

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การออกแบบและพัฒนาถังใส่ปุ๋ยเม็ดที่เหมาะสมสำหรับพืชไร่
Design and Development on an Optimal Granular Fertilizer Hopper for Field Crop



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 49948
วันที่เดือนปี..... 2 มิ.ย. 2547

b.....
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง การใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์จนจนกว่า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2545

การออกแบบและพัฒนาคลังใส่ปุ๋ยเม็ดที่เหมาะสมสำหรับพืชไร่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2545

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การออกแบบและพัฒนาถังใส่ปุ๋ยเม็ดที่เหมาะสมสำหรับพืชไร่

ผู้จัดทำ

1. นายหัตถุภักดิ์ อรรถนธีรทัต
2. นายทินกร รังสฤษฎ์วีระโชติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบและพัฒนาถังใส่ปุ๋ยเม็ดที่เหมาะสมสำหรับพืชไร่

นายหัตถุภากย์ อรรถนธีรทัต

นายทินกร รังสฤษฏ์วิระโชติ

ศศ. จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์สัตย์ลักษณ์ กิ่งทอง อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2545

บทคัดย่อ

การออกแบบและพัฒนาถังใส่ปุ๋ยเม็ดเพื่อแก้ปัญหาการกัดกร่อนของปุ๋ย และความสม่ำเสมอของอัตราการให้ปุ๋ย โดยถังใส่ปุ๋ยเม็ดทำด้วย พลาสติกพีวีซี ขนาด กว้าง x ยาว x สูง = 60 x 30 x 60 ซม. ขนาดบรรจุ 90 กิโลกรัม มีช่องทางออก 2 ทาง ติดตั้งอยู่บนเครื่องกำจัดวัชพืชแบบใบแกว่ง ต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ขนาด 45 แรงม้า ทำหน้าที่ให้ปุ๋ยกับพืชไร่ที่ปลูกเป็นแถว อุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ยแบบเกลียว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม. มีระยะห่างใบเกลียว 7.5 ซม. ทำงานที่ความเร็วรอบ 100 – 130 รอบต่อ นาที สามารถปรับอัตราการให้ปุ๋ยได้ในช่วง 5 – 90 กก./ไร่ ขนาดช่องทางออกของปุ๋ยสามารถปรับได้ตั้งแต่ 2 – 5 ซม. โดยมีหน้ากว้างการทำงาน 1.5 ม. ทำงานที่ความเร็วทางตรง 3.5 กม./ชม. มีความสามารถในการทำงาน ประสิทธิภาพทางไร่ร้อยละ 23.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Design and Development on an Optimal Granular Fertilizer Hopper for Field Crop

Hattapak Atchanateerat
Tinnakorn Rungsaritverachote
Asst.Prof. Jiraporn Benjaprakairat Advisor
Sunyaluck Kingthong Advisor
2002

ABSTRACT

This study centrally aims to design and develop the rectangular hopper for feeding fertilizer in order to overcome two major problem that always confront a designer. These problem are (1) how to improve a corrosion resistance of the hopper wall and (2) how to control the most profitable rate of fertilizer applications. The rectangular hopper having a cross section of 30 x 60 cm, an height of 60 cm, and being make of PVC sheet of 4 mm thickness was constructed. It is mounted on the 45 hp tractor to feed fertilizer for upland crops cultivated in rows of 0.75 m apart. The control unit consists of a screw feeder and two outlets whose openings can be adjusted. The screw feeder has a diameter of 30 cm and a pitch distance of 7.5 cm, and operates with a speed of 100-130 rpm. The opening size of the outlet can be varied from 2 sq.cm. to 5 sq.cm. On average the hopper contains a maximum weight of 90-kg fertilizer at a time. By analyzing the field data, it is revealed that field efficiency of 23 % could be obtained when working on a straight pass with a speed of 3.5 km/hr.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(ก-ข)
สารบัญรูปภาพ	(ค)
สารบัญตาราง	(ง)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์โครงการ	6
1.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	6
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการตั้งใส่ปุ๋ยเม็ด	8
2.1 ข้อมูลเบื้องต้นของการใส่ปุ๋ยเม็ดในพืชไร่	8
2.2 การใส่ปุ๋ยกับพืชไร่	10
2.3 การใส่ปุ๋ยเม็ดในพืชไร่	11
2.4 หลักการออกแบบถังใส่ปุ๋ยเม็ด	20
2.5 ถังใส่ปุ๋ยที่มีใช้ในปัจจุบัน	21
บทที่ 3 การออกแบบและสร้างเครื่อง	28
3.1 แนวทางในการออกแบบถังใส่ปุ๋ยเม็ด	28
3.2 การออกแบบและสร้างถังใส่ปุ๋ยเม็ด	29
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	34
4.1 คุณสมบัติทางกายภาพของปุ๋ยเม็ด	34
4.2 การทดลองในห้องปฏิบัติการ	34
4.3 การทดลองในภาคสนาม	40
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป	43
5.1 ปัญหาและอุปสรรค	43
5.2 สรุปผลการพัฒนาถังใส่ปุ๋ยเม็ดที่เหมาะสมสำหรับพืชไร่	44
5.3 แนวทางปรับปรุงและแก้ไข	44

สารบัญ(ต่อ)

ภาคผนวก	หน้า
ภาคผนวก ก.	44
ภาคผนวก ข. ตารางผลการทดลอง	49
ภาคผนวก ค. ผลวิเคราะห์ทางสถิติ	63
ภาคผนวก ง. กราฟ	86
กิตติกรรมประกาศ	101
เอกสารอ้างอิง	102



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	เครื่องกำจัดวัชพืชพร้อมใส่ปุ๋ยแบบทรงกระบอกเจาะรู	22
2.2	อุปกรณ์ใส่ปุ๋ยแบบทรงกระบอกเจาะรู	23
2.3	ถังใส่ปุ๋ยแบบจานหยอดแนวนอน	23
2.4	อุปกรณ์หยอดแบบแผ่นกลมเจาะรูแนวนอน และแผ่นปรับปริมาณปุ๋ย	24
2.5	ถังใส่ปุ๋ยแบบเกลียวต่ำ	24
2.6	ลักษณะเกลียวต่ำ จะเริ่มต้นจากกึ่งกลางเพลลาแล้วออกด้านข้าง 2 ด้าน	25
2.7	ถังใส่ปุ๋ยแบบเกลียวแผ่น	25
2.8	อุปกรณ์หยอดแบบเกลียวแผ่น มีแผ่นปรับทั้งสองข้าง	26
2.9	ถังใส่ปุ๋ยแบบทรงกระบอกร่องยาว	26
2.10	อุปกรณ์หยอดปุ๋ยแบบทรงกระบอกร่องยาว	27
3.1	ถังใส่ปุ๋ยที่ออกแบบสร้าง	28
3.2	ถังใส่ปุ๋ยที่ออกแบบ	29
3.3	เกลียวลำเลียงปุ๋ยเม็ด	30
3.4 ก.	ใบกวนปุ๋ย	30
3.4 ข.	การทำงานของใบกวนปุ๋ย	30
3.5	แสดงตำแหน่งถังใส่ปุ๋ยบนเครื่องกำจัดวัชพืชแบบใบแกว่ง	31
3.6	ลักษณะของท่อส่งปุ๋ย และการติดตั้ง	31
3.7	ลักษณะรางลำเลียงปุ๋ย และการติดตั้ง	32
3.8	ระบบส่งกำลัง	32
4.1	แสดงการติดตั้งถังใส่ปุ๋ยบนเครื่องกำจัดวัชพืชแบบใบแกว่ง สำหรับ การทดลอง	36
4.2	ลักษณะของปุ๋ยหลังผ่านการทดลอง	37
4.3	ระดับของปริมาณปุ๋ยในถัง	39
4.4	การทดลองภาคสนาม	41

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	เนื้อที่ ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่ ราคา แลมูลค่าของผลผลิตตามราคาที่เกี่ยวข้อง ขายได้ : ข้าวโพด ปีเพาะปลูก 2534/35 – 2544/45	2
1.2	เนื้อที่ ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่ ราคา แลมูลค่าของผลผลิตตามราคาที่เกี่ยวข้อง ขายได้ : อ้อย ปีเพาะปลูก 2534/35 – 2544/45	2
1.3	เนื้อที่ ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่ ราคา แลมูลค่าของผลผลิตตามราคาที่เกี่ยวข้อง ขายได้ : ถั่วเหลือง ปีเพาะปลูก 2534/35 – 2544/45	3
1.4	การใช้ที่ดินและลักษณะการถือครองที่ดินทางการเกษตร	4
1.5	ปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีที่ใช้ในประเทศ พ.ศ. 2538 – 2542	5
2.1	ตารางคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเม็ดในอ้อย	13
2.2	ตารางคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเม็ดในข้าวโพด	15
2.3	ตารางคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเม็ดในถั่วเหลือง	18
2.4	สรุปช่วงอัตราการใช้ปุ๋ย และจำนวนครั้งที่ใส่ของอ้อย, ข้าวโพดและถั่วเหลือง	20
2.5	สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นของอุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ยแบบต่างๆ	27
4.1	คุณสมบัติปุ๋ย	34

บทที่ 1

บทนำ

การนำเครื่องมือทุ่นแรงหรือเครื่องจักรกลเกษตรมาใช้ในกิจกรรมทางการเกษตร ใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศยุโรป และทวีปอเมริกาเป็นเวลานาน สามารถเพิ่มผลผลิตและยกระดับความเป็นอยู่ของเกษตรกรอย่างเห็นได้ชัด สำหรับประเทศไทยความต้องการเครื่องจักรกลเกษตรที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เนื่องมาจากการขาดแคลนแรงงานในภาคเกษตรกรรม สาเหตุจากการอพยพแรงงานเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรมหรือเมืองหลวง

ปัจจุบันเกษตรกรประสบปัญหาการเพิ่มผลผลิตของพืชไร่ ให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งสามารถทำได้โดยการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินไร่ และปุ๋ยคือปัจจัยหลักในการผลิตพืช โดยจะนิยมใช้ปุ๋ยเคมีกันมากเนื่องจากใช้ง่ายและได้ผลเร็ว การใส่ปุ๋ยอาจจะใช้วิธีการหว่าน โรย โดยใช้แรงคน แต่เนื่องจากทำงานได้ช้า จึงมีการนำเครื่องใส่ปุ๋ยมาใช้ แต่ก็พบปัญหาการรั่วของปุ๋ย และถึงใส่ปุ๋ยที่มีใช้ไม่สามารถให้อัตรการให้ปุ๋ยได้ตามความต้องการของพืชไร่ ดังนั้นจึงได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนาถึงใส่ปุ๋ยเม็ดที่เหมาะสมสำหรับการใส่ปุ๋ยในพืชไร่ โดยมีลักษณะที่ทนทานต่อความร้อนของปุ๋ย สามารถให้ปุ๋ยได้ในปริมาณที่ต้องการและมีความสม่ำเสมอตลอดคาบทำงาน ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาถึงใส่ปุ๋ย

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

สภาพการใช้ปุ๋ยเพื่อการกสิกรรมหรืออีกนัยหนึ่งการเพาะปลูกของประเทศไทยเรานั้น ได้เริ่มต้นมาเช่นเดียวกันกับประเทศอื่นๆ ในภูมิภาคเขตร้อน กล่าวคือประชากรได้เพิ่มมากขึ้น ความต้องการปุ๋ยในการกสิกรรมเพื่อสนองความต้องการด้านอาหาร และปัจจัยอื่นๆของประชากรที่เพิ่มขึ้นทั้งภายในและต่างประเทศก็เพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ ทำให้การขยายตัวทางการผลิตพืชเศรษฐกิจเพิ่มขึ้นถึง 3-10 เท่าในระยะ 20 ปีที่ผ่านมา (ที่มา:สถาบันพืชไร่) และได้มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อเศรษฐกิจของประเทศ จากตารางที่ 1.1 เนื้อที่ผลิต ผลผลิตต่อไร่ ราคา และมูลค่าของผลผลิตตามราคาที่เกษตรกรขายได้ พ.ศ.2545 ปรากฏว่าข้าวโพดมีมูลค่าผลผลิตตามราคาที่เกษตรกรขายได้ประมาณ 17,641 ล้านบาท ประมาณร้อยละ 27 ของมูลค่าพืชอาหารทั้งประเทศ ตารางที่ 1.2 อ้อยมีมูลค่าผลผลิตตามราคาที่เกษตรกรขายได้ประมาณ 26,106 ล้านบาท ประมาณร้อยละ 40 ของมูลค่าพืชอาหารทั้งประเทศ และจากตารางที่ 1.3 ถั่วเหลืองมีมูลค่าผลผลิตตามราคาที่เกษตรกรขายได้ประมาณ 2,879 ล้านบาท ประมาณร้อยละ 22 ของพืชน้ำมันทั้งประเทศ จากตารางที่ 1.1,1.2,1.3 และตารางที่ 1.4 จะเห็นได้ว่าเนื้อที่เพาะปลูกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 เนื้อที่ ผลิต ผลผลิตต่อไร่ ราคา แลมูลค่าของผลผลิตตามราคาที่เป็นเกษตรกรขายได้
: ข้าวโพด ปีเพาะปลูก 2534/35 – 2544/45

ปี เพาะปลูก	เนื้อที่ ปลูก Planted area 1,000 ไร่ 1,000 rai	เนื้อที่ เก็บเกี่ยว Harvested area 1,000 ไร่ 1,000 rai	ผลผลิต Production 1,000 ตัน 1,000 tons	ผลผลิต เฉลี่ย ต่อไร่ Yield per rai กก. Kgs.	ราคา ที่เกษตรกร ขายได้ Farm price บาท/กก. Bahts per kg.	มูลค่าของผลผลิต ตามราคาที่เป็น เกษตรกรขายได้ Farm value ล้านบาท Million bahts	Crop year
2534/35	9,219	8,741	3,793	434	2.75	10,431	1991/92
2535/36	8,446	7,725	3,672	475	2.72	9,988	1992/93
2536/37	8,370	7,610	3,328	437	2.81	9,352	1993/94
2537/38	8,829	8,446	3,965	469	2.92	11,578	1994/95
2538/39	8,346	7,896	4,155	526	4.05	16,828	1995/96
2539/40	8,665	8,217	4,533	552	3.93	17,815	1996/97
2540/41	8,729	7,488	3,832	512	4.40	16,861	1997/98
2541/42	9,008	8,628	4,617	535	3.69	17,037	1998/99
2542/43	7,719	7,541	4,286	568	4.29	18,387	1999/00
2543/44	7,802	7,594	4,462	588	3.79	16,911	2000/01
2544/45	7,685	7,474	4,466	598	3.95	17,641	2001/02

ตารางที่ 1.2 เนื้อที่ ผลิต ผลผลิตต่อไร่ ราคา แลมูลค่าของผลผลิตตามราคาที่เป็นเกษตรกรขายได้
: อ้อย ปีเพาะปลูก 2534/35 – 2544/45

ปี เพาะปลูก	เนื้อที่ ปลูก Planted area 1,000 ไร่ 1,000 rai	เนื้อที่ เก็บเกี่ยว Harvested area 1,000 ไร่ 1,000 rai	ผลผลิต Production 1,000 ตัน 1,000 tons	ผลผลิต เฉลี่ย ต่อไร่ Yield per rai กก. Kgs.	ราคา ที่เกษตรกร ขายได้ Farm price บาท/ตัน Bahts per kg.	มูลค่าของผลผลิต ตามราคาที่เป็น เกษตรกรขายได้ Farm value ล้านบาท Million bahts	Crop year
2534/35	5,791	5,729	47,480	8,288	336	15,953.30	1991/92
2535/36	6,267	6,198	39,827	6,426	359	14,298	1992/93
2536/37	5,355	4,997	37,823	7,569	468	17,701	1993/94
2537/38	5,887	5,767	50,597	8,774	435	22,010	1994/95

ตารางที่ 1.2 เนื้อที่ ผลิต ผลผลิตต่อไร่ ราคา แลมูลค่าของผลผลิตตามราคาเกษตรกรขายได้
: อ้อย ปีเพาะปลูก 2534/35 – 2544/45 (ต่อ)

ปี เพาะปลูก	เนื้อที่ ปลูก Planted area 1,000 ไร่ 1,000 rai	เนื้อที่ เก็บเกี่ยว Harvested area 1,000 ไร่ 1,000 rai	ผลผลิต Production 1,000 ตัน 1,000 tons	ผลผลิต เฉลี่ย ต่อไร่ Yield per rai กก. Kgs.	ราคา ที่เกษตรกร ขายได้ Farm price บาท/ตัน Bahts per kg.	มูลค่าของผลผลิต ตามราคา เกษตรกรขายได้ Farm value ล้านบาท Million bahts	Crop year
2538/39	6,279	6,156	57,974	9,417	386	22,378	1995/96
2539/40	6,314	6,127	56,394	9,204	410	23,122	1996/97
2540/41	5,897		46,873	7,949	507.00	23,765	1997/98
2541/42	5,735		50,332	8,776	470	23,656	1998/99
2542/43	5,862		52,813	9,010	446	23,555	1999/00
2543/44	5,481		49,563	9,042	491	24,335	2000/01
2544/45	6,320		60,013	9,496	435	26,106	2001/02

ตารางที่ 1.3 เนื้อที่ ผลิต ผลผลิตต่อไร่ ราคา แลมูลค่าของผลผลิตตามราคาเกษตรกรขายได้
: ถั่วเหลือง ปีเพาะปลูก 2534/35 – 2544/45

ปี เพาะปลูก	เนื้อที่ ปลูก Planted area 1,000 ไร่ 1,000 rai	เนื้อที่ เก็บเกี่ยว Harvested area 1,000 ไร่ 1,000 rai	ผลผลิต Production 1,000 ตัน 1,000 tons	ผลผลิต เฉลี่ย ต่อไร่ Yield per rai กก. Kgs.	ราคา ที่เกษตรกร ขายได้ Farm price บาท/กก. Bahts per kg.	มูลค่าของผลผลิต ตามราคา เกษตรกรขายได้ Farm value ล้านบาท Million bahts	Crop year
2534/35	2,175	1,989	436	219	7.83	3,414.00	1991/92
2535/36	2,294	2,145	480	224	7.71	3,701	1992/93
2536/37	2,600	2,374	513	216	8.03	4,119	1993/94
2537/38	2,742	2,471	528	214	7.82	4,129	1994/95
2538/39	1,881	1,719	386	225	8.65	3,339	1995/96
2539/40	1,696	1,597	359	225	8.69	3,120	1996/97
2540/41	1,548	1,475	338	229	10.25	3,465	1997/98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.3 เนื้อที่ ผลิต ผลผลิตต่อไร่ ราคา แลมูลค่าของผลผลิตตามราคาที่จะตรกรขายได้
: ถั่วเหลือง ปีเพาะปลูก 2534/35 – 2544/45 (ต่อ)

ปี เพาะปลูก	เนื้อที่ ปลูก Planted area 1,000 ไร่ 1,000 rai	เนื้อที่ เก็บเกี่ยว Harvested area 1,000 ไร่ 1,000 rai	ผลผลิต Production 1,000 ตัน 1,000 tons	ผลผลิต เฉลี่ย ต่อไร่ Yield per rai กก. Kgs.	ราคา ที่จะตรกร ขายได้ Farm price บาท/กก. Bahts per kg.	มูลค่าของผลผลิต ตามราคาที่จะ ตรกรขายได้ Farm value ล้านบาท Million bahts	Crop year
2541/42	1,467	1,370	321	234	9.75	3,130	1998/99
2542/43	1,451	1,404	319	227	8.63	2,753	1999/00
2543/44	1,369	1,344	312	232	9.23	2,880	2000/01
2544/45	1,324	1,286	298	227	9.86	2,879	2001/02

ที่มา : ศูนย์สารสนเทศการเกษตร(2544/45)

ตารางที่ 1.4 การใช้ที่ดินและลักษณะการถือครองที่ดินทางการเกษตร หน่วย : ไร่

พ.ศ.	เนื้อที่ ทั้งหมด Total land	เนื้อที่ถือครองทางการเกษตร			ปี Year	เปอร์เซ็นต์ เนื้อที่พืชไร่ ต่อเนื้อที่ ทั้งหมด
		ที่นา Paddy land	พืชไร่ Under field crops	ที่ไม้ผล และไม้อื่น Under fruit tree		
2537	320,696,888	68,320,651	32,130,516	21,638,423	1994	10.02
2538	320,696,888	68,292,753	32,011,185	22,318,991	1995	9.98
2539	320,696,888	67,547,556	31,119,785	23,131,363	1996	9.70
2540	320,696,888	66,695,947	30,101,204	24,132,029	1997	9.39
2541	320,696,888	65,914,065	29,051,965	25,079,407	1998	9.06
2542	320,696,888	65,686,993	28,786,500	26,075,492	1999	8.98

ที่มา : ศูนย์สารสนเทศการเกษตร(2544/45)

ลดลง แต่ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น แสดงให้เห็นว่าปุ๋ยเป็นปัจจัยหลักในการเพิ่มผลผลิตเมื่อเทียบกับพื้นที่เพาะปลูก
ที่ลดน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นการให้ความสนใจในการปรับปรุงและพัฒนาดินไว้เพื่อให้อยู่ในสภาพที่ดีและเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น จึงเป็นเรื่องที่สำคัญและจำเป็น เพื่อที่จะทำให้การผลิตมีปริมาณที่เพียงพอและสามารถแข่งขันในแง่ต้นทุนการผลิตในตลาดต่างประเทศได้ เนื่องจากพื้นที่เพาะปลูกเป็นทรัพยากรหลักที่เรามีอยู่อย่างจำกัด การเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ให้สูงขึ้นจึงเป็นทางออกทางเดียว อีกทั้งปุ๋ยเป็นปัจจัยโดยตรงในการเพิ่มผลผลิต ซึ่งสามารถประเมินสาเหตุของปัญหาในเรื่องปุ๋ยได้กว้างๆ ดังนี้

1.1.1 ด้านเทคโนโลยี เครื่องจักรกลด้านการใส่ปุ๋ย ในปัจจุบันมีการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยน้อยมาก เทคโนโลยีที่ได้มีการวิจัยและพัฒนาแล้วนั้นยังไม่เหมาะสมกับสภาพก็เป็นอีกส่วนหนึ่ง

ตารางที่ 1.5 ปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีที่ใช้ในประเทศ พ.ศ. 2538 – 2542

พ.ศ.	รวมสูตรปุ๋ยต่างๆ	เนื้อธาตุปุ๋ย		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
2538	3,160,986	1,104,231	6,507	198,491
2539	3,439,999	1,170,058	556	218,270
2540	2,990,950	1,243,139	5,059	247,093
2541	2,873,514	1,497,264	3,936	247,324
2542	3,561,593	1,912,865	38,544	297,050

ที่มา : ศูนย์สารสนเทศการเกษตร(2544/45)

โดยเฉพาะทางด้านการปรับปรุงดินและการใส่ปุ๋ยซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่จำเป็นในการแก้ปัญหาความอุดมสมบูรณ์ของดินที่เป็นสาเหตุสำคัญอย่างหนึ่ง ในการทำให้ผลผลิตอยู่ในระดับต่ำ ทั้งนี้ก็เพราะเป็นเทคโนโลยีที่จะต้องมีการลงทุนค่อนข้างสูงจำเป็นจะต้องปรับเทคโนโลยีดังกล่าวให้เหมาะสม โดยมุ่งเน้นทางด้านประสิทธิภาพให้มากขึ้น โดยอาศัยเทคโนโลยีทางด้านอื่นๆ มาผสมผสาน ซึ่งทำให้เครื่องใส่ปุ๋ยทำงานได้ไม่ดี มีปัญหาการอุดตันในระบบหยอดปุ๋ย อัตราการให้ปุ๋ยไม่คงที่ เกิดการกักคอรอนถึงใส่ปุ๋ย และถึงใส่ปุ๋ยที่ใส่ปริมาณปุ๋ยเท่ากันก็มีอัตราการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

1.1.2 การใช้ปุ๋ยเคมี จากตารางที่ 1.5 ปริมาณการใช้ปุ๋ยภายในประเทศ โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตมีอัตราเพิ่มสูงขึ้นทุกปี ดังนั้นการใส่ปุ๋ยให้ได้ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยสูงสุดจึงเป็นสิ่งจำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการใส่ปุ๋ยนั้นจะต้องกระจายปริมาณปุ๋ยให้สม่ำเสมอ และอยู่ในบริเวณที่รากพืชสามารถนำไปใช้ได้สะดวก ตลอดจนมีการกลบเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำที่ ซึ่งการใช้แรงงานคนไม่สะดวกที่จะทำ และปฏิบัติงานได้ช้า

จากปัญหาดังกล่าวทำให้มีแนวคิดที่จะออกแบบถังใส่ปุ๋ยที่ทนทานต่อการกัดกร่อน มีความแม่นยำในการโรยปุ๋ย แก้ปัญหาการอุดตันที่ช่องทางออก และได้ปริมาณตามความต้องการ และพัฒนาวิธีการปรับอัตราการใส่ปุ๋ย โดยสามารถปรับปริมาณการใส่ปุ๋ยได้ตามความต้องการของพืชไร่

1.2 วัตถุประสงค์โครงการ

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาถังใส่ปุ๋ยที่ทนทานต่อการกัดกร่อนของปุ๋ยและแก้ไขปัญหาการอุดตันของปุ๋ยที่ช่องทางออก
2. สามารถจ่ายปุ๋ยได้ในปริมาณที่ต้องการและมีความสม่ำเสมอตลอดการทำงาน ตามความต้องการของเกษตรกร

1.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับปริมาณความต้องการปุ๋ยในพืชไร่ เช่น ข้าวโพด อ้อย ถั่วเหลือง และคุณสมบัติของปุ๋ยที่มีอยู่ในท้องตลาด
2. ศึกษาถังใส่ปุ๋ยที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน
3. ออกแบบถังใส่ปุ๋ย และเลือกวัสดุที่เหมาะสม
4. จัดสร้างถังใส่ปุ๋ยตามที่ออกแบบไว้ ทดสอบเบื้องต้น และปรับปรุงแก้ไข
5. ทดสอบถังใส่ปุ๋ยในห้องปฏิบัติการและพื้นที่ศึกษาที่ได้จัดเตรียมไว้ครั้งที่ 1
6. สอบความก้าวหน้าของโครงการ
7. ทดสอบถังใส่ปุ๋ยในห้องปฏิบัติการและพื้นที่ศึกษาที่ได้จัดเตรียมครั้งที่ 2
8. สรุปผลการทดสอบ
9. วิเคราะห์ผลและเขียนรายงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ถังใส่ปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพแก้ไขปัญหการกักคอร่อนและการอัดตัวของปุ๋ยในตัวถังใส่ปุ๋ยได้
2. ถังใส่ปุ๋ยที่มีกลไกการปรับปริมาณปุ๋ยที่มีความแม่นยำของปริมาณปุ๋ยที่โรยลงดินตามความต้องการของพืชไร่ และมีความสม่ำเสมอในการใส่ปุ๋ยได้ทั่วถึงในพื้นที่ที่กำหนด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการตั้งใส่ปุ๋ยเม็ด

2.1 ข้อมูลเบื้องต้นของการใช้ปุ๋ยเม็ดในพืชไร่

ปุ๋ยเคมีที่ผลิตออกมาใช้กับงานทางเกษตรกรรมมีมากมายหลายชนิด แต่ละชนิดแตกต่างกันไปตามลักษณะทางกายภาพ สมบัติทางเคมี และลักษณะหรือสมบัติเฉพาะตัวอื่นๆ ขึ้นอยู่กับชนิดวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต กรรมวิธีการผลิต และวัตถุประสงค์ในการผลิต การจำแนกประเภทปุ๋ยเคมีนั้น อาจจำแนกออกได้ในหลายๆ ลักษณะขึ้นกับหลักเกณฑ์ที่เราจะใช้ในการพิจารณา อย่างไรก็ตามในที่นี้จะขออธิบายโดยใช้หลักเกณฑ์ตามลักษณะทางกายภาพของปุ๋ยเคมีเท่านั้น และกล่าวถึงสมบัติที่สำคัญบางประการของปุ๋ยเคมี

2.1.1 ประเภทของปุ๋ยเคมี

ในการจำแนกประเภทของปุ๋ยเคมีโดยใช้หลักเกณฑ์ตามลักษณะทางกายภาพของปุ๋ยเคมี เราอาจจำแนกปุ๋ยเคมีออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆด้วยกันคือ

1. ปุ๋ยเคมีในรูปของแข็ง ปุ๋ยเคมีในรูปของแข็งที่มีการผลิตออกมาใช้กันในปัจจุบันอาจจำแนกตามลักษณะทางกายภาพออกได้เป็น 4 ชนิดด้วยกันคือ

