

การออกแบบและสร้างเครื่องหว่านปุ๋ยเคมีสำหรับสนามหญ้า
DESIGN AND FABRICATION OF FERTILIZER SPREADER



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

Handwritten library stamp with fields for 'บ.' (number), 'ช.' (author), and 'ปี' (year). The year is written as 2545.

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 49932

วันเดือนปี 2 เม.ย. 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Handwritten library stamp with fields for 'บ.' (number) and 'ปี' (year).

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2545

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง การออกแบบและสร้างเครื่องหว่านปุ๋ยเคมีสำหรับสนามหญ้า

ผู้จัดทำ

1. นายกิตติศักดิ์ แสนฉลาด
2. นายนรธรรม วงษ์สังข์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบและสร้างเครื่องหว่านเคมีสำหรับปุ๋ยสนามหญ้า

กิตติศักดิ์ แสนฉลาด

นรธรรม วงษ์สังข์

ดร.วินัย กล้าจริง

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภัทรชัย วิชัยยะ

อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2545

บทคัดย่อ

การออกแบบและสร้างเครื่องหว่านปุ๋ยเคมีสำหรับสนามหญ้า เนื่องจากในปัจจุบันการหว่านปุ๋ยเคมีในสนามหญ้า โดยให้แรงงานคนนั้นมีประสิทธิภาพของการหว่าน ความสม่ำเสมอ และการกระจายตัวของปุ๋ยในการหว่านปุ๋ยค่อนข้างต่ำ รวมถึงปัญหาการขาดแคลนแรงงานและค่าใช้จ่ายในการใช้แรงงานมีราคาสูง

จากการทดสอบ พบว่าประสิทธิภาพของเครื่องหว่านปุ๋ยที่สามารถทำงานได้สูงสุดในสนามหญ้า คือ ความเร็วของเครื่องหว่านปุ๋ยที่เหมาะสมคือ 3.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ความกว้างของช่องปล่อยปุ๋ยเท่ากับ 1.5 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร ปริมาณน้ำหนักรวมของปุ๋ยที่ใช้กับเครื่องที่ออกแบบประมาณ 0.032 กิโลกรัม ถึง 0.034 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ซึ่งเป็นน้ำหนักรวมที่เหมาะสม สำหรับปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 และ 15-15-15 ซึ่งเป็นปุ๋ยที่ใช้ในสนามหญ้าทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DESIGN AND FABRICATION OF FERTILIZER SPREADER

