

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การออกแบบและพัฒนาเครื่องหว่านปุ๋ยในสวนปาล์มน้ำมันแบบต่อพ่วงรถ
แทรกเตอร์

แหล่งเงิน งบประมาณเงินรายได้

ประจำปีงบประมาณ 2555 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 250,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 18 เดือน ตั้งแต่ ตุลาคม 2554 ถึง มีนาคม 2556

นายณัฐพงศ์ รัตนเดช (หัวหน้าโครงการ)

นายจรัสชัย เย็นพยัคฆ์ (ผู้ร่วมโครงการ)

นายพงษ์ศักดิ์ กฤตยพรพงศ์ (ผู้ร่วมโครงการ)

คณะวิทยาเขตชุมพร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

ในการศึกษานี้ มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาต้นแบบเครื่องหว่านปุ๋ยแบบ Multi-Fertilizer ชนิดต่อ พ่วงรถแทรกเตอร์สำหรับสวนปาล์มน้ำมัน โดยใช้กลไกในการหว่าน 2 ชนิดร่วมกันคือ จานเหวี่ยง และ ระบบลมเพื่อหว่านปุ๋ย 4 ชนิด โดยออกแบบให้ KCL ใช้ระบบลม ส่วน Urea, DAP, MgO ใช้จานเหวี่ยง เครื่องหว่านปุ๋ยนี้จะมีส่วนประกอบหลักๆ เพื่อทำการหว่านปุ๋ยอยู่ 2 ส่วน คือ กำหนดปริมาณการจ่ายปุ๋ย และกลไกการหว่านปุ๋ย การกำหนดปริมาณการจ่ายปุ๋ยถูกขับโดยล้อดินเพื่อควบคุมอัตราการจ่ายปุ๋ย กลไกการหว่านปุ๋ยจะรับกำลังจากเพลาลูกเบี้ยว และถูกส่งถ่ายกำลังออกเป็น 2 ส่วนๆ คือ ส่งถ่ายกำลังไป ที่โบลเวอร์ และจานเหวี่ยงซึ่งมีทั้งหมด 3 จานด้วยความเร็วคงที่และการกำหนดปริมาณปุ๋ยโดยใช้ Metering Device ซึ่งจะรับกำลังมาจากการหมุนของล้อสามารถตัดกำลังการหมุนได้ในขณะวิ่งที่หัว งาน และปริมาณอัตราการจ่ายปุ๋ยแต่ละชนิดสามารถปรับขนาดช่องเปิดเหนือชุดครีบลูกเบี้ยวได้ ซึ่งผลการ ทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องหว่านปุ๋ยในแปลงปาล์มน้ำมันของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร พบว่า ความสามารถทางไร่ คือ 55.15 ไร่/ชั่วโมง ประสิทธิภาพทางไร่ คือ 96.85 % เมื่อทำงานที่ความเร็วทางตรง 5.84 km/hr ความสามารถในการ หว่านโดยเฉลี่ยของปุ๋ย Urea, DAP, MgO และ KCL เท่ากับ 2.66, 4.93, 2.89 และ 8.81 g/m² ตามลำดับ และความสม่ำเสมอในการหว่าน (%CV of deposit rate หรือ Coefficient of Variation) ของปุ๋ย แต่ละชนิดในเงื่อนไขการทำงานจริงในแปลง ซึ่งประกอบไปด้วย Urea, DAP, MgO และ KCL คือ 173.28, 155.52, 205.88 และ 147.9 ตามลำดับ

คำสำคัญ : เครื่องหว่านปุ๋ย พ่วงท้ายแทรกเตอร์ ปาล์มน้ำมัน

Research Title: Design and Development of Fertilizer Applicator Attach to Tractor for Oil Palm Plantation

Researcher: Mr. Nuttapong Ruttanadech

Mr. Charatchai Yenphayab

Mr. Pongsak Krittayapornpong

Faculty: Chumphon campus **Department:** Engineering

ABSTRACT

This study aims to develop the multi-fertilizer applicator for oil palm plantation to achieve site-specific application method. The prototype was installed with 2 distributing mechanisms include centrifugal disc and pneumatic system to provide 4 primary fertilizers simultaneously. The Potassium chloride (KCl) was distributed by pneumatic mechanism, the other 3 fertilizers include Urea, Di-ammonium phosphate (DAP) and Kieserite (MgO), were distributed by centrifugal disc. The applicator compose of 2 majors components were metering unit and distributing unit, the metering unit was driven by ground wheel to control application rate consists in traveling distance and distributing unit was driven by PTO (Power take-off) shaft of tractor to operate blower for pneumatic system and to spin 3 centrifugal discs with constant rotation speed. The transmission of metering unit through ground wheel could cut-off when travel in the head land and the amount of application rate could adjust by vary size of feed gate above the fluted roller, to verify proper application rate for each specific requirement of each oil palm plantation. The field test was established to evaluate the performance of this prototype in actual oil palm plantation of KMITL Chumphon campus. The field test aimed to verify performance indexes of machinery, includes actual field capacity of 55.15 rai/hr, field efficiency of 96.8%, when operated at forward speed of 5.84 km/hr. The quality of distribution pattern was defined by deposit rate (g/m²) and uniformity index (Coefficient of variation; %CV). The result shown that deposit rate for Urea, DAP, MgO and KCl of 2.66, 4.93, 2.89, and 8.81 g/m² respectively and %CV for Urea, DAP, MgO and KCl of 173.28, 155.52, 205.88 and 147.9 respectively.