- 1.1 ปุ๋ยผง (Powder) คือ ปุ๋ยเคมีในรูปของแข็งที่เม็ดปุ๋ยแต่ละเม็ดอยู่ในรูปผงละเอียดที่ได้จากการบดโดยเครื่องบด และร่อนขนาดโดยตะแกรงร่อนเพื่อให้ได้เม็ดปุ๋ยตามขนาดและสัดส่วนที่ต้องการ
- 1.2 ปุ๋ยเกรด (Crystal) คือ ปุ๋ยเคมีที่อาจอยู่ในรูปปุ๋ยเดี่ยว (ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารพืชหลักชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงชนิดเดียว) หรือปุ๋ยผสม (ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารพืชหลักมากกว่า 1 ชนิด) ก็ได้ ในรูปปุ๋ยเดี่ยวส่วนใหญ่เม็ดปุ๋ยแต่ละเม็ดอยู่ในรูปผลึกดั้งเดิมที่ได้จากกระบวนการผลิตโดยอาจมีหรือไม่มีการบดหรือแปรขนาดอีก
- 1.3 ปุ๋ยเม็ด (Granular) คือ ปุ๋ยที่เม็ดปุ๋ยแต่ละเม็ดได้จากการปั้นเม็ดโดยเครื่องปั้นเม็ดประเภทต่างๆ
- 1.4 ปุ๋ยอัดเม็ด (Pellet) คือ ปุ๋ยที่ผลิตโดยใช้หลักการคล้ายคลึงกับปุ๋ยเม็ดจะต่างก็ตรงที่ว่าปุ๋ยอัดเม็ดผลิตโดยการรีดหรือบีบทับส่วนผสมของแม่ปุ๋ยหรือแม่ปุ๋ยเดี่ยวโดยเครื่องอัดเม็ดแบบต่างๆ เช่น เครื่องอัดรีดให้เป็นแท่ง (Extruding Machine) เหมือนกับเครื่องทำมันเม็ดแต่มีขนาดเล็กกว่า ปุ๋ยอัดเม็ดโดยทั่วไปไม่

นิยมผลิตออกมาใช้กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 คุณสมบัติที่สำคัญบางประการของปุ๋ยเคมี

ปุ๋ยเคมีแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกันไปทั้งคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมี คุณสมบัติแต่ละอย่างต่างก็มีความสำคัญมากขึ้นกับวัตถุประสงค์ เช่น การผลิต การบรรจุ การเก็บรักษา การขนส่งและการใช้ประโยชน์เพื่อการปลูกพืช ซึ่งมีดังนี้

1. สมบัติเปียกชื้นของปุ๋ยเคมี (Hygroscopicity)

ปุ๋ยเคมีชนิดของแข็งแต่ละชนิดที่บรรจุถุงจำหน่ายในท้องตลาดโดยทั่วไป มีความชื้นในตัวปุ๋ยเองอยู่แล้วประมาณร้อยละ 1-3 ส่วนใหญ่มักไม่เกินร้อยละ 1 ในสภาพเช่นนี้ถือได้ว่าเป็นปุ๋ยที่อยู่ในสภาพแห้งที่ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับปุ๋ยและหรือจับตัวเป็นก้อนแข็งในขณะเก็บรักษาและนำไปใช้ประโยชน์ ปุ๋ยเคมีแต่ละชนิดต่างก็มีสมบัติในการดูดความชื้นจากอากาศ เรียกว่าสมบัติเปียกชื้นหรือ Hygroscopicity กล่าวคือปุ๋ยเคมีเมื่อผึ่งทิ้งไว้ในอากาศที่มีความชื้นสูง โดยไม่มีภาชนะปกปิด ปุ๋ยจะดูดความชื้นจากอากาศเข้ามาจนกระทั่งปุ๋ยชื้น ปุ๋ยบางชนิดจะเปียกและกลายเป็นน้ำ ปุ๋ยเคมีแต่ละชนิดจะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์วิกฤติ (Critical relative humidity) เฉพาะตัว ซึ่งหมายความว่าปุ๋ยจะดูดความชื้นจากอากาศเข้ามาในตัวปุ๋ยถ้าความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศสูงกว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์วิกฤติ แต่ถ้าความชื้นในบรรยากาศต่ำกว่าค่าดังกล่าวปุ๋ยจะไม่ดูดความชื้นในบรรยากาศเข้ามาปุ๋ยจะแห้งเป็นปกติ ดังนั้นปุ๋ยที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์วิกฤติต่ำจะเสียบรรยากาศ เพราะปุ๋ยจะชื้นง่ายและมีผลทำให้เปียกและและเมื่อปุ๋ยแข็งตัวก็จะจับกันเป็นก้อน

2. การจับตัวกันเป็นก้อนแข็งของปุ๋ยเคมี (caking)

การจับตัวกันเป็นก้อนแข็งของปุ๋ยเคมีเกิดจากการที่ปุ๋ยแต่ละเม็ดหรืออนุภาคเกิดการจับตัวกันเป็นก้อนที่มีขนาดต่างๆ หรือมีขนาดใหญ่ขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาไม่ว่าจะเป็นการเก็บรักษาในรูปปุ๋ยเทกองหรือปุ๋ยถุงแต่ส่วนมากมักจะมีปัญหาเกี่ยวกับการเก็บรักษาในรูปปุ๋ยเทกองและปุ๋ยถุงที่มีการเปิดถุงเพื่อใช้ปุ๋ยและมีปุ๋ยบางส่วนเหลือตกค้างอยู่เป็นเวลานาน ปุ๋ยที่มีการจับตัวกันเป็นก้อนอาจมีความแน่นแข็งมากน้อยแตกต่างกันไปตั้งแต่การจับตัวกันเป็นก้อนอย่างหลวมๆที่สามารถบีบให้แตกได้ด้วยมือ หรือมีความแน่นแข็งขนาดต้องใช้ฆ้อนทุบหรือใช้เครื่องบดปุ๋ยช่วย

3. ดัชนีความเค็ม (Salt Index)

ดัชนีความเค็มของปุ๋ยเคมี หมายถึงสมบัติเฉพาะตัวของปุ๋ยเคมี เมื่อใส่ลงไปบนดินแล้วทำให้สารละลายในดินมีความเข้มข้นที่จะทำให้เกิดความดันแบบออสโมซิส (Osmotic Pressure) สูงเหนือค่ามากน้อยเพียงไร ปุ๋ยเคมีที่มีค่าดัชนีความเค็มสูงเกินไปจะมีผลทำให้ปุ๋ยเคมีที่ใส่ลงน้ำในดินและน้ำในพืช ทำให้ดินขาดน้ำที่เป็นประโยชน์และหรือทำให้พืชสูญเสียน้ำ จนถึงระดับที่ทำให้พืชเกิดการเหี่ยวเฉาและตายได้ ตามปกติในการประเมินหรือวัดค่าดัชนีความเค็มของปุ๋ยเคมีนั้นจะใช้เปรียบเทียบกับความ

เค็มของเกลือโซเดียมไนเตรท (NaNO_3) โดยกำหนดให้เกลือโซเดียมไนเตรทที่มีน้ำหนักเท่ากับปุ๋ยเคมี เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต หากมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อฝ่ายวิชาการของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ โทร. 02-2524000

มีค่าดัชนีความเค็มเท่ากับ 100 สำหรับปุ๋ยที่มีค่าดัชนีความเค็มสูงนั้น สิ่งที่เราควรระวังในการใช้กับพืชคือ ไม่ควรใส่ใกล้ต้นกล้าหรือเมล็ดพืชมากเกินไป ไม่ควรใส่แต่ละครั้งเป็นปริมาณมากเกินไป หรือใส่ในขณะที่ดินแห้งหรือมีความชื้นต่ำ เพราะจะทำให้เมล็ดพืชหรือต้นกล้าเกิดการขาดน้ำมากยิ่งขึ้น

4. ความถ่วงจำเพาะของปุ๋ยเคมี (Apparent Specific Gravity)

ความถ่วงจำเพาะของปุ๋ยเคมีชนิดของแข็งหมายถึง ค่าที่ได้จากการใช้น้ำหนักปุ๋ยหารด้วยน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับที่ระดับอุณหภูมิ 40 องศาฟาเรนไฮต์ โดยมีหน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร โดยทั่วไปความถ่วงจำเพาะของปุ๋ยเคมีแต่ละชนิดจะมีค่าผันแปรแตกต่างกันไปแล้วแต่นาและรูปร่างของเม็ดปุ๋ย ความชื้นของปุ๋ย ฯลฯ ค่าความถ่วงจำเพาะของปุ๋ยเคมีจะมีความสำคัญในแง่ของการพิจารณาปริมาณการใส่ปุ๋ยโดยเครื่องจักรกล เช่น เครื่องหว่านปุ๋ย ทั้งนี้เพราะในการปรับเครื่องเพื่อกำหนดอัตราการหว่านปุ๋ยนั้น ใช้ประเมินจากปริมาตรของปุ๋ยหรือจากค่าความถ่วงจำเพาะของปุ๋ยเป็นหลัก นอกจากนี้ค่าความถ่วงจำเพาะของปุ๋ยเคมียังมีประโยชน์ต่อการพิจารณาการแยกตัวของเม็ดปุ๋ยในปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า (Bulk Blending Fertilizer) ปุ๋ยเคมีชนิดต่างๆมีค่าความถ่วงจำเพาะแตกต่างกันไป เช่น ปุ๋ยยูเรียมีค่าความถ่วงจำเพาะต่ำคือ ประมาณ 1.22 ในขณะที่ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตมีค่าสูงกว่าเกือบเท่าตัวคือ 2.12 ซึ่งหมายความว่าถ้าจะมีการใส่ปุ๋ยเคมีทั้งสองชนิดในอัตราต่อพื้นที่เท่าๆกัน เช่น 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยใช้เครื่องหว่านปุ๋ยชนิดเดียวกัน การกำหนดอัตราการหว่านปุ๋ยยูเรียออกจากเครื่องหว่านจะต้องหว่านในอัตราต่อหน่วยเวลาที่เร็วกว่าปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต

2.2 การใช้ปุ๋ยกับพืชไร่

ในการที่จะปรับปรุงและบำรุงรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมแก่การผลิต โดยการไม่ใช้ปุ๋ยเคมีนั้น ก็เป็นเรื่องที่ยากพอควร เนื่องจากสภาพดินไร่ของประเทศไทยนั้นมีสภาพที่ขาดความอุดมสมบูรณ์ ธาตุอาหารถูกพืชนำไปใช้ไปแล้วปีแล้ว ปีหนึ่ง การเพิ่มธาตุอาหารลงไปทดแทนแทบจะไม่มีเลยหรือมีเพียงเล็กน้อย การใช้ปุ๋ยเพื่อทดแทนส่วนที่ถูกใช้ไปและเพิ่มเติมความต้องการของพืช จึงเป็นวิธีตรงวิธีเดียวในการแก้ปัญหาการขาดความอุดมสมบูรณ์ของดินไร่ แต่เนื่องจากปุ๋ยเคมีนั้นเป็นปัจจัยที่จำเป็นในการลงทุนสูง ไม่สามารถนำมาใช้อย่างฟุ่มเฟือย ดังนั้นการใช้ปุ๋ยจะต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพเป็นสำคัญ ปุ๋ยที่ใส่ให้กับพืชต่างๆ จะมีประสิทธิภาพหรือไม่ขึ้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการซึ่งปัจจัยเหล่านั้นได้แก่

1. ชนิดของปุ๋ยที่ใช้ถูกต้อง

การใช้ปุ๋ยที่ถูกต้องนั้นหมายถึง ชนิด อัตราส่วน และรูปของธาตุอาหารซึ่งจะแตกต่างกันไปอย่างกว้างขวาง เมื่อดินขาดธาตุอาหาร N, P และ K ปุ๋ยที่ใส่ก็จะต้องมีธาตุหลักครบด้วย แต่ถ้าดิน

ขาดธาตุอาหาร N และ P ส่วน K นั้นมีเพียงพอแล้ว ธาตุอาหารในปุ๋ยก็ควรจะมีแต่ N และ P เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูงานนี้ ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การใช้ปุ๋ยในปริมาณที่เหมาะสม

หมายถึงการใส่ปุ๋ยกับพืชไม่มากและน้อยจนเกินไป การใส่ปุ๋ยน้อยเกินไปจะทำให้พืชเจริญเติบโตและให้ผลผลิตไม่สูงเท่าที่ควร หรือถ้าใส่มากเกินไปอาจเป็นพิษแก่พืชและผลผลิตลดลงได้

3. ใส่ปุ๋ยให้กับพืชในขณะที่พืชต้องการ

การใส่ปุ๋ยจะช่วยยกระดับธาตุอาหารที่ขาดแคลนให้มีปริมาณพอเพียงกับความต้องการของพืช ตรงกับเวลาที่พืชมีความต้องการ ช่วงระยะเวลาความต้องการของธาตุอาหารมากที่สุดของพืชแต่ละชนิดแตกต่างกันออกไป อย่างพืชไร่ มีการดูดใช้ธาตุอาหารที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดอย่างน้อย 3 ช่วงด้วยกัน คือ (1) ช่วงการเจริญเติบโตในระยะแรก พืชมักจะต้องการธาตุอาหารน้อยและช้า เพราะระยะนี้ระบบรากยังน้อยและต้นยังเล็กอยู่ (2) ช่วงที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วซึ่งเป็นระยะที่กำลังแตกกิ่งก้าน และระยะที่มีการสร้างตาและดอก ถ้าเป็นข้าวโพดก็คือระยะที่มีอายุ 45-60 วัน และ (3) ช่วงที่มีการเจริญเติบโตเต็มที่แล้วและเป็นระยะที่สร้างเมล็ดหรือผล ความต้องการของธาตุอาหารในระยะนี้จะลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งฝักและเมล็ดแก่

4. ใส่ให้พืชตรงจุดที่สามารถดึงดูดไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย

วิธีการใส่ให้พืชดึงดูดไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นก็มีความสำคัญเป็นอย่างมาก ทั้งนี้ที่ใส่ปุ๋ยลงไปอยู่ในดินการเปลี่ยนแปลงและการเคลื่อนย้ายของปุ๋ยจะเกิดขึ้นทันที

5. การจัดการด้านเขตกรรม

การปลูกพืชไร่ให้ได้ผลผลิตสูงเป็นที่น่าพอใจ จะต้องมีการจัดการด้านเขตกรรมต่างๆ เป็นอย่างดีควบคู่กันไปด้วยเป็นการปฏิบัติในแปลงปลูกพืช เพื่อลดปัญหาแก่งแย่งแข่งขันของวัชพืชทางอ้อม อันได้แก่ การเตรียมดิน การไถพรวน เวลาปลูก ระยะปลูก ประชากรต่อไร่การกำจัดวัชพืชตลอดการรักษาความชื้นในดินหรือการให้น้ำชลประทาน ช่วยส่งผลให้การใส่ปุ๋ยเคมีมีประสิทธิภาพดีขึ้น

2.3 การใส่ปุ๋ยเม็ดในพืชไร่

1. อ้อย (ตารางที่ 2.1)

อ้อยเป็นพืชที่ดูดใช้ธาตุอาหารค่อนข้างมาก ดังนั้นการปลูกอ้อยควรจะต้องใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพ ตลอดจนรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินไว้

การเขตกรรมต่างๆ ไปสำหรับอ้อย

1. การเตรียมดินควรเตรียมเมื่อมีความชื้นพอเหมาะ ระยะปลูกระหว่างแถว 1.20-

1.40 เมตร ระยะระหว่างกอ 0.50 เมตร ใช้พันธุ์ให้เหมาะสมกับแต่ละท้องถิ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อ้อยที่นำมาใช้ทำพันธุ์ต้องเป็นอ้อยที่ปราศจากโรค มีอายุ 5-8 เดือน
3. หลังการเก็บเกี่ยวควรมีการแต่งตอทันที โดยตัดต่ออ้อยให้ติดดิน และถ้ามีการพูนโคนควรทลายดินที่โคนออกก่อน
4. ควรใช้ใบและยอดอ้อยคลุมหลังจากแต่งตอจะช่วยให้อ้อยงอกดีขึ้นไม่ควรเผาทิ้ง
5. การใช้ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักที่หาได้ง่ายและไม่ต้องขนส่งไกลก็จะเป็นประโยชน์ในการบำรุงดิน ช่วยให้การใช้ปุ๋ยเคมีเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2. ข้าวโพด (ตารางที่ 2.2)

ข้าวโพด เป็นพืชที่สามารถปลูกได้ในหลายพื้นที่ แต่แหล่งที่เหมาะสมควรเป็นพื้นที่ที่ซึ่งดินมีการระบายน้ำดี หน้าดินลึก ปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง มีธาตุอาหารเพียงพอ เป็นพืชที่ต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมค่อนข้างสูง จะตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยเคมีเด่นชัดกว่าพืชไร่อื่นๆ พื้นที่ปลูกข้าวโพด ควรเป็นแหล่งที่มีการให้น้ำชลประทาน เพราะเป็นพืชอายุสั้น ต้องการน้ำและปุ๋ยในปริมาณที่มากเพื่อที่จะได้ผลที่มีคุณภาพ

การแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีกับข้าวโพดนั้น ถ้าจะให้มีการใช้ปุ๋ยเคมีกับข้าวโพดอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดแล้ว ควรเก็บตัวอย่างดินไปทำการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อขอคำแนะนำต่อไป ในกรณีที่ดินเป็นกรดจัด(pH ต่ำกว่า 5.0) ควรใส่ปูนร่วมกับปุ๋ยเคมี

3. ถั่วเหลือง (ตารางที่ 2.3)

พืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ถั่วเขียว สามารถปลูกได้ดีในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงสูง มีการระบายน้ำดี มีความเป็นกรด-ด่างปานกลาง(pH 5.5-7.5) อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 25-35 องศาเซลเซียส ไม่ทนต่อสภาพอากาศหนาวจัด ถั่วเหลืองหลังนํานั้น ควรปลูกให้เสร็จสิ้นในเดือนธันวาคม และให้น้ำอย่างเพียงพอต่อการเจริญเติบโต ส่วนในฤดูฝนปลูกตามฤดูกาลปกติ

ถั่วเหลืองมีความต้องการไนโตรเจนสูง โดยธรรมชาติพืชตระกูลถั่วสามารถนำไนโตรเจนจากอากาศมาใช้เป็นประโยชน์โดยการทำงานของจุลินทรีย์ไรโซเบียมที่ปมราก จึงควรคลุกเมล็ดด้วยเชื้อไรโซเบียมที่เหมาะสมตามชนิดของถั่วก่อนปลูกทุกครั้ง

ตารางที่ 2.1 ตารางคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีในอ้อย

เนื้อดิน	ปริมาณธาตุ อาหารแนะนำ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (กก./ไร่)	สูตรปุ๋ยที่ ควรใช้** N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	อัตรา การใช้ (กก./ไร่)	วิธีการใส่	เวลาการใส่
ดินเหนียว	12-6-6	16-8-8	70-80	แบ่งครึ่งโรยข้างแถว	อ้อยปลูก(เขตชลประทาน และอาศัยน้ำฝน) ใส่ครั้งแรกหลังอ้อยงอก 30 วัน และครั้งที่สอง หลังจากครั้งแรก 60 วัน
ดินร่วนเหนียว		20-10-10	50-60	ปลูกแล้วพรวนกลบ	
		16-6-6	80-90		
		หรือใส่			
		14-14-14	40-50	แบ่งครึ่งโรยข้างแถว	อ้อยตอ(อาศัยน้ำฝน) ใส่ครั้งแรกต้นฤดูฝนและใส่ครั้งที่สองหลังจากครั้งแรก 60 วัน
		15-15-15	40-50	ปลูกแล้วพรวนกลบ	
		ร่วมกับ			
		21-0-0	25-30		
		46-0-0	15-20		
	18-6-6	ใส่ปุ๋ยเคมีตามที่		แบ่งครึ่งปุ๋ยสูตรผสม	อ้อยตอ(เขตชลประทาน)ใส่ครั้งแรกหลังจากแต่งตอและครั้งที่สองหลังจากแต่งตอ 60 วัน โดยใส่ปุ๋ยผสมร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจน
		แนะนำข้างบน		โรยข้างแถวปลูกแล้ว	
		นี้ร่วมกับ		พรวนกลบ	
		21-0-0	25-30	ใส่ในโตรเจนเพิ่มอีก	
		46-0-0	15-20	6 กก. N/ไร่ โดยใส่รวม	
				ในครั้งที่สอง	
ดินทราย	12-6-12	16-8-14	70-90	ครั้งแรกใส่ 20 กก./ไร่	อ้อยปลูก(ต้นฤดูฝน) ใส่ครั้งแรกพร้อมปลูก ครั้งที่สองหลังอ้อยงอก 90 วัน
ดินร่วนทราย		15-5-20	70-90	โรยกันรียงและกลบปุ๋ย	
		16-11-14	70-80	ก่อนว่างทอนพันธุ์ ครั้ง	
				ที่สองใส่ปุ๋ยที่เหลือ โรย	อ้อยปลูก(ปลายฤดูฝน) ใส่ครั้งแรกพร้อมปลูกและใส่ครั้งที่สองในช่วงต้นฤดูฝนถัดไป
				ข้างแถวปลูกแล้วพรวน	
				กลบ	อ้อยตอ(อาศัยน้ำฝน) ใส่ครั้งแรกต้นฤดูฝน ครั้งที่สองหลังจากใส่ครั้งแรก 60 วัน
	18-6-12	ใส่ปุ๋ยเคมีตามที่		ใส่ตามวิธีที่แนะนำข้าง	อ้อยตอ(เขตชลประทาน) ใส่ครั้งแรกหลังจากแต่งตอ และครั้งที่สองหลังจากแต่ง
		แนะนำข้างบน		บนนี้	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ตารางคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเม็ดในอ้อย (ต่อ)

เนื้อดิน	ปริมาณธาตุ อาหารแนะนำ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (กก./ไร่)	สูตรปุ๋ยที่ ควรใช้** N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	อัตรา การใช้ (กก./ไร่)	วิธีการใส่	เวลาการใส่
		นี้ร่วมกับ 46-0-0	15-20	กก.N/ไร่ โดยใส่ร่วมใน ครั้งที่สอง	ต่อ 60 วัน โดยใส่ปุ๋ยผสมร่วมกับปุ๋ย

ที่มา : กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ตารางคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีในข้าวโพด

เนื้อดิน	ปริมาณธาตุ อาหารแนะนำ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (กก./ไร่)	สูตรปุ๋ยที่ ควรใช้** N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	อัตรา การใช้ (กก./ไร่)	วิธีการใส่	เวลาการใส่
ดินเหนียวสีดำ	10-0-0	21-0-0	40-50	โรยข้างแถวปลูกแล้ว	หลังปลูก 20-25 วัน
		46-0-0	20-30	พรวนกลบ	
	10-10-0	20-20-0	40-50	โรยก่อนร่องข้างแถวปลูก	พร้อมปลูก
		หรือใส่ 16-20-0	40-50	โรยก่อนร่องข้างแถวปลูก	พร้อมปลูก
	รวมกับ	21-0-0	15-20	โรยข้างแถวปลูกแล้ว	หลังปลูก 20-25 วัน
		46-0-0	5-10	พรวนกลบ	
	10-10-0	20-20-0	40-50	โรยก่อนร่องข้างแถวปลูก	พร้อมปลูก
		หรือ 16-20-0	40-50	โรยก่อนร่องข้างแถวปลูก	พร้อมปลูก
	รวมกับ	21-0-0	15-20	โรยข้างแถวปลูกแล้ว	หลังปลูก 20-25 วัน
		46-0-0	5-10	พรวนกลบ	
ดินเหนียวแดง	10-5-0	20-10-0	40-50	โรยข้างแถวปลูกแล้ว	หลังปลูก 20-25 วัน
		หรือ 16-20-0	25-30	โรยก่อนร่องปลูก	พร้อมปลูก
	รวมกับ	20-20-0	25-30		
		21-0-0	25-30	โรยข้างแถวปลูกแล้ว	หลังปลูก 20-25 วัน
	รวมกับ	46-0-0	10-20	พรวนกลบ	
		21-0-0	25-30	โรยข้างแถวปลูกแล้ว	หลังปลูก 20-25 วัน
ดินร่วนเหนียว น้ำตาล	10-0-0	21-0-0	40-50	โรยข้างแถวปลูกแล้ว	หลังปลูก 20-25 วัน
		46-0-0	20-30	พรวนกลบ	
	10-10-0	20-20-0	40-50	ใส่โรยก่อนร่องปลูก	พร้อมปลูก
		หรือ			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ตารางคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีในข้าวโพด(ต่อ)

เนื้อดิน	ปริมาณธาตุอาหารแนะนำ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (กก./ไร่)	สูตรปุ๋ยที่ควรใช้** N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	อัตราการใช้ (กก./ไร่)	วิธีการใส่	เวลาการใส่
ดินทราย	10-5-5	15-15-15	30-40	ใส่โรยกันร่องปลูก	พร้อมปลูก
		16-16-16	30-40	ใส่โรยกันร่องปลูก	พร้อมปลูก
		21-0-0	25-30	โรยข้างแถวปลูกแล้ว	หลังปลูก 20-25 วัน
		46-0-0	10-15	พรวนกลบ	
		16-8-8	60-70	แบ่งครึ่ง ครั้งแรกโรยกันร่องปลูก ครั้งที่สองโรยข้างแถวปลูกแล้วพรวนกลบ	พร้อมปลูก หลังปลูก 20-25 วัน
ดินร่วนทราย	10-5-3	16-16-8	30-40	ใส่โรยกันร่องปลูก	พร้อมปลูก
		ร่วมกับ 21-0-0	20-25	โรยข้างแถวปลูกแล้ว	หลังปลูก 20-25 วัน
		46-0-0	10-15	พรวนกลบ	
ดินกรดจัด (pH<5.5)	ปริมาณธาตุอาหารที่แนะนำตามเนื้อดินและ	ปูนขาวหรือปูนมาร์ล หรือหินปูน	ดินทราย ร่วนทราย 100-150	หว่านแล้วพรวนผสม คลุกเคล้ากับดิน(3-4 ปี ต่อครั้ง)	ก่อนปลูก 15-20 วัน
		ดินเหนียว ร่วนเหนียว 150-300			
	ปริมาณธาตุอาหารที่แนะนำตามเนื้อดินและ	ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามอัตราที่แนะนำหรือใส่ 0-3-0	100-200	ตามวิธีที่แนะนำ หว่านแล้วพรวนกลบ	ตามวิธีที่แนะนำ พร้อมปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ตารางคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเม็ดในข้าวโพด(ต่อ)

เนื้อดิน	ปริมาณธาตุอาหารแนะนำ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (กก./ไร่)	สูตรปุ๋ยที่ควรใช้** N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	อัตราการใช้ (กก./ไร่)	วิธีการใส่	เวลาการใส่
นาดินเหนียว	ค่าวิเคราะห์ 10-50	(หินฟอสเฟต) 25-7-7	20-25	(3-4 ปี/ครั้ง) แบ่งครั้ง ครั้งแรกโรยก่อน ร่องปลูก	พร้อมปลูกและหลังปลูก 20-25 วัน
		20-20-0	25-35	ใส่โรยก่อนร่องปลูก	พร้อมปลูก
		23-23-0	25-35	ใส่โรยก่อนร่องปลูก	
		ร่วมกับ 21-0-0	30-40	โรยข้างแถวปลูกแล้ว	หลังปลูก 20-25 วัน
		46-0-0	15-20	พรวนกลับ	

ที่มา : กองปฏิพิพิธา กรมวิชาการเกษตร



ตารางที่ 2.3 ตารางคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีในถั่วเหลือง