Kittisak Sanchalhad

Noratam Wongsang

Dr.Vinai Klajring Advisor

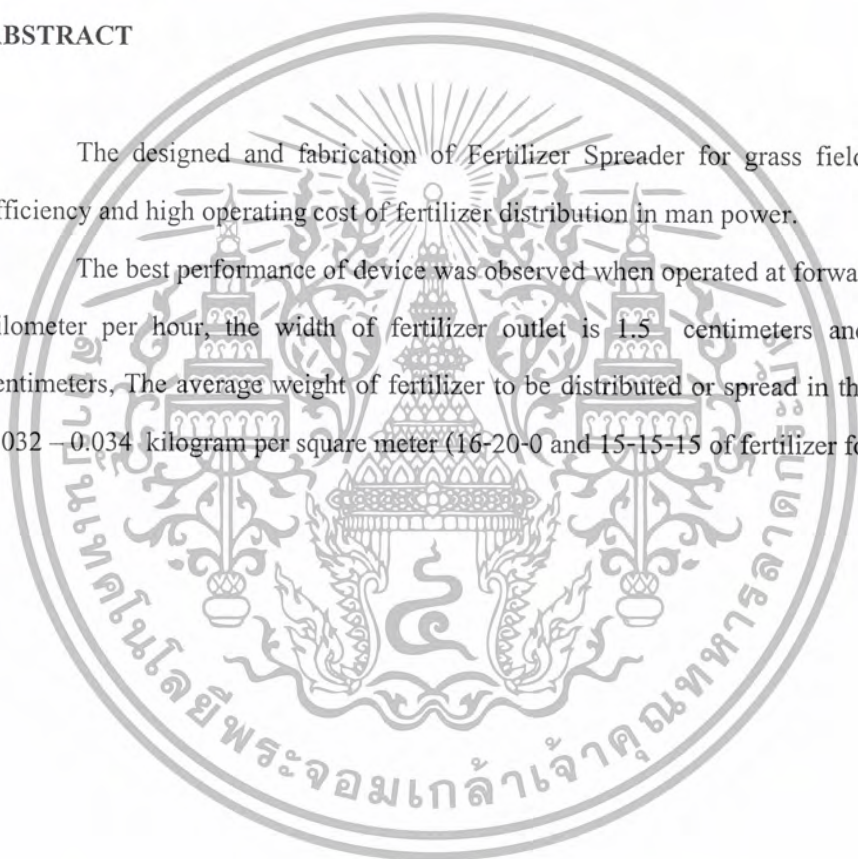
Pattarachai Vichaiya Advisor

Year 2002

ABSTRACT

The designed and fabrication of Fertilizer Spreader for grass field maintain low efficiency and high operating cost of fertilizer distribution in man power.

The best performance of device was observed when operated at forward speed of 3.5 kilometer per hour, the width of fertilizer outlet is 1.5 centimeters and length is 10 centimeters, The average weight of fertilizer to be distributed or spread in the field is about 0.032 – 0.034 kilogram per square meter (16-20-0 and 15-15-15 of fertilizer formula).



สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ก |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ข |
| สารบัญ | ค |
| สารบัญรูปภาพ | จ |
| สารบัญตาราง | ช |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 ที่มาโครงการ | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ | 3 |
| 1.3 วิธีการดำเนินงาน | 3 |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 3 |
| บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ | 4 |
| 2.1 เครื่องให้ปุ๋ย | 4 |
| 2.1.1 เครื่องหว่านปุ๋ยคอก | 4 |
| 2.1.2 เครื่องหว่านปุ๋ยผง | 7 |
| 2.1.3 เครื่องหว่านปุ๋ยเม็ด | 8 |
| 2.1.4 เครื่องฉีดปุ๋ยน้ำ | 9 |
| 2.2 ปุ๋ยเคมี | 11 |
| 2.2.1 คุณสมบัติของปุ๋ยเคมี | 11 |
| 2.2.2 ชนิดของปุ๋ยเคมีตามความต้องการของธาตุอาหารของพืช | 16 |
| 2.3 หลัเข้าเขตร้อน | 19 |
| 2.4 ปฏิทินการปฏิบัติบำรุงรักษาสนามหญ้าในแต่ละเดือน | 23 |
| บทที่ 3 หลักการและทฤษฎีการคำนวณ | |
| 3.1 ที่บรรจุปุ๋ย | 29 |
| 3.2 ช่องจ่ายปุ๋ยและท่อลำเลียงปุ๋ย | 31 |
| 3.3 ชุดเฟือง Pulley สำหรับทศรอบเพื่อตีปุ๋ย | 32 |
| 3.4 จานตีปุ๋ย | 34 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

| | หน้า |
|--|------|
| บทที่ 4 การทดสอบและผลการทดสอบ | 36 |
| 4.1 ขั้นตอนการทดสอบ | 36 |
| 4.2 พื้นที่ที่ใช้ในการทดสอบ | 36 |
| 4.3 การหาน้ำหนักปุ๋ยต่อพื้นที่ | 37 |
| 4.4 การหาจำนวนเมล็ดปุ๋ยต่อพื้นที่ | 40 |
| บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผล | 43 |
| 5.1 วิเคราะห์ผลการทำงานของเครื่องหว่านปุ๋ยสนามหญ้า | 43 |
| 5.2 สรุปผลการทำงานของเครื่องหว่านปุ๋ยสนามหญ้า | 44 |
| 5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการปรับปรุง | 44 |
| ภาคผนวก | 45 |
| ภาคผนวก ก ข้อมูลดิบจำนวนเมล็ดปุ๋ยต่อพื้นที่ | 46 |
| ภาคผนวก ข ข้อมูลดิบน้ำหนักปุ๋ยต่อพื้นที่ | 50 |
| กิตติกรรมประกาศ | 54 |
| เอกสารอ้างอิง | 55 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