Keywords : multi-fertilizer applicator, attach to tractor, oil palm

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ทีมงานทุกท่าน รวมถึงนักศึกษาช่วยวิจัย ที่ได้ร่วมมือร่วมใจกันจนโครงการวิจัยนี้ได้สำเร็จลุล่วงลงได้ ขอขอบคุณ คุณฉาแวณ คำดี และคุณชวลิต ทองปาน ทีมช่างเทคนิคจาก จังหวัดราชบุรี ที่ให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการจัดสร้างเครื่องหว่านปุ๋ย ขอขอบคุณช่างเทคนิค อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมเกษตร อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล และงานฟาร์มวิทยาเขตชุมพร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการ และแปลงปาล์มน้ำมัน ที่ใช้สำหรับทดสอบจริง ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ครูบา อาจารย์ ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำ และให้กำลังใจในการทำงานมาโดยตลอด โครงการวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555

ณัฐพงศ์ รัตนเดช
จรัสชัย เย็นพยัคฆ์
พงษ์ศักดิ์ กฤตยพรพงศ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของปาล์มน้ำมัน	6
2.2 การจัดการสวนปาล์มน้ำมัน	7
2.3 การจัดการปุ๋ยสำหรับปาล์มน้ำมัน	9
2.4 การจัดการปุ๋ยสำหรับปาล์มน้ำมันในกรณีที่เกิดปัญหารุนแรง	10
2.5 ปริมาณปุ๋ยที่ให้แก่ต้นปาล์มตามช่วงอายุ	13
2.6 ลักษณะของปุ๋ยที่ใช้ในการทดสอบ	15
2.7 เครื่องจักรกลทางการเกษตรที่ใช้ในการใส่ปุ๋ย	15
2.8 หลักการออกแบบถังบรรจุ (Hopper)	19
2.9 ทฤษฎีจานเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง	21
2.10 หลักการลำเลียงวัสดุด้วยลม (Pneumatic Conveyor)	22
2.11 การพัฒนาเครื่องหว่านปุ๋ย	24
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	28
3.1 การวิเคราะห์รูปแบบการทำงานของเครื่องหว่านปุ๋ย	28
3.2 การหาสมบัติทางกายภาพของปุ๋ย	28
3.3 การทดสอบหาเงื่อนไขในการออกแบบเครื่องหว่านปุ๋ยแบบ Multi-Fertilizer ชนิดต่อ พ่วงรถแทรกเตอร์สำหรับสวนปาล์มน้ำมัน	30
3.4 การออกแบบเครื่องหว่านปุ๋ย	36
3.5 การทดสอบเครื่องหว่านปุ๋ยแบบ Multi-fertilizer ชนิดต่อพ่วงรถแทรกเตอร์สำหรับ ปาล์มน้ำมัน	42
บทที่ 4 ผลการวิจัย	46
4.1 การหาสมบัติทางกายภาพของปุ๋ย	46

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2 การทดสอบหาเงื่อนไขในการออกแบบเครื่องหว่านปุ๋ยแบบ Multi-Fertilizer ชนิดต่อ พ่วงรถแทรกเตอร์สำหรับสวนปาล์มน้ำมัน	47
4.3 การทดสอบเครื่องหว่านปุ๋ยแบบ Multi-fertilizer ชนิดต่อพ่วงรถแทรกเตอร์สำหรับ ปาล์มน้ำมัน	55
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	61
5.1 สรุปผลการวิจัย	61
5.2 ข้อเสนอแนะ	61
เอกสารอ้างอิง	62
ภาคผนวก	64
ภาคผนวก ก.	64
ประวัตินักวิจัย	67