เนื้อดิน	ปริมาณธาตุ อาหารแนะนำ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (กก./ไร่)	สูตรปุ๋ยที่ ควรใช้** N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	อัตรา การใช้ (กก./ไร่)	วิธีการใส่	เวลาการใส่
ดินเหนียวสีดำ	0-6-0	0-45-0 0-40-0	15-20 15-20	โรยกันร่องหรือ โรยข้าง แถวปลูกแล้วพรวนกลบ	พร้อมปลูกหรือหลังปลูก 20-25 วัน
ดินเหนียว	3-6-0	12-24-12	20-30	โรยกันร่องหรือ โรยข้าง	พร้อมปลูกหรือหลังปลูก 20-25 วัน
ดินร่วนเหนียว		10-20-10	20-30	แถวปลูกแล้วพรวนกลบ	
ดินน้ำตล	3-6-3				
		0-3-0	50	หว่านพรวนกลบทุกๆ ปี	พร้อมปลูก
			100	หว่านพรวนกลบทุกๆ 2ปี	พร้อมปลูก
			200	หว่านพรวนกลบทุกๆ 4ปี	พร้อมปลูก
		11-52-0	10-15	โรยกันร่องหรือ โรยข้าง	พร้อมปลูกหรือหลังปลูก 20-25 วัน
		18-46-0	10-15	แถวปลูกแล้วพรวนกลบ	
ดินร่วนทราย	3-9-3	12-24-12 10-20-10	20-30 25-35	ร่องกันร่องปลูกหรือโรย ข้างแถวปลูกแล้วพรวน กลบ	พร้อมปลูกหรือหลังปลูก 20-25 วัน
ดินทราย	3-9-6	8-24-24	30-40	ร่องกันร่องปลูกหรือโรย ข้างแถวปลูกแล้วพรวน กลบ	พร้อมปลูกหรือหลังปลูก 20-25 วัน
		0-3-0	50-200	เช่นเดียวกับในดิน เหนียว	พร้อมปลูก
		(หินฟอสเฟต) ร่วมกับ		ดินร่วนเหนียวสีน้ำตาล	
		12-12-17	20-30	โรยข้างแถวปลูกแล้ว	พร้อมปลูกหรือหลังปลูก 20-25 วัน
		13-13-21	20-30	พรวนกลบ	
ดินเหนียว	3-9-3	12-24-12	30-40	โรยกันร่องหรือ โรยข้าง	พร้อมปลูกหรือหลังปลูก 20-25 วัน
สีแดง		10-20-10	40-50	แถวปลูกแล้วพรวนกลบ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ตารางคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเม็ดในถั่วเหลือง(ต่อ)

เนื้อดิน	ปริมาณธาตุอาหารแนะนำ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (กก./ไร่)	สูตรปุ๋ยที่ควรใช้** N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	อัตราการใช้ (กก./ไร่)	วิธีการใส่	เวลาการใส่
ดินกรดจัด (Ph<5.5)		หรือใส่ 0-3-0 (หินฟอสเฟต) ร่วมกับ	50-200	เช่นเดียวกับในดินเหนียว ดินร่วนเหนียวสีน้ำตาล	พร้อมปลูก
		12-12-17	20-30	โรยข้างแถวปลูกแล้ว	หลังปลูก 20-25 วัน
		13-13-21	20-30	พรวนกลบ	
		ใส่ปูนขาว	100-150	ดินทราย-ดินร่วนทราย	ก่อนปลูก 15-20 วัน
			150-300	ดินเหนียว-ดินร่วนเหนียว	
		ร่วมกับ		หว่านแล้วพรวนกลบ (3-4 ปี/ครั้ง)	
		12-24-12	20-30	โรยข้างแถวปลูกแล้ว	หลังปลูก 20-25 วัน
		10-20-10	25-35	พรวนกลบ	
		หรือ 0-3-0 (หินฟอสเฟต) ร่วมกับ	100-200	หว่านแล้วพรวนกลบ (3-4 ปี/ครั้ง)	พร้อมปลูก
		12-12-17	20-30	โรยข้างแถวปลูกแล้ว	หลังปลูก 20-25 วัน
13-13-12	20-30	พรวนกลบ			
ดินเหนียวสีดำ มีก้อนหินปูน ในดินชั้นบน	0-6-0	0-45-0 0-40-0	15-20 15-20	โรยก่อนร่องปลูกหรือโรยข้างแถวปลูกแล้วพรวนกลบ	พร้อมปลูกหรือหลังปลูก 20-25 วัน

ที่มา : กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 สรุปช่วงอัตราการใช้ปุ๋ย และจำนวนครั้งที่ใส่ของอ้อย, ข้าวโพดและถั่วเหลือง

พืช	ช่วงอัตราการใส่ปุ๋ย (กก./ไร่)	จำนวนครั้งที่ใส่
อ้อย	15 - 90	2
ข้าวโพด	5 - 50	1 - 2
ถั่วเหลือง	15 - 90	1

ที่มา : กองปฏิพิวิทยา กรมวิชาการเกษตร

2.4 หลักการออกแบบถังใส่ปุ๋ยเม็ด

2.4.1 ถังใส่ปุ๋ยเม็ดที่ดี ควรมีลักษณะการทำงานและคุณสมบัติดังนี้

1. ทนทานต่อการกัดกร่อนของปุ๋ย
2. สามารถจ่ายปุ๋ยได้ในปริมาณที่เหมาะสมของพืช ไร่แต่ละชนิด ตามความต้องการของพืช ไร่
3. ไม่เกิดปัญหาการอุดตันของปุ๋ยที่ช่องทางออกได้

2.4.2 ส่วนประกอบของถังใส่ปุ๋ยเม็ด

ถังใส่ปุ๋ยเม็ดประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ คือ

2.4.2.1 ถังบรรจุ

วัสดุที่เลือกใช้สำหรับการทำถังบรรจุปุ๋ยเม็ดควรจะทนต่อการสึกกร่อน หรือสามารถป้องกันการกัดกร่อนเนื่องจากปุ๋ยได้ วัสดุที่เลือกใช้ควรมีความคงทน เช่น เหล็กหล่อ พลาสติก หรือไนลอน สำหรับตัวถังบรรจุควรทำจากพลาสติก ไฟเบอร์กลาส หรือเหล็กที่ทนต่อการกัดกร่อนและดูแลรักษาง่าย ด้านล่างของถังบรรจุปุ๋ย ควรทำจากวัสดุที่มีความหนาแน่นมากกว่าด้านข้างและด้านบนของถังบรรจุปุ๋ย ชั้นส่วนต่างๆ ควรเปลี่ยนได้ง่าย เพราะสามารถทำความสะอาด หรือปรับเปลี่ยนชั้นส่วนได้สะดวก

2.4.2.2 อุปกรณ์กำหนดจำนวนปริมาณปุ๋ย

อุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ยที่ดีไม่ควรทำให้เม็ดปุ๋ยเสียหาย ปุ๋ยส่วนใหญ่จะถูกกำหนดโดยอุปกรณ์เหล่านี้

1. แบบจานกลม (Agitator Disk) ที่สามารถปรับช่องทางออกได้
2. แบบล้อเฟือง (Spur Wheel) ที่มีช่องทางออกปรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แบบลูกหมุนในแนวตั้งพร้อมร่อง (Vertical Rotor with Grooves)
4. แบบจานดาว (Star Wheel)
5. แบบแผ่นหมุน (Revolving Bottom Plate)
6. แบบเกลียว (Auger Type)

อุปกรณ์แบบ 1,2 และ 3 มีใช้กันอย่างแพร่หลาย สำหรับเครื่องใส่ปุ๋ยสำหรับแบบ 4 และ 5 จะใช้ร่วมกับเครื่องปลูกที่ต้องการอัตราการใส่ปุ๋ยสูงๆ ซึ่งในกรณีนี้จะหยอดปุ๋ยบนแปลงเพาะปลูกที่ไถแล้ว

2.4.2.3 ท่อนำเม็ดปุ๋ย

ทำหน้าที่นำเม็ดปุ๋ยที่ถูกปล่อยออกจากอุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ยลงไปในห้องดินที่เปิดไว้โดยอุปกรณ์เปิดร่อง ท่อนำเม็ดปุ๋ยที่ใช้กันอยู่มีทั้งแบบที่เป็นโลหะหรือพลาสติก ท่อนำเม็ดปุ๋ยควรเอียงจากแนวตั้งน้อยกว่า 20 องศา และสูงเพียงพอที่เม็ดปุ๋ยสามารถร่วงลงอย่างสม่ำเสมอโดยที่เวลามีผลกระทบต่อการกระจายของเม็ดปุ๋ย ท่อนำเม็ดปุ๋ยที่ใช้ในการค้าเลี้ยงส่วนใหญ่ทำจากยาง หรือท่อพลาสติกใสโดยไม่มีการพับหรืองอ

2.4.2.4 ช่องทางออกและประตู

ช่องทางออกสำหรับปุ๋ย คือช่องที่ปล่อยเม็ดปุ๋ยให้ไหลออกไปยังอุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ยโดยไม่มีการควบคุมอัตราการจ่ายเม็ดปุ๋ย ส่วนประตูมีไว้เพื่อเปิดหรือปิดช่องทางออกก่อนที่ปุ๋ยเม็ดจะไหลไปยังเกลียวลำเลียงของเม็ดปุ๋ยซึ่งสามารถปรับอัตราการไหลได้

2.4.2.5 ระบบขับเคลื่อน

โดยทั่วไปมีระบบขับเคลื่อน 2 แบบ คือ (1) ขับโดยล้อขับเคลื่อนของเครื่องปลูก การขับเคลื่อนโดยล้อขับเคลื่อนหรือล้อดินเป็นล้อขับเคลื่อนแบบง่าย ๆ (2) ขับเคลื่อนโดยเพลลาอำนาจกำลังของแทรกเตอร์ จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการปล่อยเม็ดปุ๋ยเมื่อใช้เกียร์หนึ่งเกียร์ใดของแทรกเตอร์ แต่อัตราการใช้ปุ๋ยจะเปลี่ยนแปลงโดยการเปลี่ยนเกียร์ของแทรกเตอร์ หรือเปลี่ยนการทดเฟืองที่ใช้ในการขับเคลื่อนกลไกปล่อยเม็ดปุ๋ย

2.5 ถังใส่ปุ๋ยที่มีอยู่ในปัจจุบัน

วิธีการใส่ปุ๋ยที่เกษตรกรยังปฏิบัติกันอยู่คือการใช้คนเดินโรยระหว่างแถว แล้วตามด้วยเครื่องมือกำจัดวัชพืชและพรวนดิน พร้อมกลบปุ๋ยไปในตัว สำหรับเครื่องใส่ปุ๋ยของเกษตรกร ที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบัน พบว่ามีการใช้อุปกรณ์กำหนดปริมาณแบบต่างๆ 5 แบบ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. อุปกรณ์ใส่ปุ๋ยแบบทรงกระบอกเจาะรู

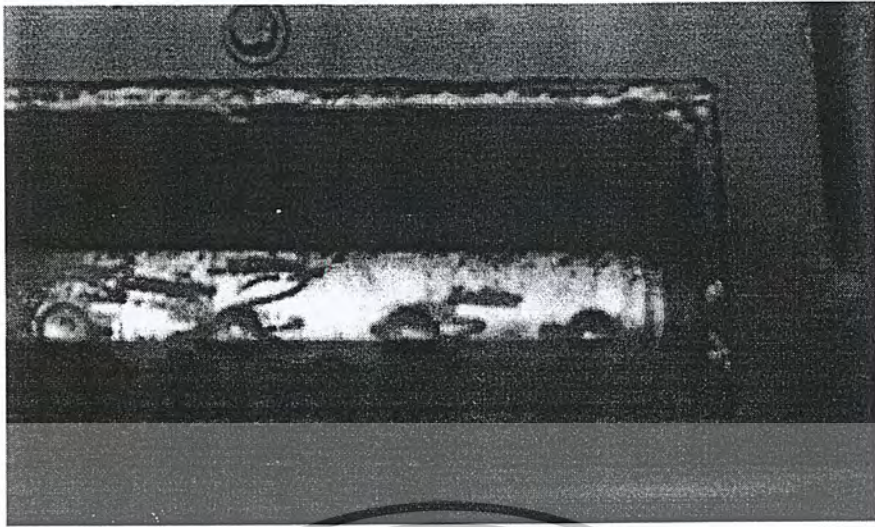
อุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ยทรงกระบอก (เหล็กเพลากลม) เส้นผ่าศูนย์กลาง 51 ซม. ยาว 22.5 ซม. เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ซม. ลึก 1 ซม. จำนวน 4 แถวๆ ละ 4 รู อุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ยทรงกระบอกจะติดตั้งอยู่ตอนล่างของถังปุ๋ย

การทำงาน เพลจะหมุนโดยการขับจากล้อพื้น (Ground Wheel) ซึ่งจะมีการทอรอบโดยชุดเฟืองโซ่ เพื่อให้เพลามีความเร็วที่เหมาะสม รูที่เพลจะทำหน้าที่กักปุ๋ยในด้านล่างของถังปุ๋ยผ่านท่อ นำปุ๋ยลงสู่ดิน โดยมีแผ่นปาด (แผ่นยางหรือเหล็ก) ทำหน้าที่กั้นปุ๋ยให้เฉพาะส่วนที่อยู่ในรูหมุนตามเพลาลงสู่ท่อ นำปุ๋ย อันเป็นการกำหนดปริมาณปุ๋ยให้ได้ตามต้องการ และปุ๋ยจะถูกกลบโดยใบกลบ หรือใบกำจัดวัชพืช



รูปที่ 2.1 เครื่องกำจัดวัชพืชพร้อมใส่ปุ๋ยแบบทรงกระบอกเจาะรู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

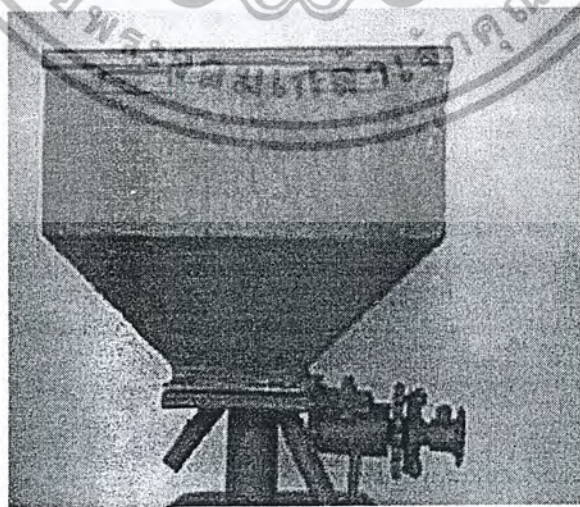


รูปที่ 2.1 อุปกรณ์ใส่ปุ๋ยแบบทรงกระบอกเจาะรู

2. อุปกรณ์ใส่ปุ๋ยแบบจานหยอดแนวนอน

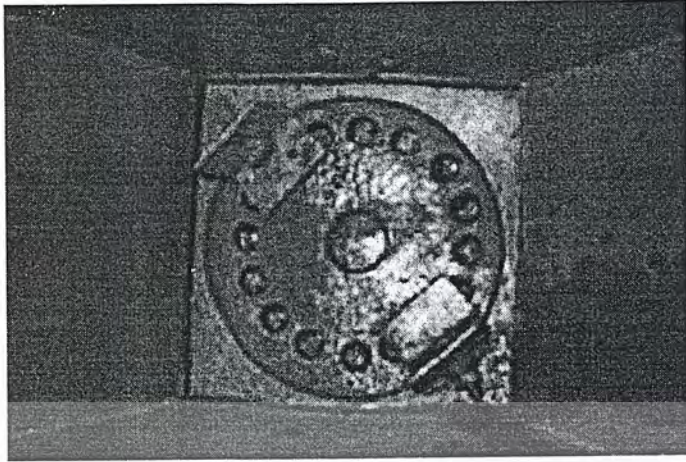
ลักษณะอุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ยเป็นแผ่นกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 15.5 ซม.หนา 1.0 ซม. เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 ซม จำนวน 16 รู สำหรับกำหนดปริมาณปุ๋ย ขอบนอกของแผ่นหยอดมีลักษณะเป็นเฟืองโซ่รอบ สำหรับขบกับเฟืองขับที่มีแนวตั้งฉากกัน โดยเฟืองขับจะถูกขับโดยการถ่ายทอดกำลังจากล้อดิน ด้วยการทกรอบให้สูงขึ้นโดยใช้ชุดเฟืองโซ่

ในการทำงาน แผ่นหยอดจะหมุนนำเม็ดปุ๋ยที่อยู่ในรูให้เคลื่อนผ่านท่อหน้าปุ๋ย 2 ท่อ ลงสู่ดิน และปุ๋ยจะถูกกลบโดยใบกลบหรือใบกำจัดวัชพืช สำหรับการกำหนดปริมาณปุ๋ย จะมีแผ่นปรับตรงตำแหน่งรูท่อหน้าปุ๋ยทั้ง 2 ตำแหน่ง การปรับปริมาณปุ๋ยโดยการปรับแผ่นปรับให้ชิดหรือห่างแผ่นหยอด



รูปที่ 2.3 ถังใส่ปุ๋ยแบบจานหยอดแนวนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 อุปกรณ์หยุดแบบแผ่นกลมเจาะรูแนวอน และแผ่นปรับปริมาณน้ำ

3. อุปกรณ์ใส่ปุ๋ยแบบเกลียวตัว

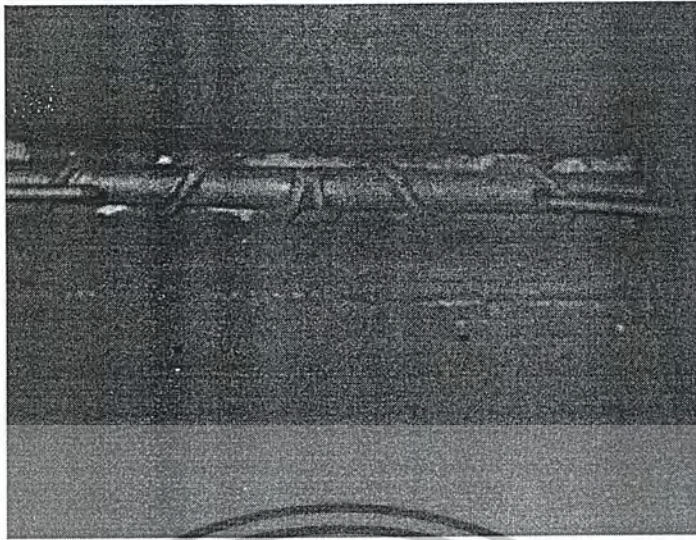
ลักษณะอุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ยเป็นเหล็กเพลากลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม. ทำเกลียวโดยใช้เหล็กเส้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. ระยะเกลียว 80 มม. ลักษณะเกลียวจะเริ่มต้นจากกึ่งกลางเพลาด้านข้าง แต่ละข้างเป็นเกลียวลำเอียงปุ๋ยออกทางด้านข้างจึงมีลักษณะเกลียวตรงข้ามกันช่วงรูเปิดลงสู่ท่อปุ๋ยจะมีแผ่นเหล็กโค้งครอบส่วนเกลียวไว้เพื่อป้องกันปุ๋ยไหลลงโดยตรง

ในการทำงานเพลากลียวจะถูกขับให้หมุนโดยล้อดินปรับปริมาณการใส่ปุ๋ย เกลียวลำเอียงจะลำเอียงปุ๋ยลงสู่ท่อปุ๋ย



รูปที่ 2.5 ถังใส่ปุ๋ยแบบเกลียวตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 ลักษณะเกลียวตัว จะเริ่มต้นจากกึ่งกลางเพลาลงแล้วออกด้านข้าง 2 ด้าน

4. อุปกรณ์ใส่ปุ๋ยแบบเกลียวแผ่น

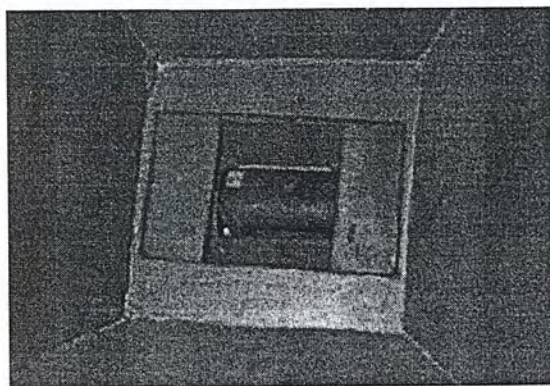
ลักษณะอุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ยเป็นเหล็กเพลากว้างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม. ทำเกลียวโดยใช้เหล็กแบนขนาด 10 มม.หนา 2 มม. ระยะเกลียว 40 มม. ลักษณะเกลียวจะเริ่มต้นจากกึ่งกลางเพลาลงแล้วออกด้านข้าง มีลักษณะเกลียวตรงข้ามกัน แต่แต่ละข้างเป็นเกลียวลำเดียวปุ๋ยออกทางด้านข้างสู่ท่อ นำปุ๋ยซึ่งอยู่ด้านนอกถังปุ๋ย ตอนบนของช่วงเกลียวด้านในจะมีแผ่นปรับทั้ง 2 ข้างเพื่อปรับช่องไหลของ ปุ๋ยลงสู่เกลียวลำเดียวให้ได้ปริมาณตามต้องการ

ในการทำงานเพลากลียวจะถูกขับให้หมุน โดยล้อดิน เกลียวลำเดียวจะลำเดียวปุ๋ยออกด้านข้างลงสู่ท่อนำปุ๋ย



รูปที่ 2.7 ถังใส่ปุ๋ยแบบเกลียวแผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 อุปกรณ์หยอดแบบเกลียวแผ่น มีแผ่นปรับทั้งสองข้าง

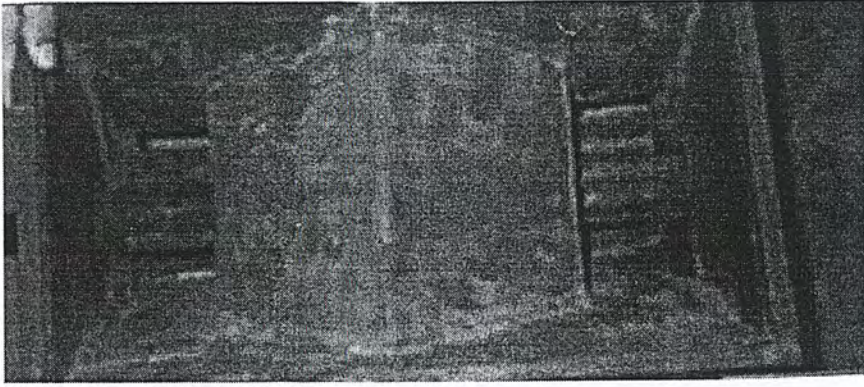
5. อุปกรณ์ใส่ปุ๋ยแบบทรงกระบอกยาว

ลักษณะอุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ยเป็นเหล็กหล่อทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มม. ทำร่องยาว 65 มม. กว้าง 20 มม. ลึก 5 มม. จำนวน 6 ร่องรอบเพลลาในการทำงานเพลลาจะหมุนโดยการขับเคลื่อน (ground wheel) ซึ่งจะมีการทดรอบโดยชุดเฟืองโซ่ ให้เพลลามีความเร็วที่เหมาะสม ร่องที่เพลลาจะหน้าที่กวักปุ๋ยในตอนล่างของถังปุ๋ยผ่านท่อ นำปุ๋ยลงสู่ดิน โดยมีแผ่นปาด (แผ่นยางหรือเหล็ก) ทำหน้าที่กวักปุ๋ยให้เฉพาะส่วนที่อยู่ในร่องหมุนตามเพลลาลงสู่ท่อ นำปุ๋ย แผ่นปาดสามารถปรับขึ้นหรือลงได้เพื่อเพิ่มหรือลดช่องว่างระหว่างทรงกระบอกและแผ่นปาด อันเป็นการกำหนดปริมาณปุ๋ยให้ได้ตามต้องการ และปุ๋ยจะถูกกลบโดยไบกลบหรือไบกำจัดวัชพืช



รูปที่ 2.9 ถังใส่ปุ๋ยแบบทรงกระบอกยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 อุปกรณ์หยอดปุ๋ยแบบทรงกระบอกร่องยาว

ตารางที่ 2.5 สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นของอุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ยแบบต่างๆ

แบบที่	ปัญหาที่เกิดขึ้น
1	ท่อปุ๋ยที่อยู่ริมนอกสุด เกิดปัญหาการอุดตันบ่อย ปุ๋ยอุดตันที่ลูกกวัักปุ๋ย ทำให้ปุ๋ยไหลไม่ลง
2	เกิดการขัดตัวง่าย ถ้าปุ๋ยจับตัวเป็นก้อน ทำให้ปุ๋ยเป็นผง เกิดเสียงดังเมื่อใช้งานนานๆ
3	ปุ๋ยบดเป็นผงและอัดตัวด้านปลายเกลียว ถ้าปุ๋ยจับตัวเป็นก้อนเกิดการขัดตัว
4	ปุ๋ยจับตัวเป็นก้อน ไปค้างที่ช่องปรับปุ๋ยทำให้ไหลไม่สะดวก
5	ปุ๋ยรั่วไหลออกจากช่องทางออกขณะยังไม่ทำงาน ปุ๋ยอุดตันง่ายเพราะระบายไม่ทัน

แนวทางการพัฒนา

1. การปรับช่องทางออกของปุ๋ยสามารถปรับจากภายนอกของถังปุ๋ย และสามารถปรับได้ขณะบรรจุปุ๋ยเต็มถัง
2. ถังบรรจุปุ๋ยควรมีมุมถึงบรรจุที่ทำกับแนวตั้งน้อยกว่า 20 องศา (Mosein,1980) เพื่อให้ปุ๋ยไหลออกแบบปล่อง เพื่อลดการเสียดสีของปุ๋ยกับผนังถังใส่ปุ๋ย

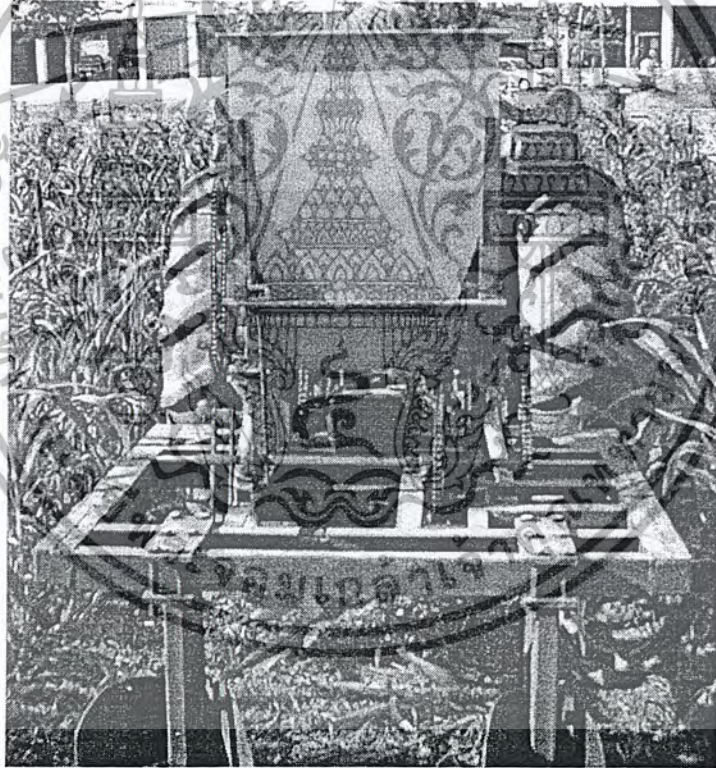
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและสร้างเครื่อง

3.1 แนวทางในการออกแบบถังใส่เมล็ดปุย

1. วัสดุที่ใช้ในการผลิตสามารถหาซื้อได้ง่าย
2. มีกลไกในการทำงานไม่ยุ่งยากซับซ้อน
3. มีต้นทุนในการผลิตไม่สูงมาก
4. มีความคงทนแข็งแรง



รูปที่ 3.1 ถังใส่ปุยที่ออกแบบสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบและสร้างถังใส่ปุ๋ยเม็ด

ถังใส่ปุ๋ยเม็ดมีส่วนประกอบที่สำคัญๆ ได้แก่ ถังบรรจุ, อุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ย, ช่องทางออก และประตู โดยในแต่ละส่วนมีหลักในการออกแบบดังต่อไปนี้

3.2.1 การคำนวณและออกแบบถังบรรจุ

ข้อกำหนดในการออกแบบ

1. ความจุของถังบรรจุเม็ดปุ๋ยแบบต่อพ่วงรถแทรกเตอร์ มีหน้ากว้างในการทำงาน 1.5-2.0 เมตร ความจุถึง 100-150 ลิตร (จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์, 2544)
 2. ถังบรรจุปุ๋ยควรมีมุมถังบรรจุที่ทำกับแนวตั้งน้อยกว่า 20 องศา เพื่อให้ปุ๋ยไหลออกแบบป่อง (Mosein, 1980)
 3. ความหนาแน่นปุ๋ยเม็ดมีค่าตั้งแต่ 800-1200 กก./ลบ.ม.
- การคำนวณความจุของถังใส่ปุ๋ย คำนวณ โดยคิดจากปริมาณของเม็ดปุ๋ยที่จะบรรจุลงถึง

สมการ

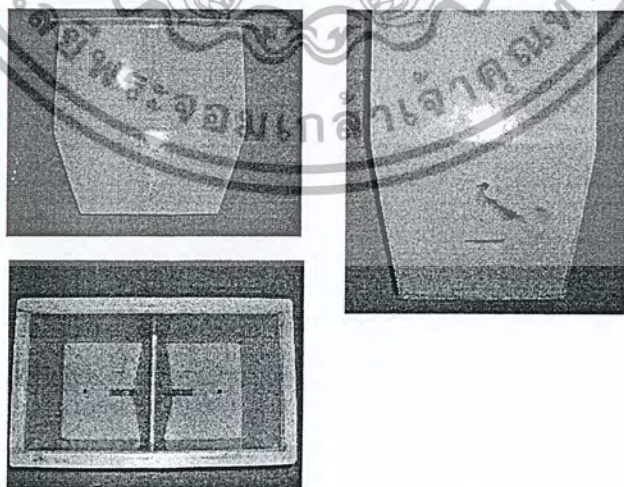
$$V = Q/p$$

เมื่อ V = ปริมาตรของถังบรรจุ, ลบ.ม.

p = ความหนาแน่นรวม, กก./ลบ.ม.

