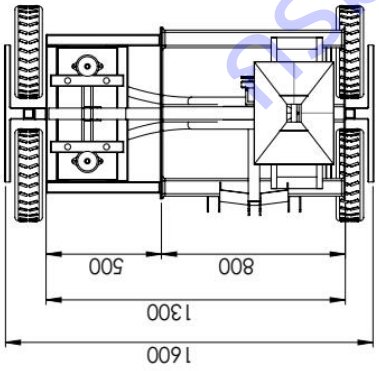
กรมวิชาการเกษตร

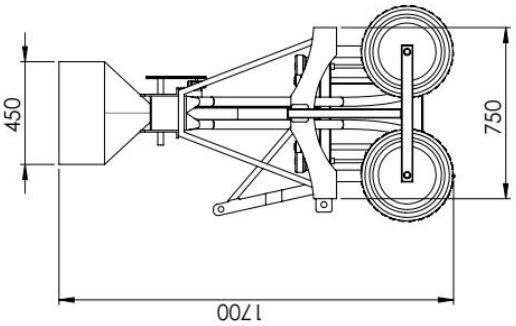


ผู้เขียน	นายอาธร พรบุญ	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
ผู้ตรวจ		
ผู้ออกแบบ	นายธนพงศ์ แสนจุ้ม	
มาตราส่วน 1 : 10	เครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดอัตโนมัติ	หน้า : 1









ผู้เขียน	นายอดิศร พรานูญ	สถาบันวิจัยและพัฒนาเกษตรวิศวกรรม	
ผู้ตรวจ			
ผู้ออกแบบ	นายธนพงศ์ แสนจุ่ม	เครื่องผสมปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดอัตโนมัติ	
มาตราส่วน	1 : 20		หน้า : 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

การคำนวณจุดคุ้มทุนของเครื่องเครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดอัตโนมัติ

กรมวิชาการเกษตร

การคำนวณจุดคุ้มทุนของเครื่อง

กำหนดให้ราคาของรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า ราคา 320,000 บาท และการใช้งานรถแทรกเตอร์เพื่อใส่ปุ๋ยประมาณ 25% ของการใช้งานทั้งหมด เครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดอัตโนมัติ ราคา 65,000 บาท รวมราคาทั้งหมด 385,000 บาท โดยใช้งานรถแทรกเตอร์ 10 ปี และอุปกรณ์ 8 ปี

ค่าในการคำนวณต้นทุนค่าใช้จ่ายของแทรกเตอร์ต้นกำลัง

ราคารถแทรกเตอร์, P	= 320,000	บาท
ราคาซาก, S	= 25 %ของ P	บาท
อายุการใช้งาน, N	= 10	ปี
อัตราดอกเบี้ย, i	= 5.5	เปอร์เซ็นต์/ปี
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	= 27.84 (24 พ.ย. 2564)	บาท/ลิตร
อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง	= 2.65	ลิตร/ไร่
ค่าน้ำมันหล่อลื่น	= 10% ของค่าน้ำมัน	
ค่าแรงขับรถแทรกเตอร์	= 300	บาท/วัน/คน
ค่าบำรุงรักษารถแทรกเตอร์	= 0.50% ของP/100 ชั่วโมง	บาท/ชั่วโมง

ค่าในการคำนวณต้นทุนค่าใช้จ่ายของเครื่อง

ราคา, P_1	65,000	บาท
ราคาซาก, S_1	10%ของ P_1	บาท
อายุการใช้งาน, N_1	8	ปี
อัตราดอกเบี้ย, i_1	5.5	เปอร์เซ็นต์ต่อปี
ค่าบำรุงรักษา	0.5% ของ P_1/100ชั่วโมง	บาท/ชั่วโมง
ความสามารถการทำงาน	1.07	ไร่/ชั่วโมง
พื้นที่ทำงานต่อปี	A	ไร่

การคำนวณต้นทุนต่อปีของรถแทรกเตอร์

ราคารถแทรกเตอร์	320,000	บาท
<u>ค่าต้นทุนคงที่:</u>		
ค่าเสื่อมราคา	24,000	บาท/ปี
ค่าดอกเบี้ยในการลงทุน	11,000	บาท/ปี
รวมต้นทุนคงที่	35,000	บาท/ปี
ต้นทุนคงที่ในการเป็นต้นกำลังของเครื่องฝังปุ๋ย (หนึ่งในสี่ของค่าใช้จ่ายคงที่รวม)	8,750	บาท/ปี

กรมวิชาการเกษตร

ค่าต้นทุนผันแปร:

ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	78.94	บาท/ชั่วโมง
ค่าน้ำมันหล่อลื่น	7.89	บาท/ชั่วโมง
ค่าแรงขับรถแทรกเตอร์ 1คน	37.50	บาท/ชั่วโมง
ค่าบำรุงรักษารถแทรกเตอร์	16	บาท/ชั่วโมง
รวมค่าต้นทุนผันแปรของรถแทรกเตอร์	140.33	บาท/ชั่วโมง

การคำนวณต้นทุนต่อปีของเครื่องใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบแยกถังปุ๋ย

ราคา, P	65,000	บาท
ค่าต้นทุนคงที่:		
ค่าเสื่อมราคา	7,312.50	บาท/ปี
ค่าดอกเบี้ยในการลงทุน	1,966.25	บาท/ปี
ค่าต้นทุนคงที่ของรถแทรกเตอร์	8,750	บาท/ปี
รวมค่าต้นทุนคงที่	18,028.75	บาท/ปี

ค่าต้นทุนผันแปร:

ค่าบำรุงรักษาเครื่องฝังปุ๋ย	3.25	บาท/ชั่วโมง
ค่าต้นทุนผันแปรของรถแทรกเตอร์	140.33	บาท/ชั่วโมง
รวมค่าต้นทุนผันแปร	143.58	บาท/ชั่วโมง
ความสามารถการทำงาน	1.07	ไร่/ชั่วโมง
รวมค่าต้นทุนผันแปร	134.19	บาท/ไร่

ความสัมพันธ์ของต้นทุนต่อปีในการใช้เครื่องใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบแยกถังปุ๋ยต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (A) สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

ต้นทุนต่อปีในการใช้เครื่องเครื่องใส่ปุ๋ย, บาท/ไร่ = ต้นทุนคงที่ + ต้นทุนผันแปร

= (18,028.75/A) + 134.19 (1)

จุดที่คุ้มทุนของเครื่องฝังปุ๋ยแบบปรับอัตราหยอดอัตโนมัติ สามารถคำนวณได้เมื่อต้นทุนในการใช้งานเครื่องใส่ปุ๋ย ในสมการที่ (1) เท่ากับราคารับจ้างฝังปุ๋ยในปัจจุบันเท่ากับ 180 บาท/ไร่

ต้นทุนในการใช้งานเครื่องใส่ปุ๋ย = ค่ารับจ้างฝังปุ๋ย

(18,028.75/A) + 134.19 = 160

A = 698.52 ไร่/ปี

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก ค.

การทดสอบเครื่องต้นแบบในแปลงทดลองภาคสนาม

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 21 ส่วนประกอบของเครื่องต้นแบบ

ภาพที่ 22 การทดสอบเครื่องต้นแบบในแปลงทดลองภาคสนาม

ภาพที่ 23 การทดสอบเครื่องต้นแบบในแปลงทดลองภาคสนาม

ภาพที่ 24 ทดสอบหาอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

ภาพที่ 25 การเจาะหลุม

ภาพที่ 26 การหยอดปุ๋ย