| | หน้า |
|--|------|
| รูปที่ 1.1 เครื่องหว่านปุ๋ยแบบ Rotary Type | 1 |
| รูปที่ 1.2 เครื่องหว่านปุ๋ยแบบ Drop Type | 1 |
| รูปที่ 2.1 เครื่องหว่านปุ๋ยคอก | 5 |
| รูปที่ 2.2 ชนิดของเครื่องหว่านปุ๋ยคอก | 5 |
| รูปที่ 2.3 กลไกการส่งกำลังของเครื่องหว่านปุ๋ยคอก | 6 |
| รูปที่ 2.4 เครื่องโรยปูนขาว | 7 |
| รูปที่ 2.5 กลไกการโรยปูนขาว | 7 |
| รูปที่ 2.6 เครื่องหว่านกระจาย | 8 |
| รูปที่ 2.7 คุณสมบัติเครื่องหว่านกระจาย | 9 |
| รูปที่ 2.8 เครื่องฉีดปุ๋ยปีศาจ | 10 |
| รูปที่ 2.9 เครื่องฉีดปุ๋ยเอมโมเนีย | 10 |
| รูปที่ 3.1 ลักษณะถังใส่ปุ๋ยที่ออกแบบ | 30 |
| รูปที่ 3.2 ลักษณะถังใส่ปุ๋ยที่สร้างเสร็จ | 30 |
| รูปที่ 3.3 ขนาดช่องจ่ายปุ๋ย | 31 |
| รูปที่ 3.4 ลักษณะท่อลำเลียงปุ๋ย | 31 |
| รูปที่ 3.5 ชุด Pulley และระบบการทดรอบต่างๆ ที่ออกแบบ | 33 |
| รูปที่ 3.6 ระบบทดรอบเมื่อสร้างเสร็จแล้ว | 33 |
| รูปที่ 3.7 งานตีปุ๋ยที่ออกแบบแล้ว | 34 |
| รูปที่ 3.8 งานตีปุ๋ยที่สร้างเสร็จแล้ว | 34 |
| รูปที่ 3.9 เครื่องหว่านปุ๋ยเมื่อออกแบบเสร็จแล้ว | 35 |
| รูปที่ 3.10 เครื่องหว่านปุ๋ยเมื่อสร้างเสร็จแล้ว | 35 |
| รูปที่ 4.1 พื้นที่ที่ใช้ในการทดสอบ | 36 |
| รูปที่ 4.2 กราฟน้ำหนักเฉลี่ยของปุ๋ยสูตร 15-15-15 ความกว้างช่องเปิด 2.5 เซนติเมตร | 37 |
| รูปที่ 4.3 กราฟน้ำหนักเฉลี่ยของปุ๋ยสูตร 15-15-15 ความกว้างช่องเปิด 1.5 เซนติเมตร | 38 |
| รูปที่ 4.4 กราฟน้ำหนักเฉลี่ยของปุ๋ยสูตร 16-20-0 ความกว้างช่องเปิด 2.5 เซนติเมตร | 39 |
| รูปที่ 4.5 กราฟน้ำหนักเฉลี่ยของปุ๋ยสูตร 16-20-0 ความกว้างช่องเปิด 1.5 เซนติเมตร | 39 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