Q = ความจุถัง, กิโลกรัม

จากปริมาณความจุของถังที่แนะนำ สามารถหาความจุถังบรรจุได้ 90-180 กิโลกรัม



รูปที่ 3.2 ถังใส่ปุ๋ยที่ออกแบบ

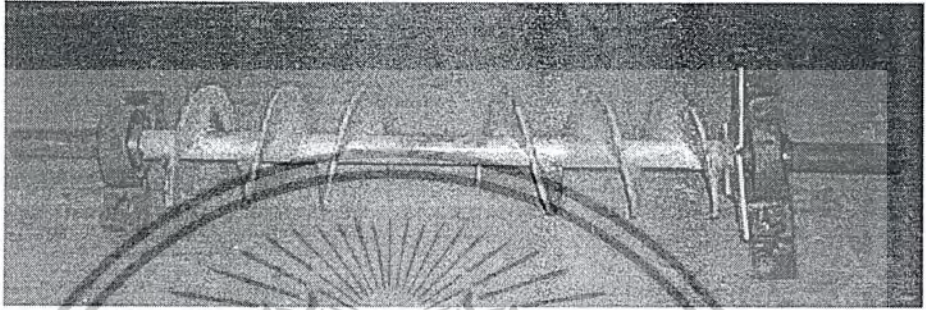
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 คำนวนและออกแบบระบบอุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ย

เงื่อนไขในการออกแบบอุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ย

- สามารถลำเลียงปุ๋ยได้ในปริมาณ 5-90 กก./ไร่ได้

ระบบเกลียวลำเลียงแบบลำเลียงออก 2 ทาง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม. ระยะห่างใบเกลียว 7.5 ซม. ความยาวเกลียวด้านละ 22 ซม. วัสดุหรือปุ๋ยจะถูกลำเลียงออกด้านข้าง



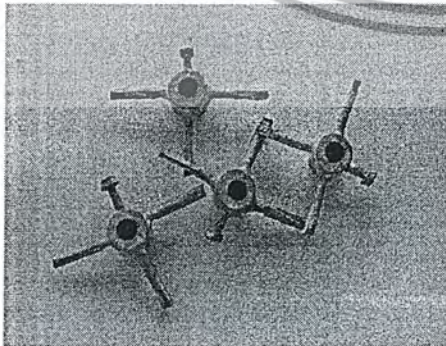
รูปที่ 3.3 เกลียวลำเลียงปุ๋ยเม็ด

3.2.3 ใบกวานปุ๋ย

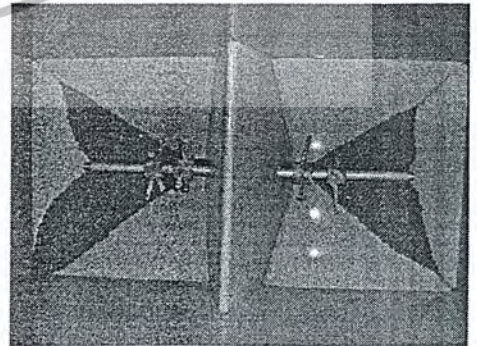
เงื่อนไขในการออกแบบใบกวาน

- ไม่ทำให้ปุ๋ยเกิดการอุดตันหรือประตูช่องทางออก
- ไม่บดทัวตายปุ๋ย

เนื่องจากไม่มีหลักการที่แน่นอนในการออกแบบใบกวานดังนั้นจึงอาศัยหลักการเดียว คือ ทำให้เม็ดปุ๋ยที่อยู่เหนือช่องทางออกเกิดการเคลื่อนไหลตลอดเวลา ใบกวานปุ๋ยเป็นเหล็กกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. ยาว 4 มม. จำนวน 4 ชุด ต่อ 1 ชุด ติดตั้งจำนวน 4 ชุด อยู่ในถังบรรจุปุ๋ย สูงจากระดับช่องทางออก 5 ซม.



รูปที่ 3. 4 ก. ใบกวานปุ๋ย

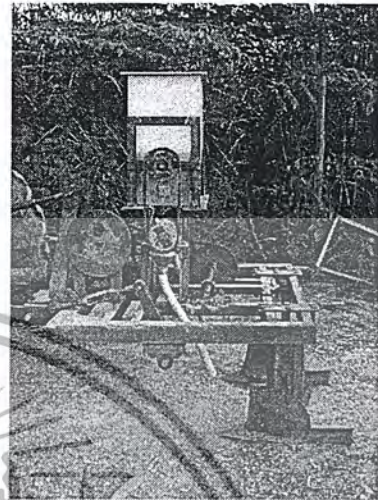
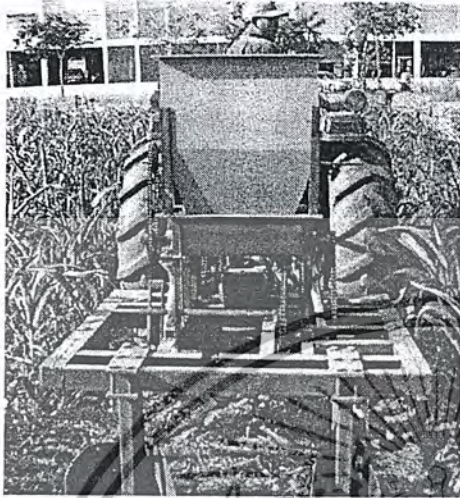


รูปที่ 3. 4 ข. การทำงานของใบกวานปุ๋ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การติดตั้งถังใส่ปุ๋ยบนเครื่องกำจัดวัชพืชแบบใบแกว่ง

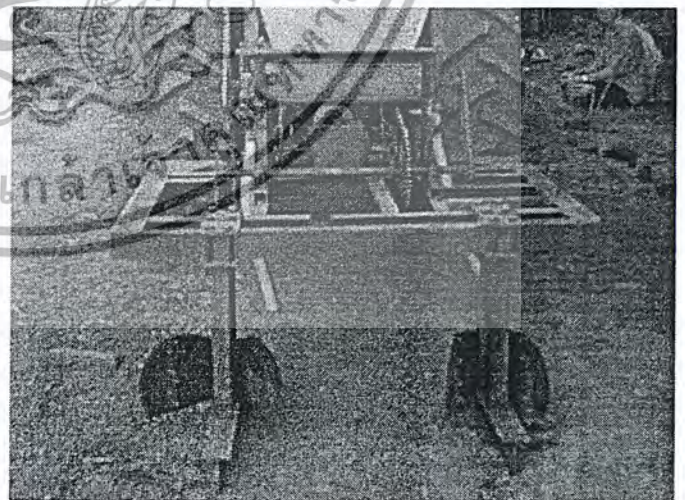
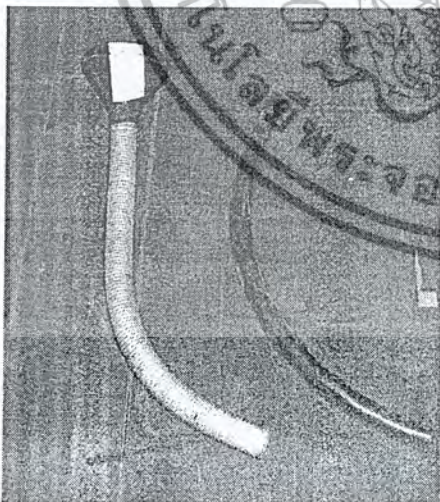
น้ำหนักถังปุ๋ย (ถังเปล่า) น้หนัก 12 กิโลกรัม ถังปุ๋ยติดตั้งสูงจากคานของเครื่องกำจัดวัชพืช 45 ซม. ห่างจากคานหน้า 35 ซม. อยู่ระหว่างกึ่งกลางคานของเครื่องกำจัดวัชพืช



รูปที่ 3.5 แสดงตำแหน่งถังใส่ปุ๋ยบนเครื่องกำจัดวัชพืชแบบใบแกว่ง

3.2.5 ท่อส่งปุ๋ย

เป็นท่อพลาสติกน้ำทิ้ง ที่มีความอ่อนตัวสูง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ยาวประมาณ 95 ซม. นำปุ๋ยลงดิน โดยไม่มีการติดขัดหรือค้างในท่อ

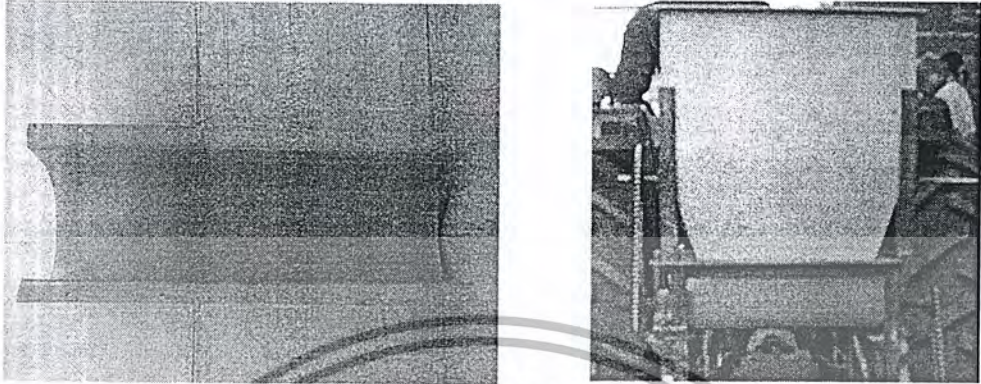


รูปที่ 3.6 ลักษณะของท่อส่งปุ๋ย และการติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 รางลำเลียงปุ๋ย

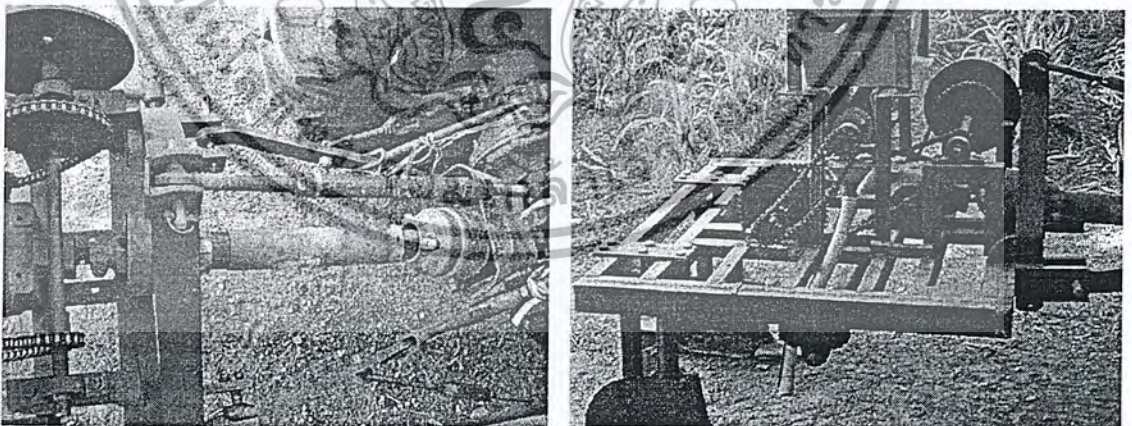
จัดสร้างจากแผ่นพีวีซี คัดโค้ง ความกว้าง 14 ซม. ความยาว 50 ซม. และความสูงราง 19 ซม.



รูปที่ 3.7 ลักษณะรางลำเลียงปุ๋ย และการติดตั้ง

3.2.7 ระบบส่งกำลัง

ระบบกำหนดปริมาณปุ๋ยจะขับเคลื่อนจากเพลาลำเลียงกำลังของรถแทรกเตอร์ มายังกลองเกียร์ ที่มีอัตราทดรอบ 1 : 1.94 แล้วทำการลดรอบ โดยใช้เฟืองและโซ่ ให้ระบบเกิลียวส่งปุ๋ยขับเคลื่อนไม่เกิน 130 รอบต่อนาทีและใบกวานปุ๋ยจะถูกขับเคลื่อนด้วยความเร็วรอบเท่ากับหรือน้อยกว่าอุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ย



รูปที่ 3.8 ระบบส่งกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะของถังใส่ปุ๋ยเม็ด

- น้ำหนักตัวถังเปล่า	12	กิโลกรัม
- ความกว้าง	30	เซนติเมตร
- ความยาว	60	เซนติเมตร
- ความสูง	60	เซนติเมตร
- จำนวนช่องทางออก	2	ทาง
- ความจุของถังใส่ปุ๋ย	90	กิโลกรัม
- อัตราการใส่ปุ๋ย	36 – 170	กก./ไร่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 คุณสมบัติทางกายภาพของปุ๋ยเม็ด

ผลการทดลองหาความหนาแน่น สัมประสิทธิ์ความเสียดทานกับแผ่นพีวีซี มุมความเสียดทานปุ๋ย และขนาดเม็ดปุ๋ย(เส้นผ่านศูนย์กลาง) ได้ผลการทดลองดังนี้ ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติปุ๋ย

สมบัติ	ชื่อ / สูตร		
	หัววัวคั้นไถ /16 - 20 - 0	คาร์กิลล์ /25 - 10 - 10	ไวคิง /16 - 20 - 0
ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม.)	929	846	956
สัมประสิทธิ์ความเสียดทานกับแผ่นพีวีซี	0.25	0.30	0.33
มุมความเสียดทานปุ๋ยกับแผ่นพีวีซี (องศา)	22.40	23.30	23.27
ความชื้น (% wet basis)	1.20	1.57	2.13
ขนาดเม็ดปุ๋ย (เส้นผ่านศูนย์กลาง มม.)	2.95	3.60	3.40

4.2 การทดลองในห้องปฏิบัติการ

ดำเนินการทดลองถึงใส่ปุ๋ยเม็ด ตามวิธีการทดสอบ RANM Test Codes and Procedures for farm Machinery. มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำงานของระบบการหยอดปุ๋ย และปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการหยอดปุ๋ยของถึงใส่ปุ๋ย

4.2.1 การทดลองความแม่นยำของถึงใส่ปุ๋ยเม็ดเบื้องต้น

4.2.1.1 ทดสอบหาอัตราการให้ปุ๋ยที่ความเร็วรอบ และขนาดช่องทางออกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ทดลอง

1. ปู่ยเคมี 3 ชนิด ปู่ยเคมีเมโทรฟอส ยี่ห้อหัววัวคันไถ สูตร 16-20-0, ปู่ยเคมีที่อปวัน ยี่ห้อคาร์กิลล์ สูตร 25-10-10, ปู่ยเคมีปุ๋ยมรกต ยี่ห้อรุ่งอรุณ สูตร 16-20-0
2. อินเวอร์เตอร์(Invertor) ยี่ห้อ ฮิตาชิ(Hitachi)ขนาด 5 แรงม้า รุ่นSJ100-040HFE
3. นาฬิกาจับเวลา
4. ถังพลาสติกไว้สำหรับเติมปุ๋ย, ขันพลาสติก
5. ถูพลาสติก

วิธีการทดลอง

1. ติดตั้งถังใส่ปุ๋ยเมื่อบนแทนเหนือเครื่องกำจัดวัชพืชในลักษณะพร้อมใช้งาน โดยใช้มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อนอุปกรณ์กำหนดเม็ดปุ๋ย บรรจุปุ๋ยชนิดแรกลงในถังบรรจุปุ๋ยในปริมาณครึ่งถัง
2. ขับอุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ย โดยให้อัตราการหมุนของอุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ย ที่ความเร็วรอบเริ่มต้น 130 รอบต่อนาที(ปานมันส์ คริสมบวร์ค, 2540) และเปิดช่องทางออกสูงสุด คือ 5 ตร.ซม. กำหนดอัตราการให้ปุ๋ย ผลการทดลองพบว่า อัตราการให้ปุ๋ยครอบคลุมอัตราการให้ปุ๋ยที่ต้องการทดลองในครั้งต่อไป ทำการลดรอบ โดยลดรอบลงครึ่งละ 10 รอบต่อนาที
3. หยอดเม็ดปุ๋ยโดยใช้ถังพลาสติกกรองรับเพื่อเก็บตัวอย่างเม็ดปุ๋ย ทำซ้ำ 3 ครั้งในแต่ละความเร็วรอบ คือ 120, 110 และ 100 รอบต่อนาที และแต่ละขนาดช่องทางออก ซึ่งมีขนาด 2.00 ตร.ซม., 3.00 ตร.ซม , 4.00 ตร.ซม. และ 5.00 ตร.ซม. ให้อัตราการให้ปุ๋ยหลังผ่านอุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ย
4. บันทึกผลการทดสอบลงในภาคผนวก ข.1
5. ทดลองซ้ำตามข้อ 2 ถึงข้อ 4 โดยเปลี่ยนอัตราการหมุนของอุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ยเป็น 120, 110, 100, รอบต่อนาที
6. ทดลองซ้ำตามข้อ 2 ถึงข้อ 5 โดยเปลี่ยนชนิดของปุ๋ย อีก 2 ชนิด บันทึกผลในภาคผนวก ข.2 – ข.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 แสดงการติดตั้งถังใส่ปุ๋ยบนเครื่องกำจัดวัชพืชแบบใบแกว่ง สำหรับการทดลอง

ผลการทดลอง

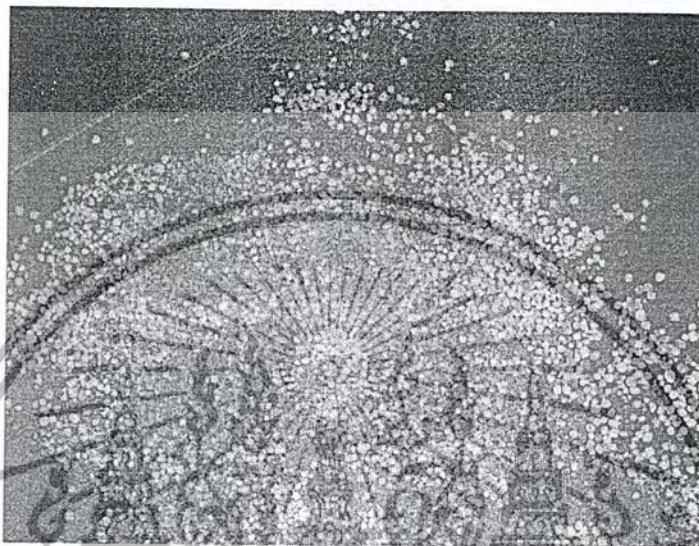
จากข้อมูลการทดลองถังใส่ปุ๋ย ที่ความเร็วรอบอุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ย 100,110,120 และ 130 รอบต่อนาที และช่องทางออกขนาด 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 ซม. ได้ผลการทดลองดังนี้

1. เมื่อปรับขนาดของช่องทางออกเพิ่มขึ้น อัตราการให้ปุ๋ยมีค่าเพิ่มอย่างมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยยะสำคัญที่ 5% ดูภาคผนวก ก.1.2
2. อัตราการให้ปุ๋ยของแถวที่ 1 และแถวที่ 2 มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยยะสำคัญที่ 5% ดูภาคผนวก ก.1.3
3. ที่ความเร็วรอบ และขนาดช่องทางออกคงที่ อัตราการให้ปุ๋ยของปุ๋ยหือหัววัวคันไถ สูตร 16-20-0, ปุ๋ยหือไวคิง สูตร 16-20-0 และปุ๋ยหือคาร์กิลล์ สูตร 25-10-10 มีค่าแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยยะสำคัญที่ 5% ดูภาคผนวก ก.1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เมื่อความเร็วรอบเปลี่ยน ขนาดช่องทางออกเดียวกัน อัตราการให้ปุ๋ยมีค่าแตกต่างกันน้อยมาก เมื่อเทียบกับขนาดช่องทางออกที่ใหญ่ขึ้น คูภาคผนวก ค.1.4 และภาคผนวก ง.

5. เมื่อตรวจพินิจคุณสมบัติทางกายภาพของปุ๋ยก่อนและหลังทดสอบ พบว่า ปุ๋ยแตกเป็นผง และปุ๋ยสีซีดลง



รูปที่ 4.2 ลักษณะของปุ๋ยหลังผ่านการทดลอง

4.2.2 การทดลองประสิทธิภาพการออกแบบถังใส่ปุ๋ยเม็ด

ทดลองที่ความเร็วรอบ 115 รอบต่อนาที ขนาดช่องทางออก 2, 3 และ 5 ตร.ซม. และระดับปริมาณปุ๋ย เต็มถัง , ครึ่งถัง และเศษหนึ่งส่วนแปดถัง

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ทดสอบ

1. ปุ๋ยเคมี 3 ชนิด ปุ๋ยเคมีเมโทรฟอส ยี่ห้อหัววัวคันไถ สูตร 16-20-0, ปุ๋ยเคมีที่อปรวัน ยี่ห้อคาร์กิลล์ สูตร 25-10-10, ปุ๋ยเคมีปุ๋ยมรกต ยี่ห้อรุ่งอรุณ สูตร 16-20-0
2. อินเวอร์เตอร์(Inverter) ยี่ห้อ ฮิตาชิ(Hitachi)ขนาด 5 แรงม้า รุ่นSJ100-040HFE
3. นาฬิกาจับเวลา
4. ถังพลาสติกไว้สำหรับเติมปุ๋ย, ขันพลาสติก
6. ถูพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. ติดตั้งถังใส่ปุ๋ยเม็ดบนที่ติดตั้งเหนือเครื่องกำจัดวัชพืชในลักษณะพร้อมใช้งาน โดยใช้มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อนกำหนดเม็ดปุ๋ยแทนเพลลาอำนาจกำลังของรถแทรกเตอร์ บรรจูปุ๋ยชนิดแรกลงในถังบรรจูปุ๋ยในปริมาณหนึ่งส่วนแปดถึง

2. ขับอุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ย โดยให้อัตราการหมุนของอุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ย ที่ความเร็วรอบ 115 รอบต่อนาที

3. หยอดเม็ดปุ๋ยโดยใช้ถุงพลาสติกกรองรับเพื่อเก็บตัวอย่างเม็ดปุ๋ย ในแต่ละขนาดช่องทางออกคือ 2.0 ตร.ซม., 3.0 ตร.ซม. และ 5.0 ตร.ซม. ตามลำดับ ทำอัตราการให้ปุ๋ยหลังผ่านอุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ย

4. บันทึกผลการทดสอบ ลงในภาคผนวก ข.4 – ข.5

5. ทำการทดลองซ้ำข้อ 2 ถึงข้อ 4 โดยเปลี่ยนปริมาณปุ๋ยในถังบรรจูปุ๋ยเป็นปริมาณปุ๋ยครึ่งถึง และปริมาณปุ๋ยเต็มถึง บันทึกผลการทดสอบลงในภาคผนวก ข.4 – ข.5

6. ทำการทดลองซ้ำข้อ 1 ถึงข้อ 5 โดยเปลี่ยนชนิดของปุ๋ยที่ใช้ทดสอบอีก 2 ชนิด บันทึกผลการทดสอบลงในภาคผนวก ข.4 – ข.5

ผลการทดลอง

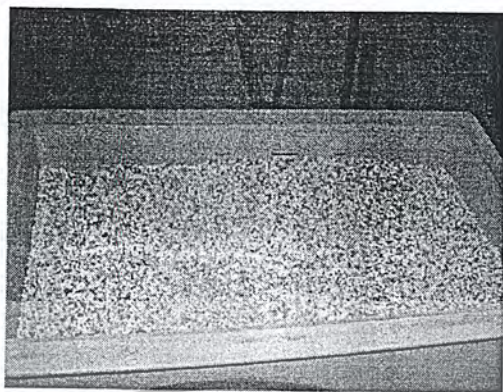
จากข้อมูลการทดลองถังใส่ปุ๋ย ที่ความเร็วรอบอุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ย 155 รอบต่อนาที และช่องทางออกขนาด 2.0, 3.0 และ 5.0 ตร.ซม. ได้ผลการทดลองดังนี้

1. ที่ระดับของปุ๋ยเต็มถึง และปุ๋ยครึ่งถึง อัตราการให้ปุ๋ยไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่เมื่อปุ๋ยมีระดับเศษหนึ่งส่วนแปดของถึง พบว่า อัตราการให้ปุ๋ยแตกต่างกับระดับปุ๋ยเต็มถึง และปุ๋ยครึ่งถึงอย่างมีนัยยะสำคัญที่ 5% ดูภาคผนวก ค.2.2

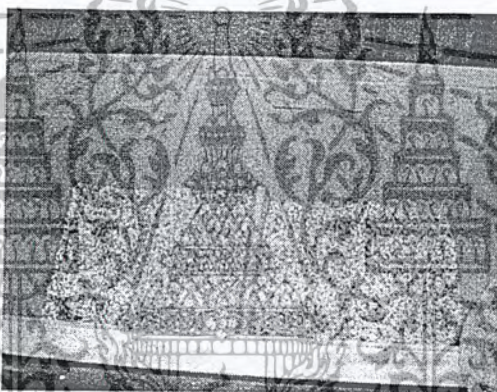
2. ขนาดของช่องทางออก มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยยะสำคัญที่ 5% โดยที่ขนาดของช่องทางออก 2 ตร.ซม. ให้อัตราการให้ปุ๋ยเท่ากับ 30 กก./ไร่ และที่ขนาดช่องทางออก 5 ตร.ซม. ให้อัตราการให้ปุ๋ยเท่ากับ 110 กก./ไร่ ที่ความเร็วรอบ 115 รอบต่อนาที ดูภาคผนวก ค.2.1

3. เมื่อตรวจพินิจคุณสมบัติทางกายภาพของปุ๋ยก่อนและหลังทดสอบ พบว่า ปุ๋ยแตกเป็นผง และปุ๋ยสีซีดลง

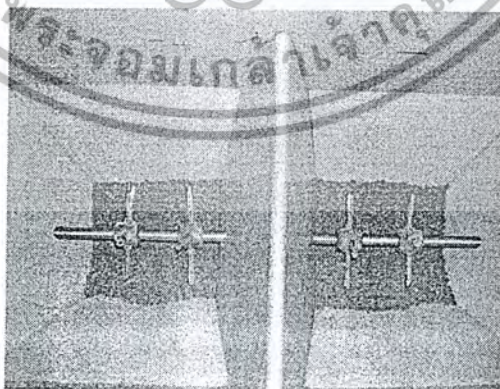
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



4.3 ก. ปริมาณปุ๋ยเต็ม



4.3 ข. ปริมาณปุ๋ยครึ่งถึง



4.3 ค. ปริมาณปุ๋ยเศษหนึ่งส่วนแปดถึง

รูปที่ 4.3 ระดับของปริมาณปุ๋ยในถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองภาคสนาม

วัตถุประสงค์

1. ดูปริมาณการกระจายตัวของเม็ดปุ๋ยในแปลงการทดลอง
2. ทดลองอัตราการให้ปุ๋ย ตามความต้องการตามอายุต้นข้าวโพดในแปลงทดลอง
3. ทดลองความสม่ำเสมอของอัตราการให้ปุ๋ย ตลอดทั่วทั้งพื้นที่

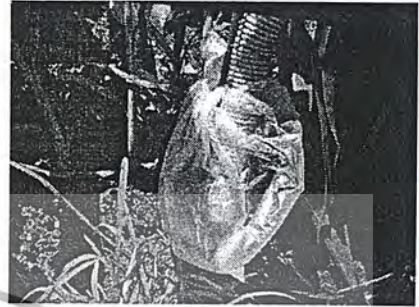
วิธีการทดลอง

1. หาความชื้นของดิน 5 จุด ในแปลงทดลอง บันทึกผลการทดลองลงในภาคผนวก ก.
2. หาค่าความต้านทานการแทงทะลุของดิน 5 จุด ในแปลงทดลอง บันทึกผลการทดลองลงในภาคผนวก ก.
3. ติดตั้งถังใส่ปุ๋ยเม็ดบนแท่นเหนือเครื่องกำจัดวัชพืชในลักษณะพร้อมใช้งาน โดยใช้เพลลาอำนาจกำลังเป็นตัวขับเคลื่อนกำหนดปริมาณปุ๋ย บรรจุปุ๋ยชนิดแรกลงในถังบรรจุปุ๋ยในปริมาณปุ๋ยเต็มถัง
4. ขับอุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ย โดยการเร่งเครื่องยนต์รถแทรกเตอร์ ให้อัตราการหมุนของอุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ย ที่ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที และเปิดเปิดช่องทางออกขนาด 2 ตร.ซม. ซึ่งจะให้อัตราการให้ปุ๋ยเฉลี่ย 40 – 50 กก./ไร่ ตามความต้องการของข้าวโพด ซึ่งปลูกประมาณ 30 วัน
5. วิ่งรถแทรกเตอร์เข้าไปในแปลงทดลองระหว่างร่องข้าวโพด โดยยังไม่ให้อุปกรณ์กำจัดวัชพืชและอุปกรณ์พ่นโคนทำงาน ปล่อยให้ปุ๋ยโรยลงดิน ดูการกระจายตัวของปุ๋ย
6. วิ่งรถแทรกเตอร์เข้าไปในแปลงทดลองระหว่างร่องข้าวโพด โดยให้อุปกรณ์พ่นโคนทำงานพร้อมการโรยปุ๋ย ดูการกลบปุ๋ย พร้อมหาอัตราเร็วรถแทรกเตอร์
7. หยอดเม็ดปุ๋ยโดยใช้ถุงพลาสติกกรองรับเพื่อเก็บตัวอย่างเม็ดปุ๋ย ในระยะทาง 10 เมตร ทำซ้ำ 5 ครั้ง โดยมีปริมาณปุ๋ยเต็มถังบรรจุ หาอัตราการให้ปุ๋ยหลังผ่านอุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ย
8. บันทึกผลการทดลองลงในภาคผนวก ข.6
9. ทำซ้ำข้อ 7 โดยเปลี่ยนปริมาณปุ๋ยในถังให้มีปริมาณครึ่งถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