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ระยะปลูกแบบสามเหลี่ยมต่างๆ	9
2.2 ธาตุอาหารสะสมในช่วงการเจริญเติบโต 9 ปีแรก	10
2.3 การใส่ปุ๋ยตามช่วงอายุพืช ความแห้งแล้ง และชนิดของดิน	13
2.4 การใส่ปุ๋ยเดี่ยว (N, P, K) ตามอายุพืช ความแห้งแล้ง และชนิดของดิน	14
2.5 การใส่ปุ๋ยคีเซอไรท์ (MgO) และโบแรกซ์ (B) ตามอายุพืช	14
2.6 แสดงการใส่ปุ๋ยเคมีเชิงเดี่ยว	14
2.7 คุณสมบัติทางกายภาพของปุ๋ยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องหว่านปุ๋ย	15
2.8 ค่า Fitting loss coefficient for turbulent flow	24
2.9 ค่า Pressure drop for pneumatic conveying accessories	24
2.10 เปรียบเทียบการพัฒนาเครื่องหว่านปุ๋ยสำหรับสวนปาล์มน้ำมัน	27
3.1 ปริมาณความต้องการธาตุอาหารของต้นปาล์มน้ำมันโตเต็มวัย	36
3.2 อัตราการจ่ายปุ๋ยต่อหน้าที่เมื่อทำงานที่ความเร็วทางตรง 5 กม./ชม.	38
3.3 มุมเสียดทานและค่าความเสียดทานของปุ๋ยกับพื้นผิวเหล็ก	38
3.4 ความหนาแน่นของปุ๋ยแต่ละชนิด	39
3.5 สัดส่วนการบรรจุปุ๋ยทั้ง 4 ชนิดของถังบรรจุปุ๋ย	39
3.6 ความต้องการปุ๋ย/ไร่	39
3.7 ผลการคำนวณออกแบบจานเหวี่ยงโดยแสดงตัวแปร $\theta, V_{hr}, \beta, t, h$	40
4.1 แสดงมุมลื่นไถลและสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของปุ๋ย	46
4.2 แสดงค่าความหนาแน่นและขนาดของเม็ดปุ๋ย	46
4.3 การกำหนดขนาดช่องเปิดที่เหมาะสมของปุ๋ยแต่ละชนิดเมื่อกำหนดความเร็วใช้งาน Metering Device 90 ± 10 rpm	49
4.4 แสดงค่าการไหลในท่อที่ตำแหน่งท่อหลักก่อนทางแยก	52
4.5 แสดงความเร็วและความดันลมในท่อที่ตำแหน่งต่างๆ ของท่อแยกด้านซ้าย	53
4.6 แสดงความเร็วและความดันลมในท่อที่ตำแหน่งต่างๆ ของท่อแยกด้านขวา	53
4.7 การตรวจสอบอัตราการจ่ายปุ๋ยของระบบลมที่ออกผ่านท่อแยกทั้ง 2 ด้าน	54
4.8 อัตราการจ่ายปุ๋ยที่ได้จริงจากระบบลม	55
4.9 แสดงร้อยละการลื่นไถลของล้อรถพ่วง (เครื่องหว่านปุ๋ย) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าทฤษฎี	57
4.10 ก. แสดงเวลาที่ใช้ในการทดลองตามเงื่อนไขต่างๆ	57
4.10 ข. แสดงระยะทางและน้ำหนักปุ๋ยที่ใช้ในการทดสอบที่เงื่อนไขต่างๆ ดังตารางที่ 4.10 ก.	58

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 ชนิดปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรใช้	2
1.2 ความรู้ในการกำหนดปริมาณปุ๋ยของเกษตรกร	2
1.3 แผนผังแสดงตำแหน่งของการหว่านปุ๋ยแต่ละชนิด	3
2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของปาล์มน้ำมัน	7
2.2 ผังการปลูกปาล์มน้ำมันแบบสามเหลี่ยมด้านเท่า ระยะปลูก 9.00 เมตร	8
2.3 ผลผลิตปาล์มน้ำมันสะสมรวมที่มีจำนวนต้น/ไร่ต่างกัน	8
2.4 แสดงอาการขาดธาตุไนโตรเจน	11
2.5 แสดงอาการขาดธาตุฟอสฟอรัส	11
2.6 แสดงอาการขาดธาตุโพแทสเซียม	12
2.7 แสดงการขาดธาตุแมกนีเซียม	13
2.8 ลักษณะของปุ๋ยชนิดต่างๆ	15
2.9 ตัวอย่างเครื่องหว่านปุ๋ยแบบจานเหวี่ยง	17
2.10 ตัวอย่างเครื่องหว่านปุ๋ยแบบรางแกว่ง	17
2.11 ตัวอย่างเครื่องหว่านปุ๋ยระบบลม	17
2.12 กลไกแบบเกลียวนำปุ๋ย	18
2.13 กลไกแบบแผ่นเลื่อน	18
2.14 กลไกแบบลูกกลิ้งเซาะร่อง	19
2.15 กลไกแบบเฟืองวงดาว	19
2.16 การไหลของวัสดุเม็ดออกจากถัง	20
2.17 การไหลกับความเสียดทานของวัสดุกับผนังและมุมเอียงของถังบรรจุ	20
2.18 อุปกรณ์สำหรับหามุมกองของวัสดุ	21
2.19 ด้านข้างของจานเหวี่ยง	21
2.20 การเคลื่อนที่ของอนุภาค	22
2.21 ความดันสูญเสียเปรียบเทียบกับความเร็วของกระแสอากาศ	23
2.22 แสดงผลเฉลี่ยอัตราเร็วและปริมาณลมที่ความดันต่ำในระบบขนถ่ายด้วยลมของวัสดุ	23
2.23 เครื่องหว่านปุ๋ยแบบจานเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง	25
2.24 เครื่องหว่านปุ๋ยแบบระบบลม	25
2.25 เครื่องหว่านปุ๋ยแบบใช้ลมและจานเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง	26
2.26 แบบเครื่องให้ปุ๋ยระบบ VRT บนรถ 4WD	26
3.1 แสดงตัวอย่างการทดสอบค่ามุมลื่นไถลของเม็ดปุ๋ย	29
3.2 การทดสอบหาความหนาแน่นของปุ๋ย	30
3.3 เครื่องทดสอบคัดขนาดชนิดสันสี่เหลี่ยม	30
3.4 ชุดทดสอบการกำหนดปริมาณปุ๋ย Metering Device	31
3.5 กรวยกำหนดอัตราการจ่ายปุ๋ย	32
3.6 แสดงห้องทดสอบกลไกการหว่านแบบจานเหวี่ยง	33
3.7 แสดงมุมเริ่มต้น (ในการปล่อยปุ๋ย) บนจานเหวี่ยง	33