| | หน้า |
|---|------|
| รูปที่ 4.6 กราฟน้ำหนักรถบรรทุกของปุ๋ยสูตร15-15-15 ความกว้างช่องเปิด 2.5 เซนติเมตร | 40 |
| รูปที่ 4.7 กราฟน้ำหนักรถบรรทุกของปุ๋ยสูตร15-15-15 ความกว้างช่องเปิด 1.5 เซนติเมตร | 41 |
| รูปที่ 4.8 กราฟน้ำหนักรถบรรทุกของปุ๋ยสูตร 16-20-0 ความกว้างช่องเปิด 2.5 เซนติเมตร | 41 |
| รูปที่ 4.9 กราฟน้ำหนักรถบรรทุกของปุ๋ยสูตร 16-20-0 ความกว้างช่องเปิด 1.5 เซนติเมตร | 42 |
| รูปที่ 5.1 ลักษณะการหว่านปุ๋ยขาไป | 43 |
| รูปที่ 5.2 ลักษณะการหว่านปุ๋ยขากลับ | 43 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ค่าความหนาแน่นรวม, มุมทรงตัวของกองปุ๋ยและความถ่วงจำเพาะของปุ๋ยบางชนิด 13

ตารางที่ 2.2 ค่าแสดงความชื้นตัวของปุ๋ยชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 30 °C 14

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าดัชนีความเค็มของปุ๋ยชนิดต่างๆ 15

ตารางที่ 2.4 ขนาดของเม็ดปุ๋ยและการกระจายตัวของเม็ดปุ๋ยที่สำคัญบางชนิด 16

ตารางที่ 2.5 แสดงค่า pH และปริมาณธาตุอาหารรับรองที่มีในปุ๋ยเคมีสูตรต่างๆรวม 18 ชนิด 18

ตารางที่ 2.6 ลักษณะของหลุ่้าเขตร้อน 22

ตารางที่ 2.7 ความสามารถในการทนทานต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ของหลุ่้าสนามเขตร้อน 22

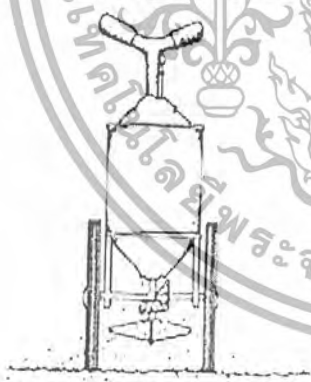


บทที่ 1

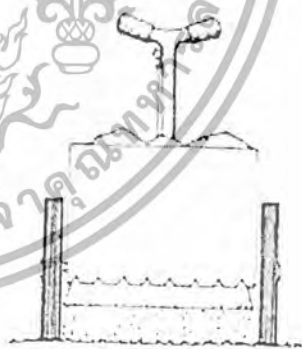
บทนำ

1.1 ที่มาของโครงการ

เครื่องให้ปุ๋ย มีความหมายรวมๆ หมายถึง เครื่องหว่านปุ๋ยและเครื่องฉีดปุ๋ย ที่ให้แก่พืชหลายชนิดด้วยกัน ตั้งแต่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ซึ่งมีรูปร่างไม่แน่นอน จนถึงปุ๋ยเคมีซึ่งมีลักษณะเม็ดที่แน่นอน ในปัจจุบันลักษณะการให้ปุ๋ยของสนามหญ้ามีความเปลี่ยนแปลงจากในอดีตมากการให้ปุ๋ยในอดีตนั้นจะใช้คนหว่านเม็ดปุ๋ยซึ่งเหมาะสำหรับสนามหญ้าขนาดเล็ก และไม่ค่อยมีประสิทธิภาพมากนัก ซึ่งจะทำให้การหว่านปุ๋ยไม่สม่ำเสมอและยังสิ้นเปลืองแรงงานคนอีกด้วย ต่อมาได้มีการพัฒนาเครื่องมือในการหว่านปุ๋ยขึ้นเพื่อที่ให้มีประสิทธิภาพและค่าแรงงานในการดูแลรักษาและการให้ปุ๋ย ซึ่งได้มีการพัฒนาเรื่อยมาโดยส่วนใหญ่จะเป็นการใช้เครื่องยนต์เข้ามาช่วยในการให้ปุ๋ย โดยที่เครื่องยนต์นั้นมีราคาค่อนข้างแพง ถ้านำไปใช้กับงานเล็กๆ แล้ว ไม่ค่อยคุ้มค่ากับการลงทุน จึงได้มีความคิดในการสร้างเครื่องให้ปุ๋ยแบบไม่ใช้เครื่องยนต์ขึ้น โดยการจะเลือกใช้เครื่องหว่านเพราะจะทำให้มีการกระจายตัวของปุ๋ยได้ดี และสะดวกกว่าแบบฉีดปุ๋ยการใช้เครื่องใส่ปุ๋ย ถ้าเป็นสนามหญ้าขนาดเล็กจะใช้เครื่องใส่ปุ๋ยสำหรับใช้คนเดียว ปัจจุบัน มีทั้งแบบหว่านปุ๋ยออกเป็นรอบๆ เป็นวงกลม โดยใช้แรงเหวี่ยง (Rotary Type) และแบบใส่ปุ๋ยแบบหยอดหรือปล่อยเม็ดตกลงสู่สนามหญ้า (Drop Type)