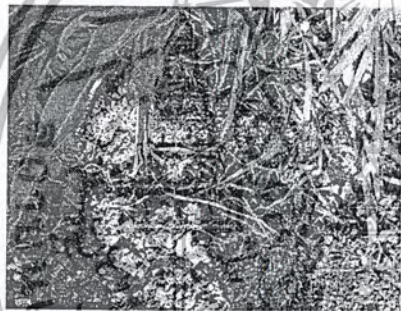
10.ทำซ้ำข้อ 5 ถึงข้อ 9 โดยเปลี่ยนชนิดของปุ๋ย อีกสองชนิด บันทึกผลในภาคผนวก ข.7 -

ข.8



4.4 ก. แปลงข้าวโพดที่ใช้ทดลอง

4.4 ข. การเก็บตัวอย่างปุ๋ยเม็ด



4.4 ค. สักยณะการโรยตัวของปุ๋ยเม็ด

4.4 ง. การกลบปุ๋ยของตัวพูนโคน

รูปที่ 4.4 การทดลองภาคสนาม

ผลการทดลอง

1. ที่ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที และที่ขนาดช่องทางออก 2 ตร.ซม. พบว่าอัตราการให้ปุ๋ยของปุ๋ยหือหัววัวคั้นไถ สูตร 16 - 20 - 0 แลปุ๋ยหือไวคั้ง สูตร 16 - 20 - 0 มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยยะสำคัญที่ 5 % แต่เมื่อพิจารณาปุ๋ยหือคาร์กิลส์ สูตร 25 - 10 - 10 กับปุ๋ยหือหัววัวคั้นไถ สูตร 16 - 20 - 0 และปุ๋ยหือไวคั้ง สูตร 16 - 20 - 0 มีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยยะสำคัญที่ 5 % คูภาคผนวก ค.3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อัตราการให้ปุ๋ยของแถวที่ 1 และแถวที่ 2 มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยยะสำคัญที่ 5 % คูภาคผนวก ก.3.2

3. ระดับของปุ๋ยในถังบรรจุ ที่ระดับปุ๋ยเต็มถัง และระดับปุ๋ยครึ่งถัง อัตราการให้ปุ๋ยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยยะสำคัญที่ 5 % โดยที่ระดับปุ๋ยเต็มถังอัตราการให้ปุ๋ยเฉลี่ยเท่ากับ 50 กก./ไร่ และที่ระดับปุ๋ยครึ่งถังอัตราการให้ปุ๋ยเฉลี่ยเท่ากับ 45 กก./ไร่ หรือแตกต่างประมาณร้อยละ 10 คูภาคผนวก ก.3.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทวิจารณ์และสรุป

5.1 ปัญหาและอุปสรรค

5.1.1 ปัญหาและอุปสรรคในระหว่างการจัดสร้าง

1. การจัดสร้างถังใส่ปุ๋ยเสียเวลามาก เพราะชิ้นส่วนต่างๆ ของถังมีความละเอียดและซับซ้อน ต้องใช้ความประณีตในการจัดสร้าง
2. ชิ้นส่วนต่างๆ ของตัวถังใส่ปุ๋ยเชื่อมต่อให้แข็งแรงได้ยาก
3. การยึดตัวถังใส่ปุ๋ยกับโครงสร้างเหล็กที่อยู่บนเครื่องกำจัดวัชพืชทำได้ยาก เพราะตัวถังเป็นพลาสติก
4. ระบบส่งกำลังจากเพลาอำนวยการกำลัง มีความเร็วรอบที่สูง ประมาณ 1048 รอบต่อนาที ต้องใช้เฟืองจำนวนมากในการลดรอบลงให้เหลือ 100 – 130 รอบต่อนาที

5.1.2 ปัญหาและอุปสรรคในระหว่างการผลิต

5.1.2.1 การทดลองในห้องปฏิบัติการ

1. เนื่องจากถังใส่ปุ๋ยเม็ดมีขนาดใหญ่ ทำให้มีการอุดตันของปุ๋ยในถัง
2. ในการทดลองเบื้องต้น ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ย และรางลำเลียงเม็ดปุ๋ยไม่เหมาะสม ทำให้เกิดการบดอัดเม็ดปุ๋ย และอุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ยลำเลียงปุ๋ยได้ไม่ทัน เมื่อเปิดขนาดช่องทางออกให้ใหญ่ขึ้น
3. ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ในการทดลองมีไม่เพียงพอ ต้องมีการเวียนปุ๋ยซ้ำในการทดลอง
4. ในการทดลองใช้ท่อนำเม็ดปุ๋ยที่ยาวเกินไปทำให้เกิดการอุดตันของปุ๋ยในท่อ นำเมล็ด
5. การปรับขนาดของช่องทางออกได้เท่ากันทั้งสองช่องทางออกแต่ได้ปริมาณปุ๋ยไม่เท่ากันทั้งสองช่องทางออก
6. เมื่อบุ๋ยผ่านตัวกวนและอุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ย ทำให้ปุ๋ยแตกเป็นผง เมื่อนำปุ๋ยมาทดลองซ้ำ ผงปุ๋ยจะจับตัวเป็นก้อนและอุดตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2.2 การทดลองภาคสนาม

1. ถุงพลาสติกไว้เก็บตัวอย่างปุ๋ยแตกง่าย เมื่อเกิดการถูกับพื้นดินในแปลงทดลอง
2. ปุ๋ยเกิดการอุดตันบ่อย เป็นเพราะอุปกรณ์กวนปุ๋ยไม่ทำงานเนื่องจากชั้นตัวกวนปุ๋ยไม่แน่นพอ ทำให้ปุ๋ยไม่ไหลและได้ผลการทดลองที่คลาดเคลื่อน
3. ชิ้นส่วนต่างๆ ของถังใส่ปุ๋ย และเครื่องกำจัดวัชพืชแบบใบแกว่งไม่อยู่ในสภาพพร้อมทดลอง เช่น สกรูและน็อตขันไม่แน่นพอ

5.2 สรุปผลการพัฒนาถังใส่ปุ๋ยเม็ดที่เหมาะสมสำหรับพืชไร่

จากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ และการทดลองภาคสนาม สามารถสรุปเงื่อนไขการใช้งานถังใส่ปุ๋ยเม็ดที่เหมาะสม คือขนาดช่องทางออกสามารถปรับได้ ตั้งแต่ขนาด 2 ตร.ซม. ถึง 5 ตร.ซม. ที่ความเร็วรอบอุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ยขนาด 100 – 130 รอบต่อนาที ได้ปริมาณปุ๋ย 36 – 170 กก./ไร่ ต่อพ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 45 แรงม้า ความเร็วรถแทรกเตอร์ 3.5 กม/ชม. และถังใส่ปุ๋ยทนทานต่อการกัดกร่อนของปุ๋ย

5.3 แนวทางปรับปรุงและแก้ไข

ในการออกแบบและทดสอบถังใส่ปุ๋ยเม็ดที่เหมาะสมสำหรับพืชไร่ นี้ ได้ดำเนินการออกแบบและปรับปรุงส่วนต่างๆ ของถังใส่ปุ๋ยที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน และได้ถึงต้นแบบที่ยังต้องมีการปรับปรุงต่อไป

สำหรับข้อเสนอแนะสำหรับถังใส่ปุ๋ย มีดังนี้

1. เพิ่มอุปกรณ์ที่ช่วยลดแรงกดปุ๋ยเหนืออุปกรณ์กวนปุ๋ย และช่องทางออกเพื่อลดการอัดตัวของปุ๋ย
2. ท่อนำเม็ดปุ๋ย ควรมีแนวตรงเท่าที่จะเป็นไปได้ หรือมีความลาดชันสูง เพื่อป้องกันการอุดตันของปุ๋ยในท่อนำเม็ดปุ๋ย และมีผลทำให้อัตราการใส่ปุ๋ยไม่สม่ำเสมอ
3. ปรับปรุงส่วนของอุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ย ให้มีขนาดเล็กลงเนื่องจากอุปกรณ์กำหนดปริมาณปุ๋ยที่ได้ออกแบบมีอัตราการให้ปุ๋ยที่สูงเกินไป ไม่สามารถปรับอัตราการให้ปุ๋ยที่ 5 กก./ไร่ได้ และสามารถปรับปริมาณปุ๋ยได้ละเอียดแม่นยำตามความต้องการของพืช ซึ่งเป็น

สิ่งสำคัญที่จะช่วยให้เกษตรกรสามารถใช้ปุ๋ยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาความชื้นของดิน(Soil Moisture)

อุปกรณ์

1. เครื่องมือเก็บตัวอย่างดิน
2. คู่ออบ
3. เทปวัดระยะ
4. เครื่องชั่งไฟฟ้า

การเก็บข้อมูลพื้นที่ทดสอบ

1. คูรูปด้านล่างประกอบ วัดความกว้าง(W) และความยาว(L)ของแปลงทดสอบ
2. ตำแหน่งที่เก็บข้อมูล จะอยู่ประมาณกึ่งกลางแปลง 1 จุด และอีก 4 จุดวัดจากขอบแปลงเข้ามาข้างละ 5 เมตร



วิธีการทดลอง

1. กดเครื่องมือเก็บตัวอย่างดินลงไปบนดินลึก ประมาณ 0 – 20 ซม.
2. สุ่มเก็บตัวอย่างดินจากข้อที่ 1 ให้ยาวประมาณ 10 ซม. ใส่ถุงพลาสติกแล้วมัดให้แน่น
3. ทำการเก็บตัวอย่างดินในแปลง 5 จุด ตามที่ได้อธิบายไว้แล้วข้างต้น
4. นำตัวอย่างดินที่ได้ ไปห้องปฏิบัติการ ทำการชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าร้อยละความชื้นในดิน

การคำนวณ

การหาร้อยละความชื้นในดิน(Soil Moisture Content, MC)

1. ตัวอย่างดินที่จะหาค่าความชื้นดิน ให้นำดินทั้งหมดมาชั่งก่อนจากนั้นนำดินเข้า
คู่ออบที่อุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

105 °C เป็นเวลา 8 ชม. แล้วชั่งน้ำหนักดินที่ได้หลังจากการอบ บันทึกลงในตาราง

2. คำนวณหาร้อยละความชื้นในดินจากสมการ

$$MC (\% \text{ Dry Basis}) = \frac{W - W_s}{W_s} \times 100$$

เมื่อ $MC =$ ความชื้น ดิบ (% ~~W~~ *W* in Basis)

$W =$ น้ำ หนัก (กรัม)

$W_s =$ น้ำ หนัก (กรัม)

3. หาค่าเฉลี่ยของร้อยละความชื้นดินที่ได้

4. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก (g)				% MC (Dry Basis)
	ภาชนะ	ภาชนะ+ดิน ก่อนอบ	ภาชนะ+ดิน หลังอบ	ดินก่อนอบ (W)	
1					
2					
3					
4					
5					
					ค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

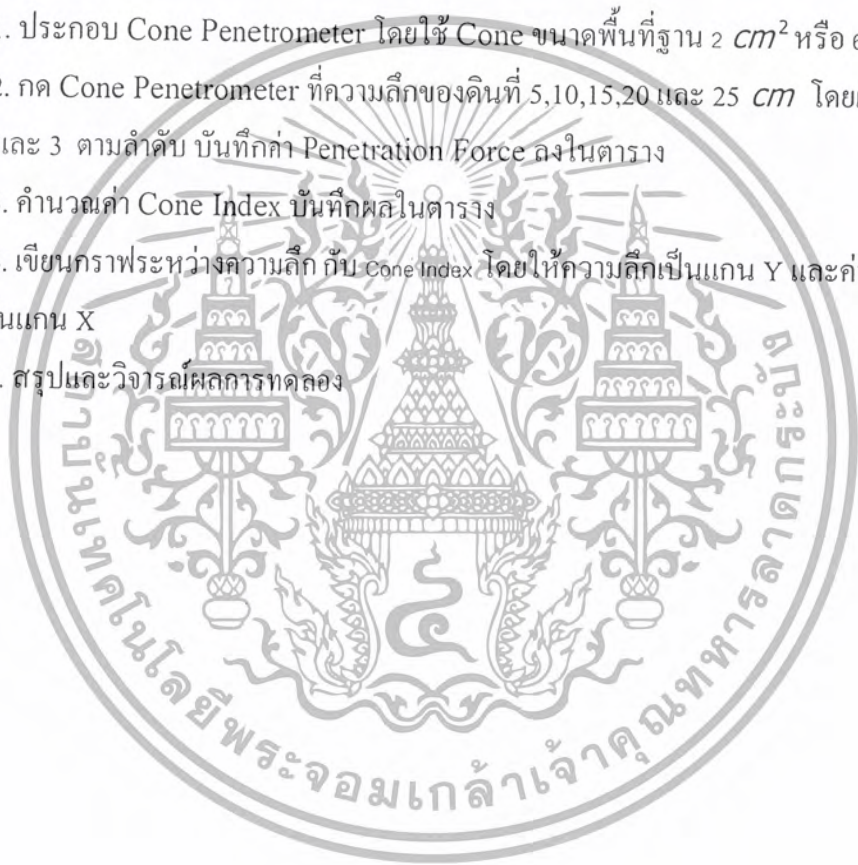
การหาค่าความต้านทานการแทงทะลุ (Cone Index)

วิธีการเก็บข้อมูล

1. วัดขนาดความกว้าง (W) และความยาว (L) ของแปลงทดสอบ
2. ดำเนินการหาค่าความต้านทานการแทงทะลุ (Cone Index) และ Shear Resistance ตามจุดที่กำหนด

วิธีการทดลอง

1. ประกอบ Cone Penetrometer โดยใช้ Cone ขนาดพื้นที่ฐาน 2 cm^2 หรือ 6 cm^2
2. กด Cone Penetrometer ที่ความลึกของดินที่ 5, 10, 15, 20 และ 25 cm โดยเก็บข้อมูลจุดที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ บันทึกค่า Penetration Force ลงในตาราง
3. คำนวณค่า Cone Index บันทึกผลในตาราง
4. เขียนกราฟระหว่างความลึก กับ Cone Index โดยให้ความลึกเป็นแกน Y และค่า Cone Index เป็นแกน X
5. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง



ตารางบันทึกผลการทดลอง

ครั้งที่	ความลึก (cm)	ค่าแรงกด (kgf)	Cone Index (kgf / cm ²)
1	5		
	10		
	15		
	20		
	25		
2	5		
	10		
	15		
	20		
	25		
3	5		
	10		
	15		
	20		
	25		
4	5		
	10		
	15		
	20		
	25		
5	5		
	10		
	15		
	20		
	25		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

ตำราวิชาการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข. 1 บันทึกผลการทดลอง ถังใส่ปุ๋ย

ชนิดของปุ๋ย(สูตร) 16-20-0 หัววัวคั้นไถ เวลาที่ใช้จับในแต่ละครั้งที่ทดลอง 10 วินาที

ความเร็ว รอบ (RPM)		อัตราการให้ปุ๋ย (kg/Rai)															
		ขนาดช่องเปิด 2 ตร.ซม.				ขนาดช่องเปิด 3 ตร.ซม.				ขนาดช่องเปิด 4 ตร.ซม.				ขนาดช่องเปิด 5 ตร.ซม.			
		ครั้งที่				ครั้งที่				ครั้งที่				ครั้งที่			
		1	2	3	AVG	1	2	3	AVG	1	2	3	AVG	1	2	3	AVG
130	1	38.84	40.13	40.88	39.95	79.99	81.29	82.92	81.4	120.71	117.94	116.38	118.34	165.11	157.63	157.31	160.02
	2	45.88	39.77	44.06	43.24	76.72	80.49	75.92	77.71	125.53	141.18	139.76	135.49	204.19	173.63	181.75	186.52
120	1	42.68	42.07	45.78	43.51	80.49	79.09	76.67	78.75	120.92	118.29	114.26	117.82	155.53	143.94	143.69	147.72
	2	47.22	45.08	47.14	46.48	88.54	83.16	88.76	86.82	127.72	126.58	131.15	128.48	177.50	166.45	186.56	176.84
110	1	40.94	41.21	42.06	41.40	78.69	70.93	74.42	74.68	114.59	115.01	116.17	115.26	162.97	166.38	172.89	167.41
	2	45.76	43.57	44.75	44.69	84.69	81.07	83.05	82.94	125.23	123.97	129.98	126.39	209.81	171.29	180.46	187.19
100	1	48.11	48.65	49.53	48.76	76.23	74.39	69.51	73.38	118.57	118.54	118.37	118.49	149.73	154.42	154.64	152.93
	2	49.55	48.53	46.79	48.29	82.93	80.07	77.91	80.30	132.49	123.72	132.44	129.55	182.24	178.69	169.01	176.65

ตารางผนวก ข.2 บันทึกผลการทดลอง ถังใส่ปุ๋ย

ชนิดของปุ๋ย(สูตร) 25-10-10 คาร์กิลล์ เวลาที่ใช้จับในแต่ละครั้งที่ทดลอง 10 วินาที

ความเร็ว รอบ (RPM)		อัตราการให้ปุ๋ย (kg/Rai)															
		ขนาดช่องเปิด 2 ตร.ชม.				ขนาดช่องเปิด 3 ตร.ชม.				ขนาดช่องเปิด 4 ตร.ชม.				ขนาดช่องเปิด 5 ตร.ชม.			
		ครั้งที่				ครั้งที่				ครั้งที่				ครั้งที่			
		1	2	3	AVG.	1	2	3	AVG.	1	2	3	AVG.	1	2	3	AVG.
130	1	24.01	34.06	36.03	31.36	56.09	54.44	56.68	55.74	94.54	93.29	99.49	95.77	132.47	140.73	128.87	134.02
	2	37.46	38.33	27.14	34.31	63.94	63.33	64.04	63.77	110.74	107.42	113.49	110.55	138.68	140.89	158.27	145.95
120	1	32.49	37.01	33.17	34.22	67.29	72.86	72.59	70.91	100.08	98.89	98.14	99.04	128.80	135.12	139.32	134.41
	2	38.21	34.98	32.84	35.34	62.45	69.41	67.29	66.38	111.68	107.86	115.70	111.75	135.94	140.47	151.35	142.59
110	1	40.63	36.48	35.91	37.67	62.83	61.53	64.53	62.96	105.63	102.91	101.69	103.41	126.21	142.57	123.23	130.67
	2	39.38	39.94	40.75	40.02	68.17	61.85	67.29	65.77	111.82	108.45	109.48	109.92	143.88	148.65	140.12	144.22
100	1	44.52	38.63	42.37	41.84	64.09	70.18	63.22	65.83	90.83	98.67	100.58	96.69	147.61	138.65	140.49	142.25
	2	35.56	34.04	32.59	34.06	65.48	70.90	66.85	67.74	112.50	116.32	116.37	115.06	151.26	152.05	160.48	154.60

ตารางผนวก ข.3 บันทึกผลการทดลอง ถังใส่ปุ๋ย

ชนิดของปุ๋ย(สูตร) 16-20-0 รุ่งอรุณ เวลาที่ใช้จับในแต่ละครั้งที่ทดลอง 10 วินาที

ความเร็ว รอบ (RPM)		อัตราการให้ปุ๋ย (kg/Rai)															
		ขนาดช่องเปิด 2 ตร.ซม.				ขนาดช่องเปิด 3 ตร.ซม.				ขนาดช่องเปิด 4 ตร.ซม.				ขนาดช่องเปิด 5 ตร.ซม.			
		ครั้งที่				ครั้งที่				ครั้งที่				ครั้งที่			
		1	2	3	AVG	1	2	3	AVG	1	2	3	AVG	1	2	3	AVG
130	1	46.03	44.00	44.44	44.82	77.56	76.78	76.96	77.1	118.38	106.64	109.21	111.41	137.45	152.01	156.09	148.52
	2	49.12	50.13	49.47	49.57	67.39	66.05	72.78	68.74	127.26	124.79	136.36	129.47	144.90	157.01	158.32	153.41
120	1	51.74	46.11	45.49	47.78	88.99	82.91	94.44	88.78	114.36	110.37	116.02	113.58	152.78	148.66	145.99	149.14
	2	48.78	24.94	37.43	37.05	80.07	81.16	72.72	77.98	103.69	111.82	116.23	110.58	144.11	152.41	132.46	142.99
110	1	52.04	54.15	51.94	52.71	82.61	77.19	81.50	80.43	114.33	112.12	113.43	113.29	147.95	158.41	140.25	148.87
	2	47.25	51.48	51.45	50.06	72.37	72.40	76.35	73.71	116.74	114.99	118.76	116.83	166.71	173.73	148.63	163.02
100	1	51.43	51.06	53.99	52.16	84.46	82.68	78.49	81.88	117.53	123.26	120.28	120.36	145.29	135.04	137.79	139.37
	2	34.51	42.23	42.06	39.6	66.81	67.66	60.76	65.08	137.02	131.83	137.57	135.47	165.13	172.44	168.54	168.70

ตารางผนวก ข.4 บันทึกผลการทดลอง ถังใส่ปุ๋ย ช่องทางออกที่ 1

เวลาที่ใช้จับในแต่ละครั้งที่ทดลอง 10 วินาที ความเร็วรอบ 115 rpm

ชนิดของปุ๋ย	อัตราการใช้ปุ๋ย (kg/Rai)								
	ขนาดช่องทางออก 2 ตร.ซม. (MIN)			ขนาดช่องทางออก 3 ตร.ซม. (INTER)			ขนาดช่องทางออก 5 ตร.ซม. (MAX)		
	ปริมาณของปุ๋ยที่บรรจุในถัง (ถัง)			ปริมาณของปุ๋ยที่บรรจุในถัง (ถัง)			ปริมาณของปุ๋ยที่บรรจุในถัง (ถัง)		
	1/1	1/2	1/8	1/1	1/2	1/8	1/1	1/2	1/8
1. หัววัวคั้นไถ 16-20-0	36.16	34.51	35.28	58.04	66.03	56.16	111.23	114.82	114.76
2. คาร์กิลล์ 25-10-10	28.32	27.15	27.28	49.56	60.57	50.97	105.66	108.28	98.92
3. รุ่งอรุณ 16-20-0	31.05	20.59	32.68	61.58	61.75	51.99	123.92	113.56	94.46

ตารางผนวก ข.5 บันทึกผลการทดลอง ถึงใส่ปุ๋ย ช่องทางออกที่ 2

เวลาที่ใช้จับในแต่ละครั้งที่ทดลอง 10 วินาที ความเร็วรอบ 115 rpm

ชนิดของปุ๋ย	อัตราการให้ปุ๋ย (kg/Rai)								
	ขนาดช่องทางออก 2 ตร.ซม (MIN)			ขนาดช่องทางออก 3 ตร.ซม. (INTER)				ขนาดช่องทางออก 5 ตร.ซม. (MAX)	
	ปริมาณของปุ๋ยที่บรรจุในถัง (ถัง)			ปริมาณของปุ๋ยที่บรรจุในถัง (ถัง)				ปริมาณของปุ๋ยที่บรรจุในถัง (ถัง)	
	1/1	1/2	1/8	1/1	1/2	1/8	1/1	1/2	1/8
หัววัวคั้นไถ 16-20-0	33.41	31.95	30.42	47.41	54.05	47.54	99.85	74.99	107.75
คาร์กิลล์ 25-10-10	25.22	25.56	27.59	45.98	60.28	46.96	89.11	86.99	82.88
รุ่งอรุณ 16-20-0	28.73	28.03	29.84	49.99	54.16	46.79	91.91	70.97	88.88

หมายเหตุ ความหนาแน่นของเมล็ดปุ๋ยก่อนการทดลองมีค่าดังต่อไปนี้

1. ปุ๋ย หัววัวคั้นไถ สูตร 16-20-0 = 852.04 kg/m^3 2. ปุ๋ย คาร์กิลล์ สูตร 25-10-10 = 935.24 kg/m^3 3. ปุ๋ย รุ่งอรุณ สูตร 16-20-0 = 949.18 kg/m^3

ตารางผนวก ข.6 บันทึกผลการทดลอง
ถังใส่ปุ๋ย ความเร็วรอบ 100 rpm ช่องทางออก 2 ตร.ซม.
ปุ๋ยเคมีมรกต ตรารุ่งอรุณ สูตร 16-20-0

ช่องทางออก	ปริมาณปุ๋ย	ครั้งที่ซ้ำ	น้ำหนักปุ๋ย kg	อัตราการให้ปุ๋ย kg/Rai	
1	1	1	0.65	46.18	
1	1	2	0.85	60.38	
1	1	3	0.95	67.49	
1	1	4	0.75	53.28	
1	1	5	0.45	31.97	
1	1/2	1	0.65	46.18	
1	1/2	2	0.85	60.38	
1	1/2	3	0.65	46.18	
1	1/2	4	0.7	49.73	
1	1/2	5	0.6	42.62	
2	1	1	0.9	63.94	
2	1	2	0.85	60.38	
2	1	3	0.95	67.49	
2	1	4	0.75	53.28	
2	1	5	0.6	42.62	
2	1/2	1	0.6	42.62	
2	1/2	2	0.6	42.62	
2	1/2	3	0.5	35.52	
2	1/2	4	0.75	53.28	
2	1/2	5	0.75	53.28	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.7 บันทึกผลการทดลอง
 ถังใส่ปุ๋ย ความเร็วรอบ 100 rpm ช่องทางออก 2 ตร.ซม.
 ปุ๋ยเคมี ตราคาร์กิลด์ 16-20-0

ช่องทางออก	ปริมาณปุ๋ย	ครั้งที่ซ้ำ	น้ำหนักปุ๋ย kg	อัตราการให้ปุ๋ย kg/Rai
1	1	1	0.65	46.18
1	1	2	0.9	63.936
1	1	3	1.0	71.04
1	1	4	0.85	60.38
1	1	5	0.85	60.38
1	1/2	1	0.8	56.83
1	1/2	2	0.6	42.62
1	1/2	3	0.75	53.28
1	1/2	4	0.6	42.62
1	1/2	5	0.65	46.18
2	1	1	1.15	81.70
2	1	2	0.95	67.49
2	1	3	1.25	88.80
2	1	4	0.85	60.38
2	1	5	0.85	60.38
2	1/2	4	0.85	60.38
2	1/2	2	0.7	49.73
2	1/2	3	0.9	63.94
2	1/2	4	0.9	63.94
2	1/2	5	1.1	78.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.8 บันทึกผลการทดลอง
ถึงใส่ปุ๋ย ความเร็วรอบ 100 rpm ช่องทางออก 2 ตร.ชม.
ปุ๋ยหัววัวคั้นใส สูตร 25-10-10

ช่องทางออก	ปริมาณปุ๋ย	ครั้งที่ซ้ำ	น้ำหนักปุ๋ย kg	อัตราการให้ปุ๋ย kg/Rai	
1	1	1	0.65	46.18	
1	1	2	0.8	56.83	
1	1	3	0.7	49.73	
1	1	4	0.4	28.42	
1	1	5	0.4	28.42	
1	1/2	1	0.4	28.42	
1	1/2	2	0.3	21.31	
1	1/2	3	0.7	49.73	
1	1/2	4	0.75	53.28	
1	1/2	5	0.6	42.62	
2	1	1	0.75	53.28	
2	1	2	1.00	71.04	
2	1	3	0.65	46.18	
2	1	4	0.65	46.18	
2	1	5	0.65	46.18	
2	1/2	1	0.7	49.73	
2	1/2	2	0.55	39.07	
2	1/2	3	0.65	46.18	
2	1/2	4	0.7	49.73	
2	1/2	5	0.65	46.18	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.9 บันทึกผลการทดลอง ถังใส่ปุ๋ย ช่องทางออกที่ 1