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.8 แสดงมุมเริ่มต้น (ในการปล่อยปุ๋ย) และมุมระหว่างกรวยบนจานเหวี่ยง	33
3.9 ชุดทดสอบกลไกการหว่านระบบลม	35
3.10 การทดสอบความเร็วและความดันในท่อ	35
3.11 การทดสอบอัตราการจ่ายปุ๋ยของระบบลมที่ออกผ่านท่อแยกทั้ง 2 ด้าน	35
3.12 แบบจำลองเครื่องหว่านปุ๋ยแบบ Multi-Fertilizer ชนิดต่อพ่วงรถแทรกเตอร์สำหรับสวนปาล์มน้ำมัน	37
3.13 แบบจำลองชุดกำหนดปริมาณปุ๋ย (Metering Device)	38
3.14 แบบจำลองชุดถังบรรจุปุ๋ย (Hopper)	39
3.15 แบบจำลองกลไกจานเหวี่ยง	40
3.16 แบบจำลองระบบลำเลียงปุ๋ยด้วยลม	41
3.17 แบบจำลองระบบส่งถ่ายกำลัง	41
3.18 แผนผังการทดสอบในแปลงปาล์มน้ำมัน	44
3.19 แผนผังการวางกล่องเก็บตัวอย่างปุ๋ยในแปลงทดสอบ	45
4.1 ผลระหว่างความเร็วรอบกับขนาดช่องเปิดที่มีผลต่ออัตราการจ่ายปุ๋ย Urea	47
4.2 ผลระหว่างความเร็วรอบกับขนาดช่องเปิดที่มีผลต่ออัตราการจ่ายปุ๋ย DAP	48
4.3 ผลระหว่างความเร็วรอบกับขนาดช่องเปิดที่มีผลต่ออัตราการจ่ายปุ๋ย MgO	48
4.4 ผลระหว่างความเร็วรอบกับขนาดช่องเปิดที่มีผลต่ออัตราการจ่ายปุ๋ย KCl	49
4.5 ผลการหว่านปุ๋ย Urea	50
4.6 ผลการหว่านปุ๋ย DAP ที่มุมปล่อย 70 ด้วยอัตราการปล่อยปุ๋ย 9.19 kg/min	51
4.7 ผลการหว่านปุ๋ย MgO ที่มุมปล่อย 70 ด้วยอัตราการปล่อยปุ๋ย 9.19 kg/min	51
4.8 ผลการหว่านปุ๋ยที่ประสิทธิภาพลม 40 Hz	55
4.9 แสดงระบบกำลังจากเพลาทิทอ	56
4.10 แสดงระบบกลไกการจ่ายปุ๋ย	56
4.11 ผลการหว่านปุ๋ย Urea ในแปลงจริงที่มุมปล่อยปุ๋ย 50°	59
4.12 ผลการหว่านปุ๋ย DAP ในแปลงจริงที่มุมปล่อยปุ๋ย 70°	59
4.13 ผลการหว่านปุ๋ย MgO ในแปลงจริงที่มุมปล่อยปุ๋ย 70°	60
4.14 ผลการหว่านปุ๋ย KCl ในแปลงจริงด้วยระบบลม	60