รูปที่ 1.1 เครื่องหว่านปุ๋ยแบบ Rotary Type



รูปที่ 1.2 เครื่องหว่านปุ๋ยแบบ Drop Type

ซึ่งจะมีข้อดีข้อเสียไม่เหมือนกัน ถ้าเป็นแบบ Drop Type ปุ๋ยจะอยู่ในสนามหญ้าจะอยู่ในขอบเขตความกว้างของถังปุ๋ย หรือภายในขอบเขตล้อรถไม่สามารถกระจายไปข้างนอก แต่การให้ปุ๋ยแบบโดยใช้เครื่อง Rotary Type จะเห็นการหว่านปุ๋ยมีขอบเขตความกว้างกว่าและจะเสร็จเร็ว แต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้ผู้ใส่ปุ๋ยสับสนช่องทางได้ ดังนั้นจึงมีการออกแบบให้มีการปล่อยปุ๋ยลงมาแบบ Drop Type เครื่องตีแบบ Rotary Type ทำให้สามารถที่จะให้ปุ๋ยได้เร็วแล้วยังมีความสม่ำเสมอในการใส่ปุ๋ยด้วยการใส่ปุ๋ยเป็นวิธีการหนึ่งในการในการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ทำการ เกษตรเป็นเวลานาน จุดที่คำนึงในการใส่ปุ๋ยเพื่อปลูกพืชใดๆ ก็คือเมื่อจะใช้ปุ๋ยนั้น หมายถึงการลง ทุนหรือค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ผลตอบแทนอาจจะอยู่ในรูปของผลที่สูงขึ้น ทั้งปริมาณและคุณภาพ มีความสม่ำเสมอ หรือมีความต้านทาน โรคเพิ่มขึ้น ส่วนค่าใช้จ่ายนั้นจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากค่าปุ๋ย ค่าแรงงาน ค่าเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ ตลอดจนการจัดการ การใส่ปุ๋ยเคมีแบ่งออกได้เป็น 6 วิธี

1. หว่านปุ๋ยก่อนการเตรียมดินหรือใส่ปุ๋ย ขณะการเตรียมดินครั้งแรก
2. ใส่ปุ๋ยขณะทำการเตรียมดินด้วยอุปกรณ์แบบคราด
3. หว่านปุ๋ยและผสมในดินหลังจากไถพรวนก่อนการปลูกพืช
4. ใส่ปุ๋ยขณะทำการปลูกพืช
5. ใส่ปุ๋ยข้างๆแถวที่เจริญแล้ว
6. หว่านปุ๋ยด้วยเครื่องมือหว่านปุ๋ยโดยเฉพาะ

ปุ๋ยเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งทางการเกษตรที่มีผลอย่างมากในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งปัจจุบันได้เน้นหนักไปในทางการเพิ่มผลผลิตต่อไร่ มากกว่าการเพิ่มผลผลิตโดยการขยายพื้นที่ การใส่ปุ๋ยอย่างถูกต้องและเหมาะสมเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร เพราะปุ๋ยเป็นตัวช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้อย่างสมบูรณ์