เวลาที่ใช้จับในแต่ละครั้งที่ทดลอง 10 วินาที ความเร็วรอบ 115 rpm

ชนิดของปุ๋ย	ความหนาแน่นของเม็ดปุ๋ย (kg/m^3)								
	ขนาดช่องทางออก 2 ตร.ซม. (MIN)			ขนาดช่องทางออก 3 ตร.ซม. (INTER)				ขนาดช่องทางออก 5 ตร.ซม. (MAX)	
	ปริมาณของปุ๋ยที่บรรจุในถัง (กั)			ปริมาณของปุ๋ยที่บรรจุในถัง (กั)				ปริมาณของปุ๋ยที่บรรจุในถัง (กั)	
	1/1	1/2	1/8	1/1	1/2	1/8	1/1	1/2	1/8
หัววัวคั้นไถ 16-20-0	1061.68	1016.23	1047.28	929.32	931.82	938.42	936.14	947.86	933.30
คาร์กิลล์ 25-10-10	1016.26	962.77	921.17	857.38	859.22	855.38	862.28	856.82	860.06
รุ่งอรุณ 16-20-0	1082.36	1142.20	1015.90	984.36	982.88	981.4	987.08	982.12	983.50

หมายเหตุ ความหนาแน่นของเม็ดปุ๋ยก่อนการทดลองมีค่าดังต่อไปนี้

1. ปุ๋ย หัววัวคั้นไถ สูตร 16-20-0 = $852.04 kg/m^3$ 2. ปุ๋ย คาร์กิลล์ สูตร 25-10-10 = $935.24 kg/m^3$ 3. ปุ๋ย รุ่งอรุณ สูตร 16-20-0 = $949.18 kg/m^3$

ตารางผนวก ข.10 บันทึกผลการทดลอง ถังใส่ปุ๋ย ช่องทางออกที่ 2

เวลาที่ใช้จับในแต่ละครั้งที่ทดลอง 10 วินาที ความเร็วรอบ 115 rpm

ชนิดของปุ๋ย	ความหนาแน่นของเม็ดปุ๋ย (kg/m^3)								
	ขนาดช่องทางออก 2 ตร.ซม. (MIN)			ขนาดช่องทางออก 3 ตร.ซม. (INTER)			ขนาดช่องทางออก 5 ตร.ซม. (MAX)		
	ปริมาณของปุ๋ยที่บรรจุในถัง (ถัง)			ปริมาณของปุ๋ยที่บรรจุในถัง (ถัง)			ปริมาณของปุ๋ยที่บรรจุในถัง (ถัง)		
	1/1	1/2	1/8	1/1	1/2	1/8	1/1	1/2	1/8
หัววัวคั่นไถ 16-20-0	1050.15	999.20	1054.63	927.36	924.76	931.32	949.16	932.94	924.16
คาร์กิลล์ 25-10-10	971.40	997.7	960.45	862.44	853.06	858.3	868.64	858.68	857.98
รุ่งอรุณ 16-20-0	1079.74	1114.83	1038.75	990.4	972.78	958.68	985.80	980.24	993.38

หมายเหตุ ความหนาแน่นของเม็ดปุ๋ยก่อนการทดลองมีค่าดังต่อไปนี้

1. ปุ๋ย หัววัวคั่นไถ สูตร 16-20-0 = 852.04 kg/m^3 2. ปุ๋ย คาร์กิลล์ สูตร 25-10-10 = 935.24 kg/m^3 3. ปุ๋ย รุ่งอรุณ สูตร 16-20-0 = 949.18 kg/m^3

ตารางผนวก ข.11.1 ตารางบันทึกหาค่าความชื้น ตำแหน่งที่ 1

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก(g)					% MC (Dry Basis)
	ลักษณะ	ลักษณะ+ดิน ก่อนอบ	ลักษณะ+ดิน หลังอบ	ดินก่อนอบ (W)	ดินหลังอบ (W _s)	
1		171.26	160.05	138.51	127.3	8.09
2		166.22	161.46	128.78	124.02	3.70
3		166.2	156.88	133.36	124.04	6.99
4		173.75	163.97	140.91	131.13	6.94
5		168.22	159.37	134.33	125.48	6.59
					ค่าเฉลี่ย	6.46

ตารางผนวก ข.11.2 ตารางบันทึกหาค่าความชื้น ตำแหน่งที่ 2

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก(g)					% MC (Dry Basis)
	ลักษณะ	ลักษณะ+ดิน ก่อนอบ	ลักษณะ+ดิน หลังอบ	ดินก่อนอบ (W)	ดินหลังอบ (W _s)	
1		130.6	124.17	89.39	82.96	7.19
2		111.3	106.46	69.05	64.21	7.01
3		107.21	101.86	70.44	65.09	7.60
4		111.45	106	70.89	65.44	7.69
5		174.65	153.98	133.1	112.43	15.53
					ค่าเฉลี่ย	9.00

ตารางผนวก ข.11.3 ตารางบันทึกหาค่าความชื้น ตำแหน่งที่ 3

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก(g)					% MC (Dry Basis)
	ลักษณะ	ลักษณะ+ดิน ก่อนอบ	ลักษณะ+ดิน หลังอบ	ดินก่อนอบ (W)	ดินหลังอบ (W _s)	
1		120.12	114.77	86.05	80.7	6.22
2		125.66	119.22	83.66	77.22	7.70
3		135.26	129.45	102.18	96.37	5.69
4		133.59	125.97	99.53	91.91	7.66
5		99.73	94.63	59.85	54.75	8.52
					ค่าเฉลี่ย	7.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.11.4 ตารางบันทึกหาค่าความชื้น ตำแหน่งที่ 4

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก(g)					% MC (Dry Basis)
	ลักษณะ	ลักษณะ+ดิน ก่อนอบ	ลักษณะ+ดิน หลังอบ	ดินก่อนอบ (W)	ดินหลังอบ (W _s)	
1		157.92	150.61	120.87	113.56	6.05
2		150.7	141.42	117.7	108.42	7.88
3		192.9	184.49	159.05	150.64	5.29
4		144.72	139.23	102.14	96.65	5.37
5		164.92	158.06	123.35	116.49	5.56
					ค่าเฉลี่ย	6.03

ตารางผนวก ข.11.5 ตารางบันทึกหาค่าความชื้น ตำแหน่งที่ 5

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก(g)					% MC (Dry Basis)
	ลักษณะ	ลักษณะ+ดิน ก่อนอบ	ลักษณะ+ดิน หลังอบ	ดินก่อนอบ (W)	ดินหลังอบ (W _s)	
1		140	124.92	99.14	84.06	15.21
2		129.95	131.65	97.5	95.8	1.74
3		140.92	132.54	109.25	100.87	7.67
4		136.43	128.92	104.56	97.05	7.18
5		139.86	136.45	103.76	100.35	3.29
					ค่าเฉลี่ย	7.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ข.12 บันทึกผลการทดลอง

ครั้งที่	ความลึก (cm)	ค่าแรงกด (kgf)	Cone Index (kgf / cm ²)
1	5	470	235
	10	480	240
	15	480	240
	20	480	240
	25	800	400
2	5	200	100
	10	220	110
	15	220	110
	20	225	112.5
	25	260	280
3	5	200	100
	10	210	105
	15	215	107.5
	20	220	110
	25	225	112.5
4	5	140	70
	10	150	75
	15	200	100
	20	240	120
	25	245	122.5
5	5	300	150
	10	300	150
	15	300	150
	20	300	150
	25	480	240

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ค.1 ผลวิเคราะห์ทางสถิติการทดลองความแม่นยำของถังใส่ปุ๋ยเม็ดเบื้องต้น

Data file: Fertilizer Hopper Test 1

Title: Data and ANOVA Table

Function: FACTOR

Experiment Model Number 14:

Four Factor Randomized Complete Block Design

Data case no. 1 to 288.

Factorial ANOVA for the factors:

Replication (rep) with values from 1 to 3

Factor A (fertilizer) with values from 1 to 3

Factor B (rpm) with values from 1 to 4

Factor C (size) with values from 1 to 4

Factor D (channel) with values from 1 to 2

Variable 6: data

Grand Mean = 96.282 Grand Sum = 27729.100 Total
Count = 288

TABLE OF MEANS						
5	1	2	3	4	6	Total
1	*	*	*	*	96.592	9272.800
2	*	*	*	*	99.819	9198.600
3	*	*	*	*	96.434	9257.700
*	1	*	*	*	104.003	9984.300
*	2	*	*	*	86.581	8311.800
*	3	*	*	*	98.260	9433.000
*	*	1	*	*	95.464	6873.400
*	*	2	*	*	95.096	6846.900
*	*	3	*	*	96.922	6978.400
*	*	4	*	*	97.644	7030.400
*	1	1	*	*	105.050	2521.200
*	1	2	*	*	102.996	2471.900
*	1	3	*	*	104.688	2512.500
*	1	4	*	*	103.279	2478.700
*	2	1	*	*	83.671	2008.100
*	2	2	*	*	86.575	2077.800
*	2	3	*	*	86.529	2076.700
*	2	4	*	*	89.550	2149.200
*	3	1	*	*	97.671	2344.100
*	3	2	*	*	95.717	2297.200
*	3	3	*	*	99.550	2389.200
*	3	4	*	*	100.104	2402.500
*	*	*	1	*	42.407	3053.300
*	*	*	2	*	73.644	5302.400
*	*	*	3	*	115.492	8315.400
*	*	*	4	*	153.583	11058.000
*	1	*	1	*	44.487	1067.700
*	1	*	2	*	79.442	1906.600
*	1	*	3	*	123.208	2957.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*	1	*	4	*	168.875	4053.000
*	2	*	1	*	36.058	865.400
*	2	*	2	*	64.833	1556.000
*	2	*	3	*	104.850	2516.400
*	2	*	4	*	140.583	3374.000
*	3	*	1	*	46.675	1120.200
*	3	*	2	*	76.658	1839.800
*	3	*	3	*	118.417	2842.000
*	3	*	4	*	151.292	3631.000

*	*	1	1	*	40.500	729.000
*	*	1	2	*	70.683	1272.300
*	*	1	3	*	116.394	2095.100
*	*	1	4	*	154.278	2777.000
*	*	2	1	*	40.678	732.200
*	*	2	2	*	78.211	1407.800
*	*	2	3	*	113.106	2035.900
*	*	2	4	*	148.389	2671.000
*	*	3	1	*	44.378	798.800
*	*	3	2	*	73.367	1320.600
*	*	3	3	*	113.611	2045.000
*	*	3	4	*	156.333	2814.000
*	*	4	1	*	44.072	793.300
*	*	4	2	*	72.317	1301.700
*	*	4	3	*	118.856	2139.400
*	*	4	4	*	158.333	2796.000

*	1	1	1	*	41.533	249.200
*	1	1	2	*	78.500	477.000
*	1	1	3	*	127.333	758.000
*	1	1	4	*	172.833	1037.000
*	1	2	1	*	44.933	269.600
*	1	2	2	*	82.717	496.300
*	1	2	3	*	122.667	736.000
*	1	2	4	*	161.667	970.000
*	1	3	1	*	42.000	258.000
*	1	3	2	*	79.750	472.500
*	1	3	3	*	120.333	722.000
*	1	3	4	*	171.667	1060.000
*	1	4	1	*	48.483	290.900
*	1	4	2	*	76.800	460.800
*	1	4	3	*	123.500	741.000
*	1	4	4	*	164.333	986.000
*	2	1	1	*	32.800	196.800
*	2	1	2	*	59.700	358.200
*	2	1	3	*	86.850	517.100
*	2	1	4	*	139.333	836.000
*	2	2	1	*	34.733	208.400
*	2	2	2	*	68.583	411.500
*	2	2	3	*	104.983	629.900
*	2	2	4	*	138.000	828.000
*	2	3	1	*	38.800	232.800
*	2	3	2	*	64.317	385.900
*	2	3	3	*	106.000	636.000
*	2	3	4	*	137.000	822.000
*	2	4	1	*	37.900	227.400
*	2	4	2	*	66.733	400.400
*	2	4	3	*	105.567	633.400
*	2	4	4	*	148.000	888.000
*	3	1	1	*	47.167	283.000
*	3	1	2	*	72.850	437.100
*	3	1	3	*	120.000	720.000
*	3	1	4	*	150.667	904.000
*	3	2	1	*	42.367	254.200
*	3	2	2	*	83.333	500.000
*	3	2	3	*	111.667	670.000
*	3	2	4	*	145.500	873.000
*	3	3	1	*	51.333	308.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*	3	3	2	*	77.033	462.200
*	3	3	3	*	114.500	687.000
*	3	3	4	*	155.333	932.000
*	3	4	1	*	45.833	275.000
*	3	4	2	*	73.417	440.500
*	3	4	3	*	127.500	765.000
*	3	4	4	*	153.667	922.000

*	*	*	*	1	93.228	13424.800
*	*	*	*	2	99.335	14304.300

*	1	*	*	1	98.442	4725.200
*	1	*	*	2	109.565	5259.100
*	2	*	*	1	83.329	3999.800
*	2	*	*	2	84.833	4312.000
*	3	*	*	1	97.913	4699.800
*	3	*	*	2	98.608	4733.200

*	*	1	*	1	91.314	3287.300
*	*	1	*	2	99.614	3586.100
*	*	2	*	1	93.544	3367.600
*	*	2	*	2	96.647	3479.300
*	*	3	*	1	93.803	3376.900
*	*	3	*	2	100.042	3601.500
*	*	4	*	1	94.250	3393.000
*	*	4	*	2	101.039	3637.400

*	1	1	*	1	99.642	1195.700
*	1	1	*	2	110.458	1325.500
*	1	2	*	1	96.608	1159.300
*	1	2	*	2	109.383	1312.600
*	1	3	*	1	96.417	1193.000
*	1	3	*	2	103.958	1319.500
*	1	4	*	1	96.100	1177.200
*	1	4	*	2	102.458	1301.500
*	2	1	*	1	96.008	948.100
*	2	1	*	2	88.333	1060.000
*	2	2	*	1	84.492	1013.900
*	2	2	*	2	84.654	1063.900
*	2	2	*	1	83.392	1000.700
*	2	3	*	2	89.667	1076.000
*	2	4	*	1	86.425	1037.100
*	2	4	*	2	92.675	1112.100
*	3	1	*	1	95.292	1143.500
*	3	1	*	2	100.050	1200.600
*	3	2	*	1	99.533	1194.400
*	3	2	*	2	91.900	1102.800
*	3	3	*	1	98.600	1183.200
*	3	3	*	2	100.500	1206.000
*	3	4	*	1	98.225	1178.700
*	3	4	*	2	101.983	1223.800

*	*	*	1	1	42.972	1547.000
*	*	*	1	2	41.842	1506.300
*	*	*	2	1	74.261	2673.400
*	*	*	2	2	73.028	2629.000
*	*	*	3	1	109.928	3957.400
*	*	*	3	2	121.056	4358.000
*	*	*	4	1	145.750	5247.000
*	*	*	4	2	161.417	5811.000

*	1	*	1	1	43.358	520.300
*	1	*	1	2	45.617	547.400
*	1	*	2	1	76.992	923.900
*	1	*	2	2	81.892	982.700
*	1	*	3	1	117.000	1404.000
*	1	*	3	2	129.417	1553.000
*	1	*	4	1	156.417	1877.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาด้านนั้น ไม่นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*	1	*	4	2	181.333	2176.000
*	2	*	1	1	36.233	434.800
*	2	*	1	2	35.883	430.600
*	2	*	2	1	63.800	765.600
*	2	*	2	2	65.867	790.400
*	2	*	3	1	98.450	1181.400
*	2	*	3	2	111.250	1335.000
*	2	*	4	1	134.833	1618.000
*	2	*	4	2	146.333	1756.000
*	3	*	1	1	49.325	591.900
*	3	*	1	2	44.025	528.300
*	3	*	2	1	81.992	983.900
*	3	*	2	2	71.325	855.900
*	3	*	3	1	114.333	1372.000
*	3	*	3	2	122.500	1470.000
*	3	*	4	1	146.000	1752.000
*	3	*	4	2	156.563	1879.000

*	*	1	1	1	38.678	348.100
*	*	1	1	2	42.322	380.900
*	*	1	2	1	71.344	642.100
*	*	1	2	2	70.022	630.200
*	*	1	3	1	108.122	973.100
*	*	1	3	2	124.667	1122.000
*	*	1	4	1	147.111	1324.000
*	*	1	4	2	161.444	1453.000
*	*	2	1	1	41.778	376.000
*	*	2	1	2	39.578	356.200
*	*	2	2	1	73.411	714.700
*	*	2	2	2	77.011	693.100
*	*	2	3	1	109.878	988.900
*	*	2	3	2	116.333	1047.000
*	*	2	4	1	143.111	1288.000
*	*	2	4	2	153.667	1383.000
*	*	3	1	1	43.889	395.000
*	*	3	1	2	44.867	403.800
*	*	3	2	1	72.656	653.900
*	*	3	2	2	72.078	666.700
*	*	3	3	1	114.222	992.000
*	*	3	3	2	117.000	1053.000
*	*	3	4	1	143.444	1336.000
*	*	3	4	2	164.222	1478.000
*	*	4	1	1	47.544	427.900
*	*	4	1	2	40.600	365.400
*	*	4	2	1	73.633	662.700
*	*	4	2	2	71.000	639.000
*	*	4	3	1	111.489	1003.400
*	*	4	3	2	126.222	1136.000
*	*	4	4	1	144.333	1299.000
*	*	4	4	2	166.333	1497.000

*	1	1	1	1	39.900	119.700
*	1	1	1	2	43.167	129.500
*	1	1	2	1	81.333	244.000
*	1	1	2	2	77.667	233.000
*	1	1	3	1	117.667	353.000
*	1	1	3	2	135.000	405.000
*	1	1	4	1	159.667	479.000
*	1	1	4	2	186.000	558.000
*	1	2	1	1	43.433	130.300
*	1	2	1	2	46.433	139.300
*	1	2	2	1	78.667	236.000
*	1	2	2	2	86.767	260.300
*	1	2	3	1	117.333	352.000
*	1	2	3	2	128.000	384.000
*	1	2	4	1	147.000	441.000
*	1	2	4	2	176.333	529.000
*	1	3	1	1	41.367	124.100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่นับญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*	1	3	1	2	44.633	133.900
*	1	3	2	1	74.633	223.900
*	1	3	2	2	82.867	248.600
*	1	3	3	1	115.000	345.000
*	1	3	3	2	125.667	377.000
*	1	3	4	1	166.667	500.000
*	1	3	4	2	186.667	560.000
*	1	4	1	1	48.733	146.200
*	1	4	1	2	48.233	144.700
*	1	4	2	1	73.333	220.000
*	1	4	2	2	80.267	240.800
*	1	4	3	1	118.000	354.000
*	1	4	3	2	129.000	387.000
*	1	4	4	1	152.333	457.000
*	1	4	4	2	176.333	529.000
*	2	1	1	1	31.333	94.000
*	2	1	1	2	34.267	102.800
*	2	1	2	1	55.667	167.000
*	2	1	2	2	63.733	191.200
*	2	1	3	1	95.700	287.100
*	2	1	3	2	110.000	330.000
*	2	1	4	1	133.333	400.000
*	2	1	4	2	145.333	436.000
*	2	2	1	1	34.167	102.500
*	2	2	1	2	87.300	105.900
*	2	2	2	1	70.833	212.500
*	2	2	2	2	66.333	199.000
*	2	2	3	1	98.967	296.900
*	2	2	3	2	111.000	333.000
*	2	2	4	1	134.000	402.000
*	2	2	4	2	142.000	426.000
*	2	3	1	1	37.633	112.900
*	2	3	1	2	39.967	119.900
*	2	3	2	1	62.933	188.800
*	2	3	2	2	65.700	197.100
*	2	3	3	1	102.667	308.000
*	2	3	3	2	109.333	328.000
*	2	3	4	1	130.333	391.000
*	2	3	4	2	143.667	431.000
*	2	4	1	1	41.800	125.400
*	2	4	1	2	34.000	102.000
*	2	4	2	1	65.767	197.800
*	2	4	2	2	67.700	203.100
*	2	4	3	1	96.467	289.400
*	2	4	3	2	114.667	344.000
*	2	4	4	1	141.667	425.000
*	2	4	4	2	154.333	463.000
*	3	1	1	1	44.800	134.400
*	3	1	1	2	49.533	148.600
*	3	1	2	1	77.033	231.100
*	3	1	2	2	68.667	206.000
*	3	1	3	1	111.000	333.000
*	3	1	3	2	129.000	387.000
*	3	1	4	1	148.333	445.000
*	3	1	4	2	153.000	459.000
*	3	2	1	1	47.733	143.200
*	3	2	1	2	37.000	111.000
*	3	2	2	1	88.733	266.200
*	3	2	2	2	77.933	233.800
*	3	2	3	1	113.333	340.000
*	3	2	3	2	110.000	330.000
*	3	2	4	1	148.333	445.000
*	3	2	4	2	142.667	428.000
*	3	3	1	1	52.667	158.000
*	3	3	1	2	50.000	150.000
*	3	3	2	1	80.400	241.200
*	3	3	2	2	73.667	221.000
*	3	3	3	1	113.000	339.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*	3	3	3	2	116.000	348.000
*	3	3	4	1	148.333	445.000
*	3	3	4	2	162.333	487.000
*	3	4	1	1	52.100	156.300
*	3	4	1	2	39.567	118.700
*	3	4	2	1	81.800	245.400
*	3	4	2	2	65.033	195.100
*	3	4	3	1	120.000	360.000
*	3	4	3	2	135.000	405.000
*	3	4	4	1	139.000	417.000
*	3	4	4	2	168.333	505.000



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	2	32.036	16.018	0.5482	
2	Factor A	2	15132.907	7566.454	258.9635	0.0000
4	Factor B	3	312.655	104.218	3.5669	0.0152
6	AB	6	461.837	76.973	2.6344	0.0178
8	Factor C	3	508855.292	169618.431	5805.2261	0.0000
10	AC	6	3409.764	568.294	19.4500	0.0000
12	BC	9	1562.888	173.654	5.9434	0.0000
14	ABC	18	1712.146	95.119	3.2555	0.0000
16	Factor D	1	2685.834	2685.834	91.9232	0.0000
18	AD	2	1313.349	655.175	22.4235	0.0000
20	BD	3	257.705	85.902	2.9400	0.0344
22	ABD	6	426.244	71.041	2.4314	0.0275
24	CD	3	4011.446	1337.149	45.7642	0.0000
26	ACD	6	543.430	90.572	3.0998	0.0064
28	BCD	9	748.894	83.210	2.8479	0.0036
30	ABCD	18	1030.337	57.241	1.9591	0.0138
-31	Error	190	5551.464	29.218		
Total		287	548045.231			



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ก.1.1 ความแตกต่างของชนิดปุ๋ยกับอัตราการให้ปุ๋ย

Data File : Fertilizer Type

Case Range : 294 - 296

Variable 6 : data

RANGE□

Error Mean Square = 29.22

Error Degrees of Freedom = 190

No. of observations to calculate a mean = 96

Least Significant Difference Test

LSD value = 1.539 at alpha = 0.050

□

	Original Order			Ranked Order		
Mean	1 =	104.0	A	Mean	1 =	104.0 A
Mean	2 =	86.58	C	Mean	3 =	98.26 B
Mean	3 =	98.26	B	Mean	2 =	86.58 C



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ก.1.2 ความแตกต่างของขนาดช่องทางออกกับอัตราการให้ปุ๋ย ทดสอบที่ความเร็วรอบ

100,110,120 และ 130 รอบต่อนาที

Data File : Size

Case Range : 319 - 322

Variable 6 : data

Function : RANGE□

Error Mean Square = 29.22

Error Degrees of Freedom = 190

No. of observations to calculate a mean = 72

Least Significant Difference Test

LSD value = 1.777 at alpha = 0.050

	Original Order		Ranked Order				
Mean	1 =	42.41	D	Mean	4 =	153.6	A
Mean	2 =	73.64	C	Mean	3 =	115.5	B
Mean	3 =	115.5	B	Mean	2 =	73.64	C
Mean	4 =	153.6	A	Mean	1 =	42.41	D



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ก.1.3 ความแตกต่างของอัตราการให้ปุ๋ยของแถวที่ 1 และแถวที่ 2

Data File : Channel

Title : test1

Case Range : 407 - 409

Variable 6 : data

Function : RANGE

Error Mean Square = 29.22

Error Degrees of Freedom = 190

No. of observations to calculate a mean = 144

Least Significant Difference Test

LSD value = 1.257 at alpha = 0.050

	Original Order			Ranked Order	
Mean	1 =	93.23	B	Mean	2 = 99.34 A
Mean	2 =	99.34	A	Mean	1 = 93.23 B
Mean	3 =	0.4504	C	Mean	3 = 0.4504 C



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ค.1.4 ความแตกต่างของอัตราการใช้ปุ๋ยที่ความเร็วรอบ 100,110,120 และ 130 รอบต่อ
นาที่

Data File : RPM

Title : test1

Case Range : 299 - 302

Variable 6 : data

Function : RANGE

Error Mean Square = 29.22

Error Degrees of Freedom = 190

No. of observations to calculate a mean = 72

Least Significant Difference Test

LSD value = 1.777 at alpha = 0.050

	Original Order		Ranked Order	
Mean	1 =	95.46 BC	Mean	4 = 97.64 A
Mean	2 =	95.10 C	Mean	3 = 96.92 AB
Mean	3 =	96.92 AB	Mean	1 = 95.46 BC
Mean	4 =	97.64 A	Mean	2 = 95.10 C



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ค.2 ผลวิเคราะห์ทางสถิติการทดลองประสิทธิภาพของถังใส่ปุ๋ยเม็ดที่ออกแบบ

Data file: Fertilizer Hopper Test 2

Title: test2

Function: FACTOR

Experiment Model Number 10:

Three Factor Randomized Complete Block Design

Data case no. 1 to 54.

Factorial ANOVA for the factors:

Replication (rep) with values from 1 to 3

Factor A (channel) with values from 1 to 2

Factor B (size) with values from 1 to 3

Factor C (vol) with values from 1 to 3

Variable 5: data

Grand Mean = 65.552 Grand Sum = 3539.800 Total
Count = 54

TABLE OF MEANS

4	1	2	3	5	Total
1	*	*	*	69.433	1249.800
2	*	*	*	61.711	1110.800
3	*	*	*	65.511	1179.200
*	1	*	*	65.552	1769.900
*	2	*	*	65.552	1769.900
*	*	1	*	30.278	545.000
*	*	2	*	57.344	1032.200
*	*	3	*	109.033	1962.600
*	1	1	*	30.278	272.500
*	1	2	*	57.344	516.100
*	1	3	*	109.033	981.300
*	2	1	*	30.278	272.500
*	2	2	*	57.344	516.100
*	2	3	*	109.033	981.300
*	*	*	1	67.044	1206.800
*	*	*	2	67.256	1210.600
*	*	*	3	62.356	1122.400
*	1	*	1	67.044	603.400
*	1	*	2	67.256	605.300

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*	1	*	3	62.356	561.200
*	2	*	1	67.044	603.400
*	2	*	2	67.256	605.300
*	2	*	3	62.356	561.200

*	*	1	1	31.800	190.800
*	*	1	2	27.367	164.200
*	*	1	3	31.667	190.000
*	*	2	1	56.333	338.000
*	*	2	2	62.733	376.400
*	*	2	3	52.967	317.800
*	*	3	1	113.000	678.000
*	*	3	2	111.667	670.000
*	*	3	3	102.433	614.600

*	1	1	1	31.800	95.400
*	1	1	2	27.367	82.100
*	1	1	3	31.667	95.000
*	1	2	1	56.333	169.000
*	1	2	2	62.733	188.200
*	1	2	3	52.967	158.900
*	1	3	1	113.000	339.000
*	1	3	2	111.667	335.000
*	1	3	3	102.433	307.300
*	2	1	1	31.800	95.400
*	2	1	2	27.367	82.100
*	2	1	3	31.667	95.000
*	2	2	1	56.333	169.000
*	2	2	2	62.733	188.200
*	2	2	3	52.967	158.900
*	2	3	1	113.000	339.000
*	2	3	2	111.667	335.000
*	2	3	3	102.433	307.800

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1 0.0002	Replication	2	536.739	268.370	11.3485
2	Factor A	1	0.000	0.000	0.0000
4 0.0000	Factor B	2	57640.700	28820.350	1218.7194
6	AB	2	0.000	0.000	0.0000
8 0.0066	Factor C	2	276.241	138.121	5.8407
10	AC	2	0.000	0.000	0.0000
12 0.0022	BC	4	492.621	123.205	5.2099
14	ABC	4	0.000	0.000	0.0000
-15	Error	34	807.34	23.648	
	Total	53	59756.535		



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ค.2.1 ความแตกต่างของขนาดช่องทางออกกับอัตราการให้ปุ๋ย ที่ความเร็วรอบ 115

รอบต่อนาที ระดับปุ๋ยเต็มถังและปุ๋ยครึ่งถัง

Data File : Size

Title : test2

Case Range : 64 - 66

Variable 5 : data

Function : RANGE

Error Mean Square = 23.65

Error Degrees of Freedom = 34

No. of observations to calculate a mean = 18

Least Significant Difference Test

LSD value = 3.294 at alpha = 0.050

	Original Order		Ranked Order				
Mean	1 =	30.28	C	Mean	3 =	109.0	A
Mean	2 =	57.34	B	Mean	2 =	57.34	B
Mean	3 =	109.0	A	Mean	1 =	30.28	C



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ค.2.2 ความแตกต่างของอัตราการให้ปุ๋ยที่ระดับของปุ๋ยเต็มถึง ปุ๋ยครึ่งถึง และปุ๋ยเศษ
หนึ่งส่วนแปดถึง

Data File : Volume

Title : test2

Case Range : 77 - 79

Variable 5 : data

Function : RANGE

Error Mean Square = 23.65

Error Degrees of Freedom = 34

No. of observations to calculate a mean = 18

Least Significant Difference Test

LSD value = 3.294 at alpha = 0.050

	Original Order		Ranked Order	
Mean	1 = 67.04	A	Mean	2 = 67.26 A
Mean	2 = 67.26	A	Mean	1 = 67.04 A
Mean	3 = 62.36	B	Mean	3 = 62.36 B



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ค.3 ผลวิเคราะห์ทางสถิติการทดลองภาคสนาม

Data file: Fertilizer Hopper Test 3

Title: test3

Function: FACTOR

Experiment Model Number 10:

Three Factor Randomized Complete Block Design

Data case no. 1 to 60.

Factorial ANOVA for the factors:

Replication (rep) with values from 1 to 5

Factor A (fertilizer) with values from 1 to 3

Factor B (channel) with values from 1 to 2

Factor C (volume) with values from 1 to 2

Variable 5: data

Grand Mean = 52.220 Grand Sum = 3133.200 Total
Count = 60

T A B L E O F M E A N S

4	1	2	3		Total
1	*	*	*	51.750	621.000
2	*	*	*	52.933	635.200
3	*	*	*	57.075	684.900
4	*	*	*	51.450	613.800
5	*	*	*	48.192	578.300
*	1	*	*	44.835	897.700
*	2	*	*	60.865	1217.300
*	3	*	*	50.510	1018.200
*	*	1	*	48.373	1451.200
*	*	2	*	56.067	1682.000
*	1	1	*	40.460	404.600
*	1	2	*	49.310	493.100
*	2	1	*	54.290	542.900
*	2	2	*	67.440	674.400
*	3	1	*	50.370	503.700
*	3	2	*	51.450	514.500
*	*	*	1	55.943	1678.300
*	*	*	2	48.497	1454.900

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*	1	*	1	47.190	471.900
*	1	*	2	42.580	425.800
*	2	*	1	66.010	660.100
*	2	*	2	55.720	557.200
*	3	*	1	54.630	546.300
*	3	*	2	47.190	471.900

*	*	1	1	51.327	769.900
*	*	1	2	45.420	681.300
*	*	2	1	60.560	908.400
*	*	2	2	51.573	773.600

*	1	1	1	41.880	209.400
*	1	1	2	39.040	195.200
*	1	2	1	52.500	262.500
*	1	2	2	46.120	230.600
*	2	1	1	60.320	301.600
*	2	1	2	48.260	241.300
*	2	2	1	71.700	358.500
*	2	2	2	63.180	315.900
*	3	1	1	51.780	258.900
*	3	1	2	48.960	244.800
*	3	2	1	57.480	287.400
*	3	2	2	45.420	227.100



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1 0.3256	Replication	4	500.078	125.019	1.1969
2 0.0001	Factor A	2	2605.087	1302.544	12.4702
4 0.0056	Factor B	1	887.811	887.811	8.4997
6 0.1787	AB	2	374.246	187.123	1.7915
8 0.0071	Factor C	1	831.793	831.793	7.9634
10	AC	2	80.656	40.328	0.3861
12	BC	1	35.574	35.574	0.3406
14	ABC	2	102.477	51.239	0.4905
-15	Error	44	4595.915	104.453	
	Total	59	16013.637		



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ค.3.1 ความแตกต่างของระดับปุ๋ยเต็มถัง และปุ๋ยครึ่งถังในถังบรรจุ กับอัตราการให้ปุ๋ย

Data File : Volume

Title : test3

Case Range : 85 - 87

Variable 5 : data

Function : RANGE

Error Mean Square = 104.5

Error Degrees of Freedom = 44

No. of observations to calculate a mean = 20

Least Significant Difference Test

LSD value = 6.514 at alpha = 0.050

	Original Order			Ranked Order		
Mean	1 =	55.94	A	Mean	1 =	55.94 A
Mean	2 =	48.50	B	Mean	2 =	48.50 B
Mean	3 =	1.866	C	Mean	3 =	1.866 C



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ค.3.2 ความแตกต่างของอัตราการใช้ปุ๋ยของแถวที่ 1 และแถวที่ 2

Data File : Channel

Title : test3

Case Range : 73 - 75

Variable 5 : data

Function : RANGE

Error Mean Square = 104.5

Error Degrees of Freedom = 44

No. of observations to calculate a mean = 30

Least Significant Difference Test

LSD value = 5.318 at alpha = 0.050

	Original Order		Ranked Order	
Mean	1 =	48.37 B	Mean	2 = 56.07 A
Mean	2 =	56.07 A	Mean	1 = 48.37 B
Mean	3 =	1.866 C	Mean	3 = 1.866 C



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ก.3.3 ความแตกต่างของชนิดปุ๋ยกับอัตราการให้ปุ๋ย

Data File : Fertilizer Type

Title : test3

Case Range : 68 - 70

Variable 5 : data

Function : RANGE

Error Mean Square = 104.5

Error Degrees of Freedom = 44

No. of observations to calculate a mean = 20

Least Significant Difference Test

LSD value = 6.514 at alpha = 0.050

	Original Order			Ranked Order		
Mean	1 =	44.88	B	Mean	2 =	60.86 A
Mean	2 =	60.86	A	Mean	3 =	50.91 B
Mean	3 =	50.91	B	Mean	1 =	44.88 B

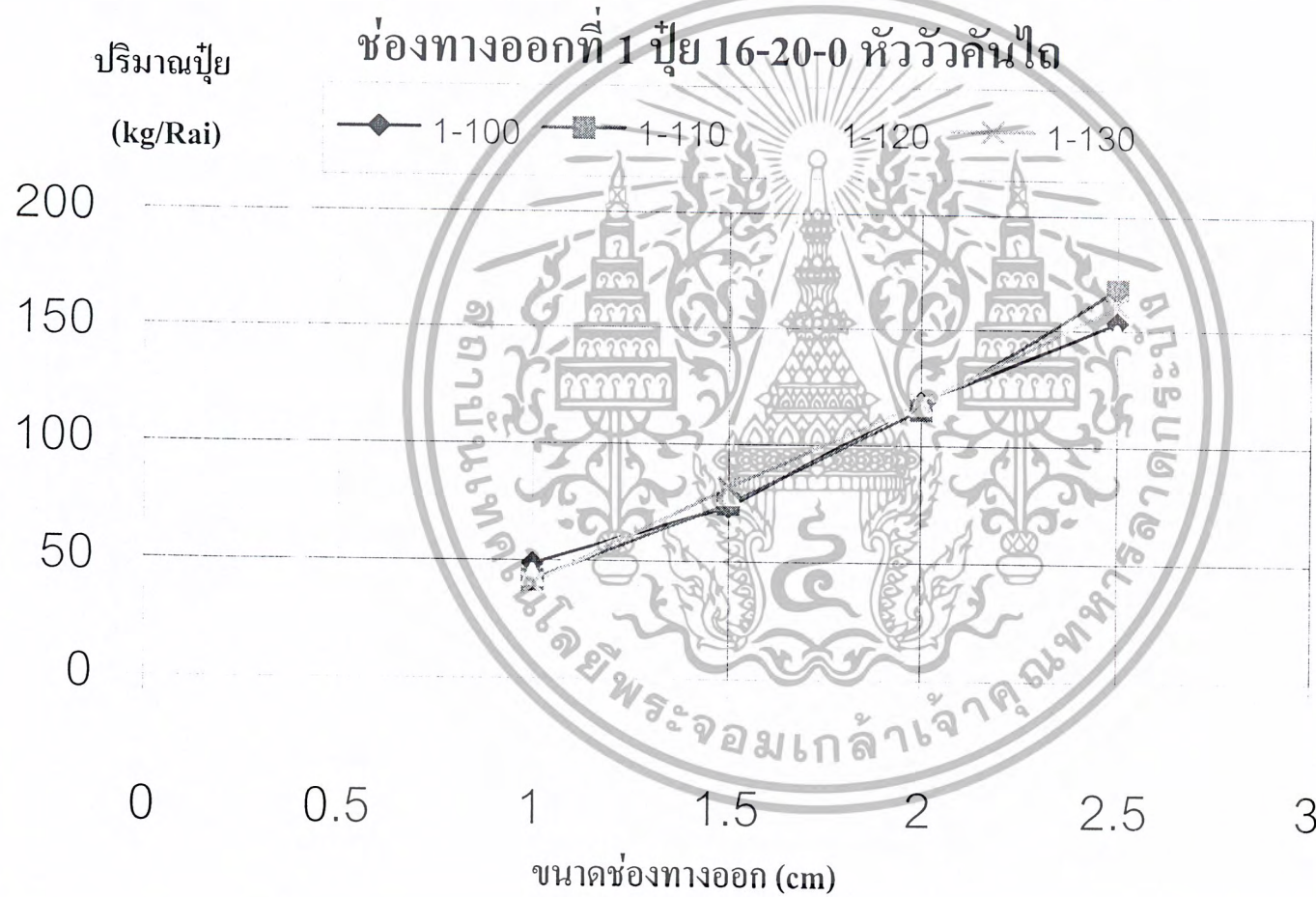


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

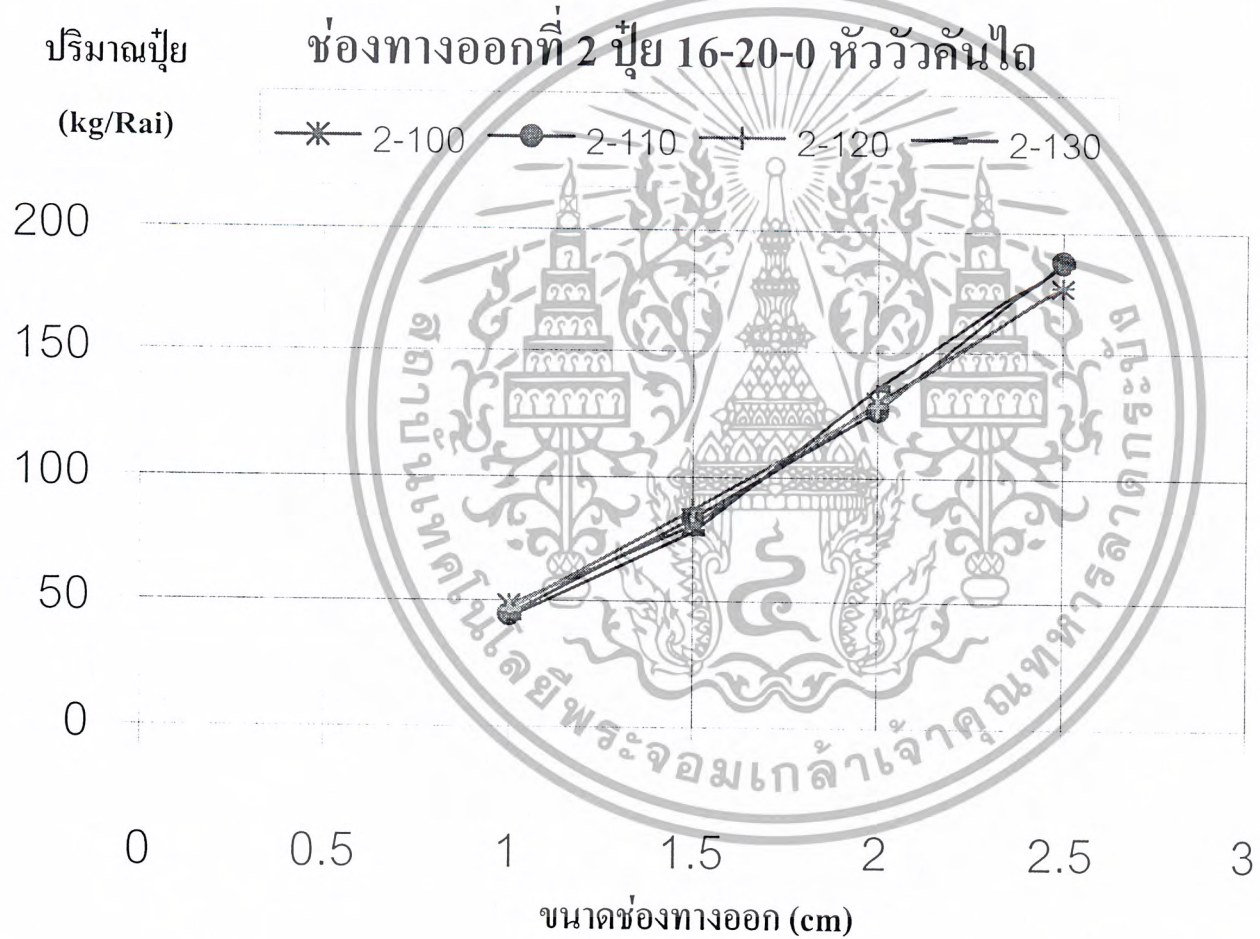


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

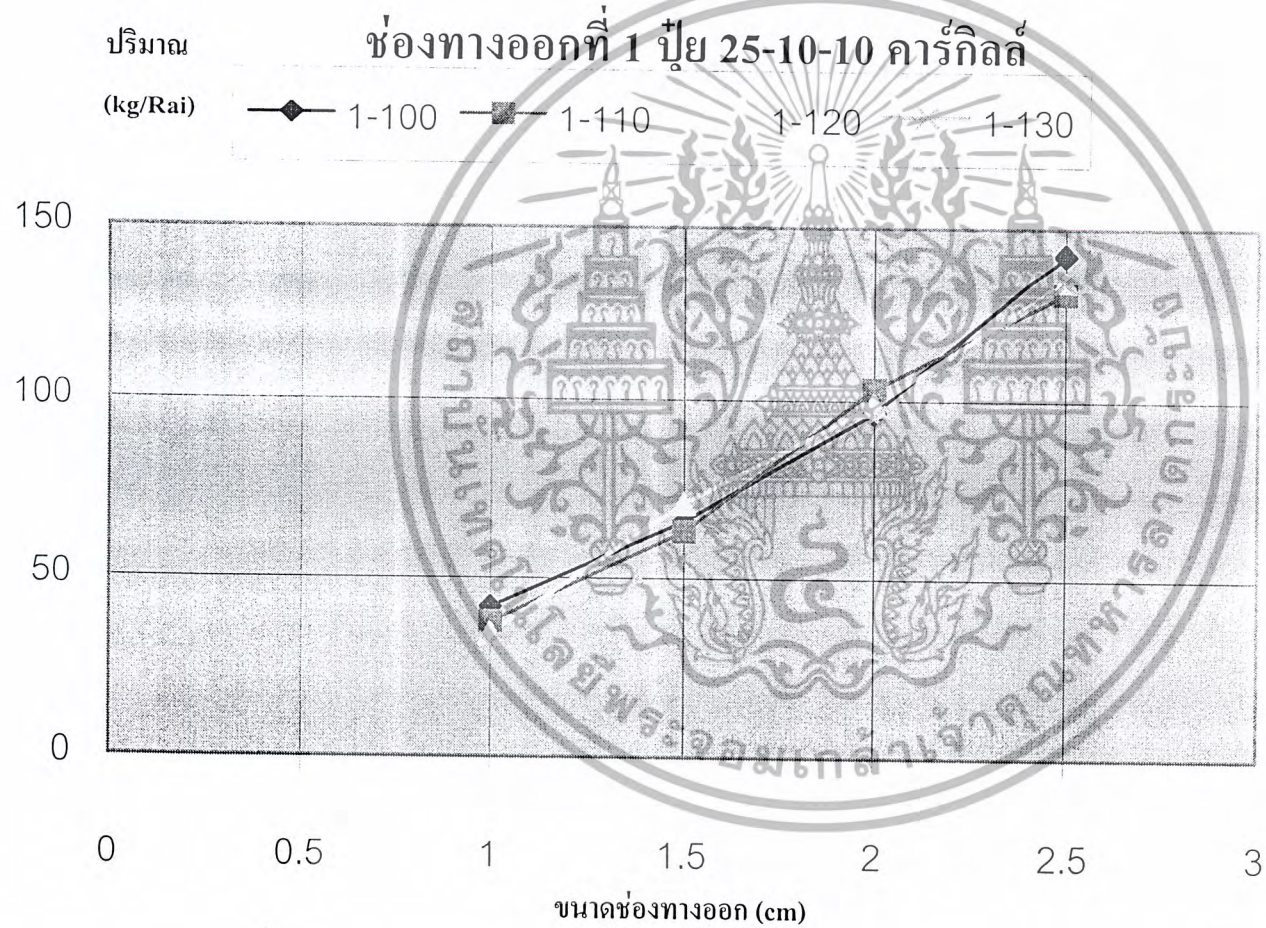
กราฟแสดงปริมาณปุ๋ยที่ความเร็วรอบมอเตอร์ค่าต่างๆ



กราฟแสดงปริมาณปุ๋ยที่ความเร็วรอบมอเตอร์ค่าต่างๆ

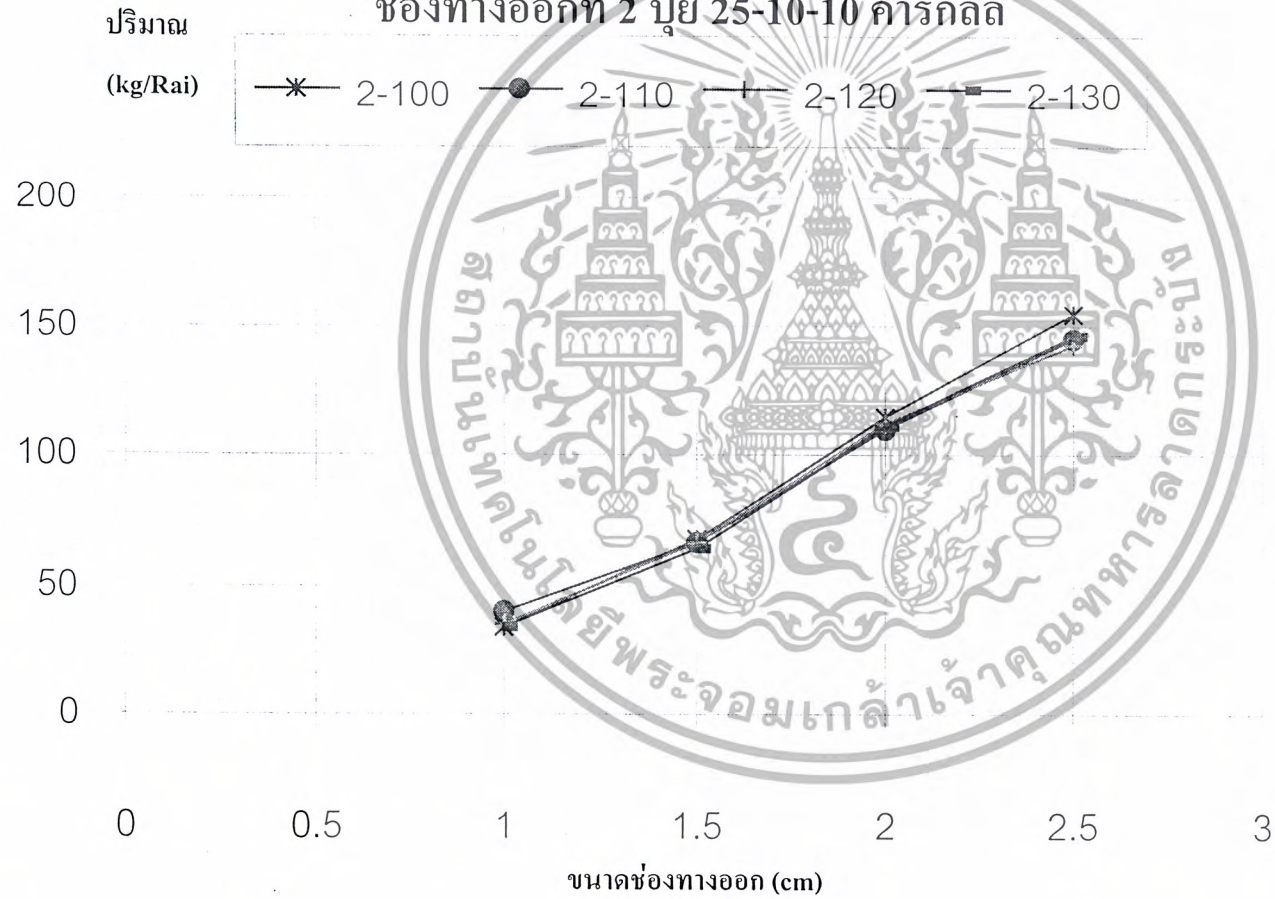


กราฟแสดงปริมาณปุ๋ยที่ความเร็วรอบมอเตอร์ค่าต่างๆ



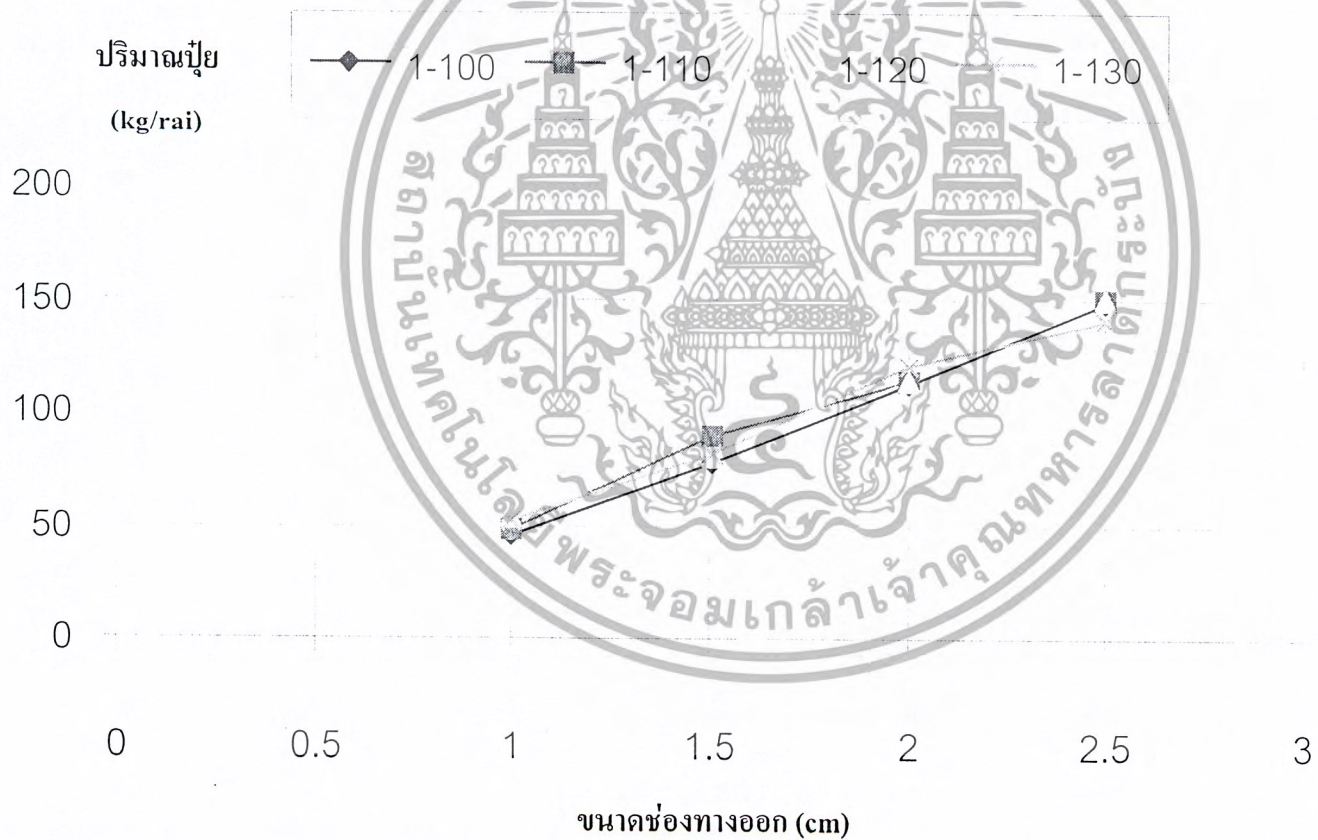
กราฟแสดงปริมาณปุ๋ยที่ความเร็วรอบมอเตอร์ค่าต่างๆ

ช่องทางออกที่ 2 ปุ๋ย 25-10-10 คาร์กิลต์



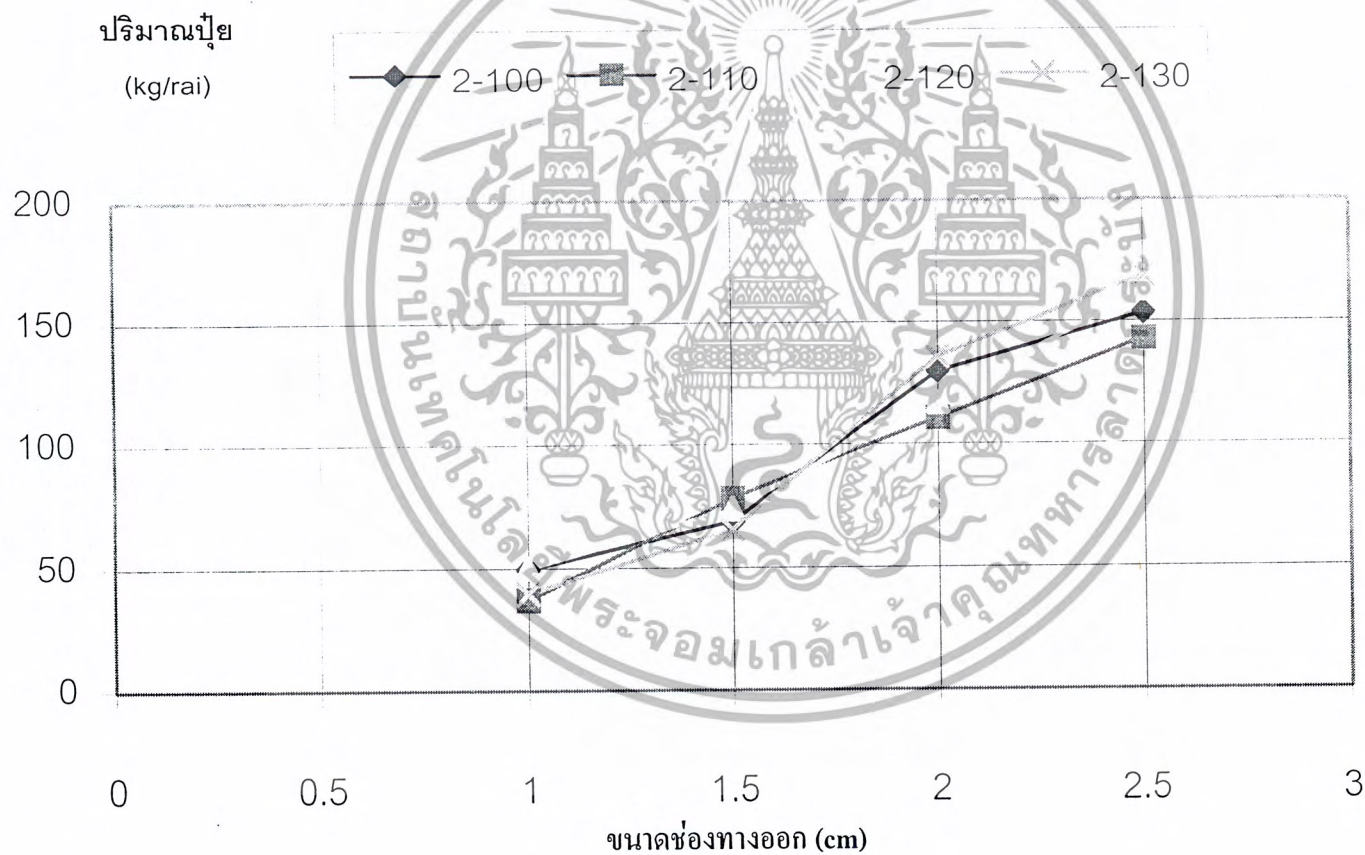
กราฟแสดงปริมาณปุ๋ยที่ความเร็รรอบของมอเตอร์

ช่องทางออกที่ 1 ปุ๋ย 16-20-0 รุ่งอรุณ

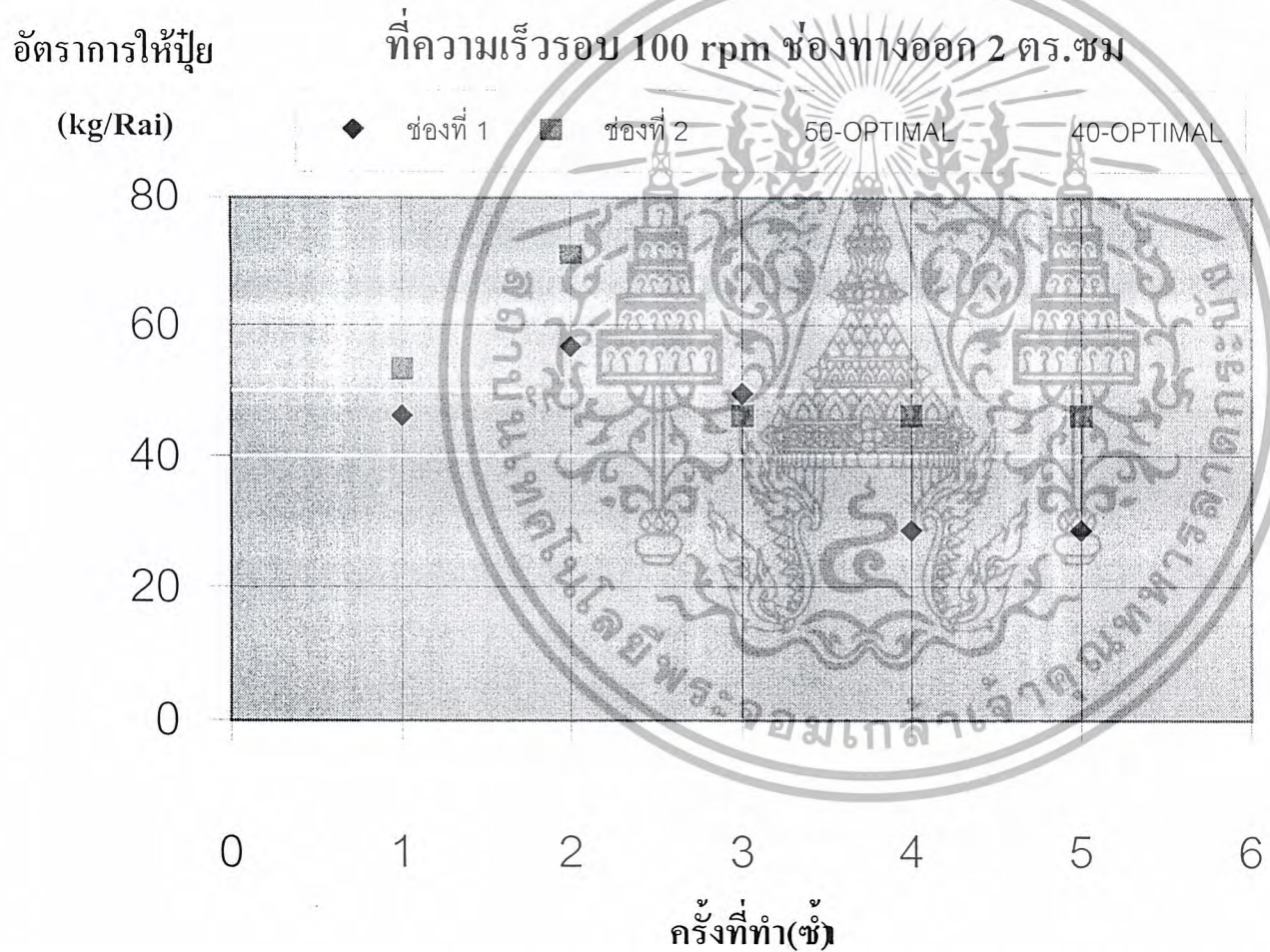


ปริมาณปุ๋ยที่ความเร็วมอเตอร์ค่าต่างๆ

ช่องทางออกที่ 2 ปุ๋ย 16-20-0 รุ่งอรุณ



กราฟแสดงอัตราการให้ปุ๋ยที่ปริมาณบรรจุเต็มถึง ปุ๋ยหัววัวคั่นไถ 16-20-0

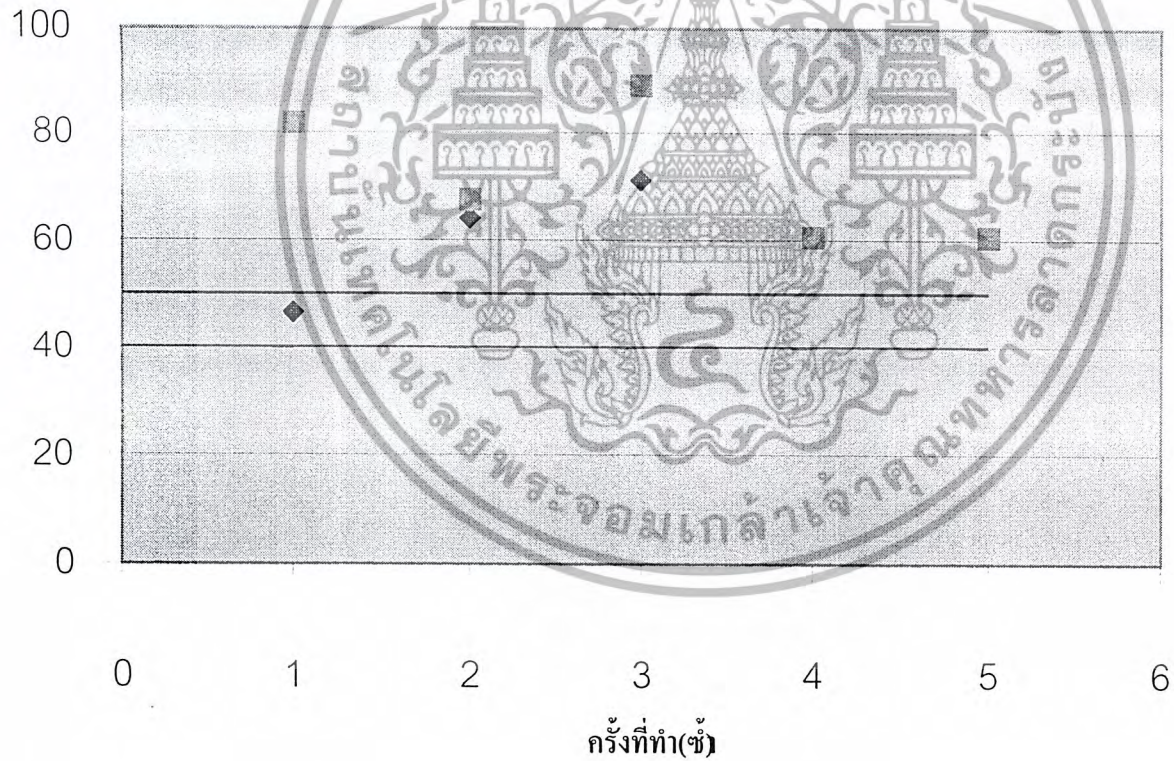


กราฟแสดงอัตราการให้ปุ๋ยบรรจุเต็มถึง ปุ๋ยคาร์กิลด์ 25-10-10

อัตราการให้ปุ๋ย
(kg/Rai)

ที่ความเร็วรอบ 100 rpm ช่องทางออก 2 ตร.ซม.

◆ ช่องที่ 1 ■ ช่องที่ 2 — 50-OPTIMAL — 40-OPTIMAL



กราฟแสดงอัตราการให้ปุ๋ยที่ปริมาณบรรจุครั้งถึง ปุ๋ยคาร์กิลด์ 25-10-10

ที่ความเร็วรอบ 100 rpm ช่องทางออก 2 ตร.ซม.

อัตราการให้ปุ๋ย

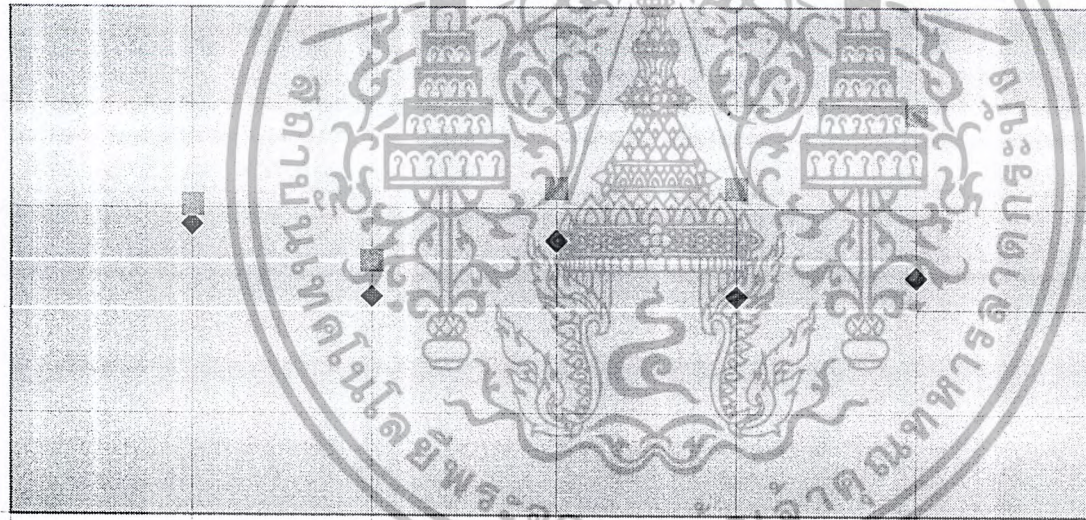
(kg/Rai)

100
80
60
40
20
0

◆ ช่องที่ 1 ■ ช่องที่ 2 50-OPTIMAL 40-OPTIMAL

0 1 2 3 4 5 6

ครั้งที่ทำ(ชั่วโมง)

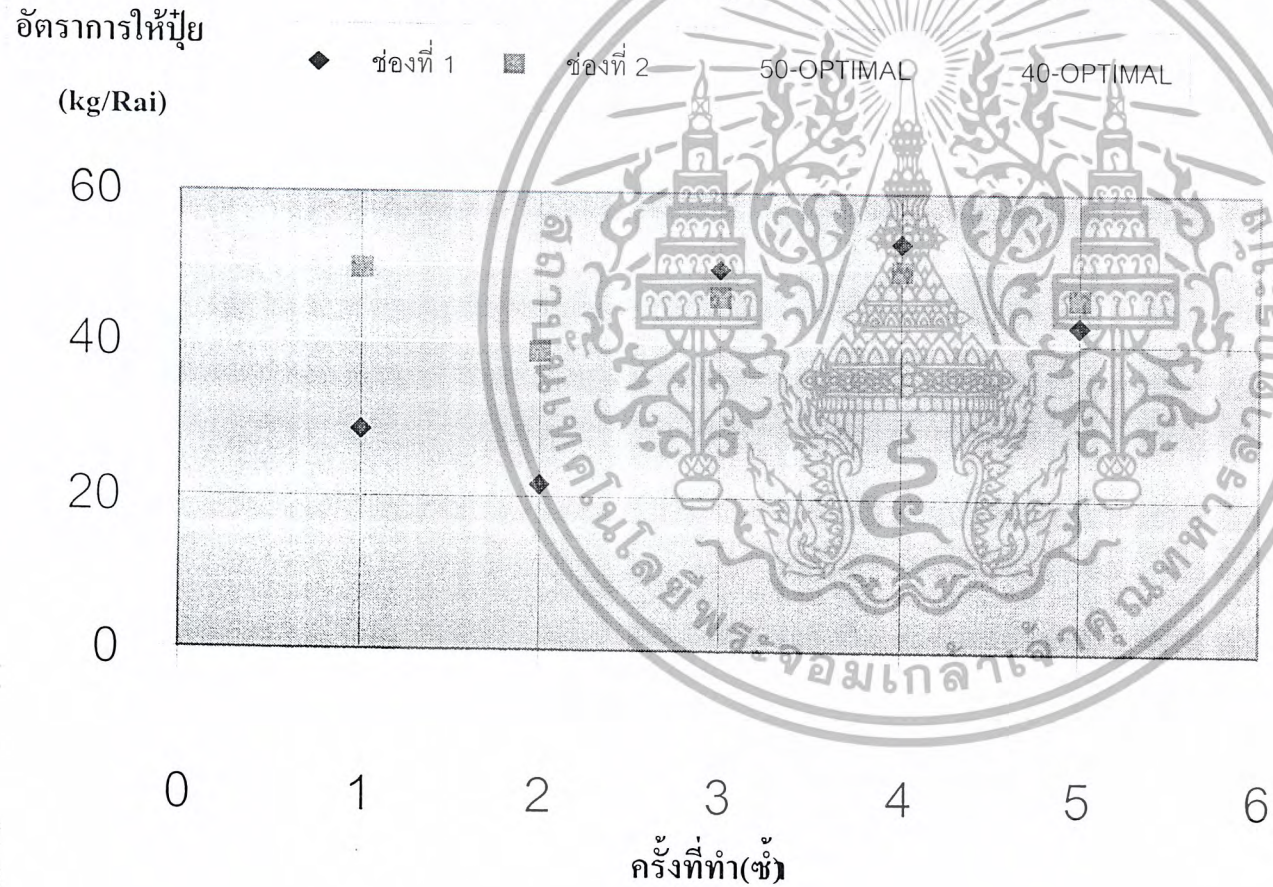


กราฟแสดงอัตราการให้ปุ๋ยที่ปริมาณบรรจุครั้งถึง ปุ๋ยรูงอรุณ 16-20-0

ที่ความเร็วรอบ 100 rpm ช่องทางออก 2 ตร.ซม.



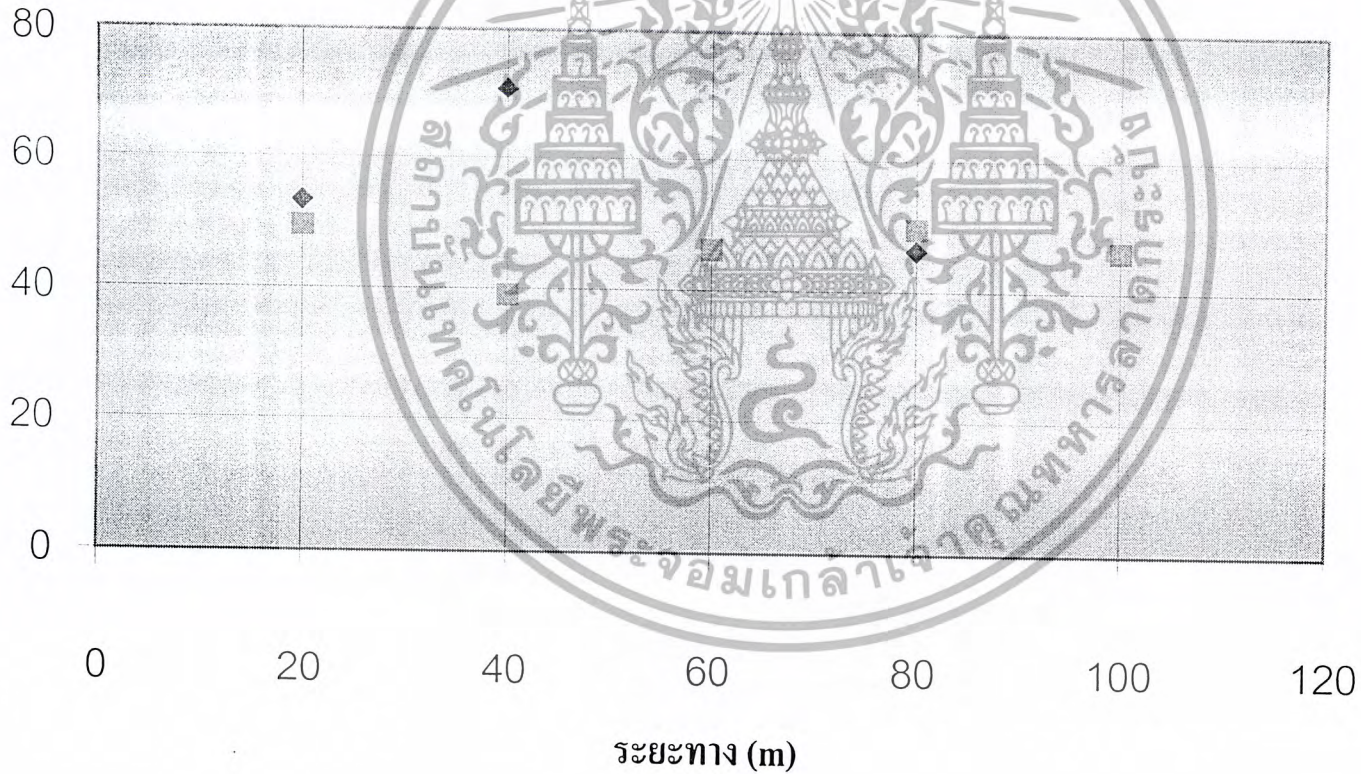
กราฟแสดงอัตราการให้ปุ๋ยที่ปริมาณบรรจุเต็มถึง ปุ๋ยรุ่งอรุณ 16-20-
ที่ความเร็วรอบ 100 rpm ช่องทางออก 2 ตร.ซม.



กราฟแสดงอัตราการให้ปุ๋ยกับระยะทางในการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์

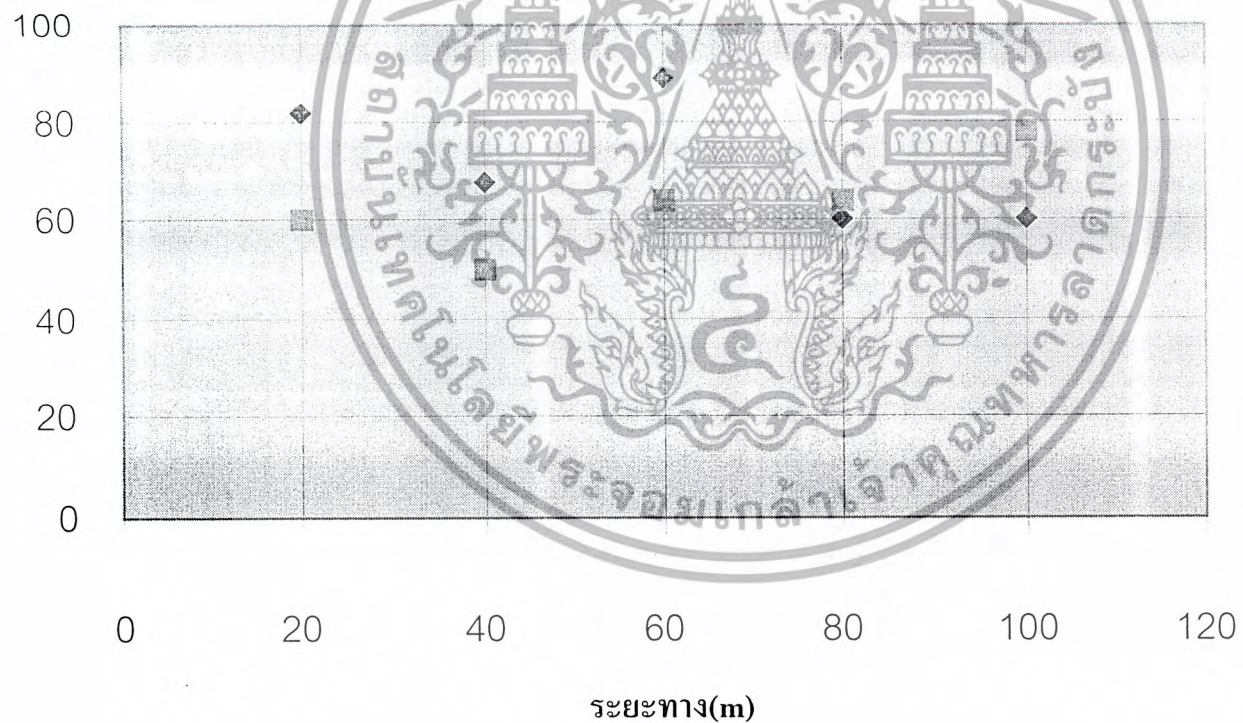
ปุ๋ยหัววัวคั้นไถ ที่ความเร็วรอบ 100 rpm ช่องทางออก 2 ตร.ซม.

อัตราการให้ปุ๋ย
(kg/Rai)

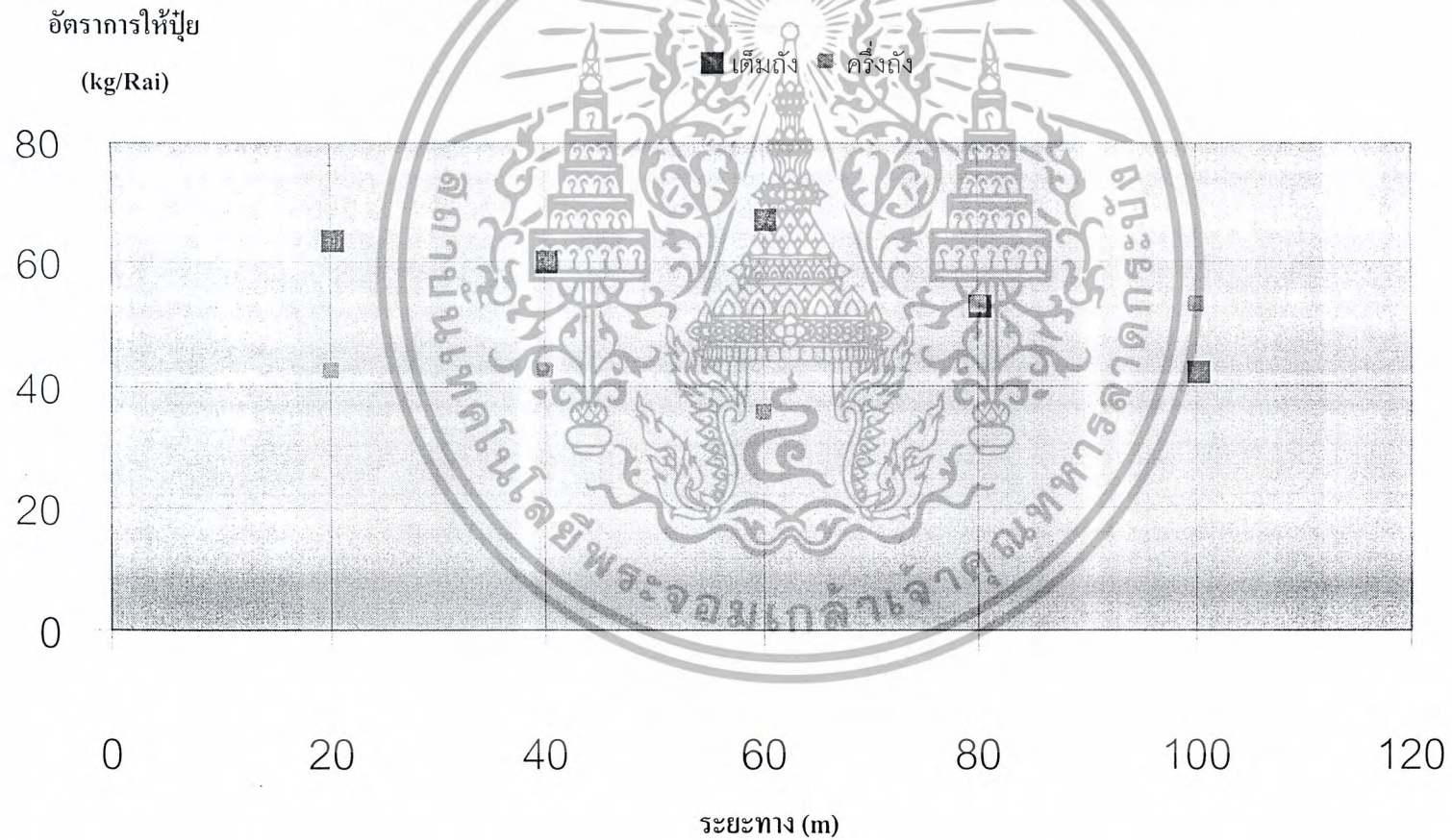


กราฟแสดงอัตราการให้ปุ๋ยที่ระยะทางในการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์
ปุ๋ยคาร์กิลด์ 25-10-10 ที่ความเร็วรอบ 100 rpm ช่องทางออก 2 ตร.ซม.

อัตราการให้ปุ๋ย
(kg/Rai)



กราฟแสดงอัตราการให้ปุ๋ยเปรียบเทียบกับระยะทางในการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์
ปุ๋ยรูงอรุณ 16-20-0 ความเร็วรอบ 100 rpm ช่องทางออก 2 ตร.ซม.



กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรฉบับนี้สำเร็จขึ้นมาได้ด้วยความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายๆ ท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษา และความช่วยเหลือในด้านต่าง ทางผู้จัดทำขอขอบคุณ

ผศ.จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์, อาจารย์สัญญาลักษณ์ กิ่งทอง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ให้คำแนะนำ ข้อมูล รับทราบปัญหา ช่วยแก้ไขปัญหา และคอยให้กำลังใจ และแซวในเวลาที่เราท้อแท้ ให้คำปรึกษาในการดำเนินงานตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จ ขอขอบคุณอย่างยิ่งที่อาจารย์ให้ความช่วยเหลือพวกเราอย่างใกล้ชิดตลอดเวลา

อาจารย์ปรีชาพันธ์ ศรีแก้ว, อาจารย์อำชระ เพิ่มชาติ, อาจารย์วัส อุดมเพทายกุล, อาจารย์ รศ.ดร. ปานมนัส ศิริสมบุญ, อาจารย์ประสันต์ ชุ่มใจหาญ, อาจารย์ ดร.วิภา เกียรินวัชร และอาจารย์ธีระพงษ์ ผลโพธิ์ ที่คอยให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และคอยให้กำลังใจในการทำงาน

พี่ต๋ม ที่คอยให้คำแนะนำ จัดสร้าง และควบคุมเวลาขอเปิดใช้อาคารปฏิบัติงานนอกเวลา

พี่ออด ที่ช่วยจัดสร้าง และปรับแก้เครื่องในการทดลองภาคสนาม

พี่เบิร์ดและพี่เอ ที่ให้คำแนะนำและช่วยในการจัดสร้างและการทดลอง

พี่ปลา, พี่ตะ, อุทัยและชยันต์ ที่ช่วยจัดสร้าง และพี่โจ้ที่ช่วยซ่อมคอมพิวเตอร์เมื่อมีปัญหา

เพื่อนๆ และน้องๆ น้องสมชัย น้องนัย น้องกษเมธ น้องหนู น้องโก้ น้องอ้ออิง น้องเดือน น้องบ๋ม

น้องโด้ง น้องงา น้องเหรียญ น้องเจ้ง น้องบัน น้องเค น้องก๊อต และบุคคลคนอื่นๆ ที่มีได้กล่าวถึง ณ ที่นี้ ที่ยอมเหน็ดเหนื่อย มาช่วยในการทดลองจนเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณทุกๆ กำลังใจและความหวังดีที่ให้แก่กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์, “การออกแบบเครื่องจักรกลเกษตร(เครื่องปลูกและเครื่องหยอดเมล็ด)”, ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2544
2. ปานมนัส ศิริสมบุรณ์ และคณะ, “สมบัติทางกายภาพและวิศวกรรมชีววัสดุ”, ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2538
3. สนั่น จอกลอย, “สถิติเพื่อการวิจัยทางการเกษตร”. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
4. จรัสชัย เข็นพยับ และคณะ, “ปริญญาบัตรการพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียม”, 2542 ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2542
5. “สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก” 2541/42, 2543 . ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร
6. ปานมนัส ศิริสมบุรณ์, “วิศวกรรมการขนถ่ายวัสดุ”. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2540
7. พินัย และคณะ, “การวิจัยและพัฒนาเครื่องกำจัดวัชพืชพร้อมใส่ปุ๋ยต่อพ่วงรถแทรกเตอร์ สำหรับพืชไร่ “ สำนักงานส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยี สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546
8. ผศ.จิราภรณ์ และพินัย, “รายงานผลการวิจัยและพัฒนา การออกแบบและพัฒนารถเอนกประสงค์ขนาด 5 แรงม้า เพื่อใช้ในการกำจัดวัชพืชหยอดเมล็ดพืชและใส่ปุ๋ย”. คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2541
9. สุมาวดี และปฐวี, “ปริญญาบัตรการออกแบบและพัฒนาเครื่องหยอดข้าวหน้าน้ำตม”, 2544 ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้