ปุ๋ยสามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ปุ๋ยธรรมชาติที่ได้จากการผุพังเน่าเปื่อยของซากสัตว์และพืช รวมทั้งมูลสัตว์ต่างๆ
2. ปุ๋ยอนินทรีย์ เป็นปุ๋ยเคมีที่ได้จากอนินทรีย์สารหรือเรียกกันว่า ปุ๋ยเคมี โดยได้มาจากการสังเคราะห์ ธาตุอาหารที่สำคัญของปุ๋ย ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อออกแบบ สร้าง ทดสอบ ประเมินผล เครื่องหว่านปุ๋ยสำหรับสนามหญ้า

1.3 วิธีการดำเนินการ

1. ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องและออกแบบเครื่องหว่านปุ๋ยสนามหญ้า
2. สร้างแบบกลไกต่างๆของเครื่องหว่านปุ๋ย
3. สร้างเครื่องต้นแบบ
4. ทดสอบเครื่องต้นแบบที่สร้าง
5. วิเคราะห์และประเมินผลการทดสอบ
6. ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องและทำการทดสอบ ประเมินผลซ้ำ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เครื่องต้นแบบสำหรับใช้หว่านปุ๋ยในสนามหญ้าทั่วไป
2. แก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานและประหยัดแรงงานราคาแพง



บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ

2.1 เครื่องให้ปุ๋ย (Fertilizing Machinery)

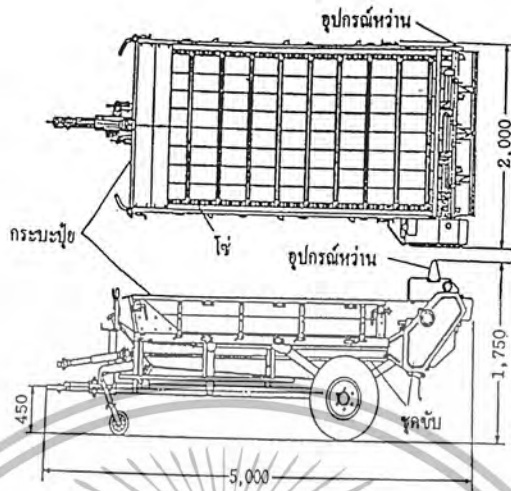
เครื่องให้ปุ๋ย (Fertilizing Machinery) มีความหมายรวมๆ หมายถึง เครื่องหว่านปุ๋ยและเครื่องฉีดปุ๋ย ปุ๋ยที่ให้พืชมีหลายชนิดด้วยกันตั้งแต่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ซึ่งมีรูปร่างไม่แน่นอน จนถึงปุ๋ยเคมีซึ่งเป็นเม็ดหรือเป็นผง มีขนาดแน่นอนนอกจากนี้ปุ๋ยบางชนิดก็มี ลักษณะเป็นของเหลวอีกด้วย ปุ๋ยที่มีลักษณะของเหลวหรือเป็นของแข็งจะถูกกลไกของเครื่องหว่านปุ๋ย ติกระจ่ายออกสู่พื้นที่เพาะปลูก ส่วนปุ๋ยที่มีลักษณะเป็นน้ำจะถูกปั๊มสูบแล้วฉีดไปที่พื้นที่เพาะปลูกหรืออัดฉีดลงดินปุ๋ยเคมีที่มีลักษณะเป็นเม็ดกลมบางชนิดใช้หว่านไปพร้อมกับขดโลหะเตรียมดินหรือพร้อมกับการหยอดเมล็ด

เครื่องให้ปุ๋ยชนิดหว่านลงดินส่วนใหญ่จะเป็นพวก เครื่องหว่านปุ๋ยคอก (Manure Spreader) เครื่องโรยปูนขาว (Lime) เพื่อปรับสภาพดิน, เครื่องหว่านปุ๋ยเม็ด (Broadcaster), เครื่องพ่นปัสสาวะสัตว์ (Vacuum Car) เป็นต้น ส่วนเครื่องฉีดปุ๋ยลงดินนั้นมีพวกเครื่องฉีดผงแอมโมเนีย และ Slurry Injection นอกจากนี้จะมีเครื่องหว่านปุ๋ยหรือเครื่องฉีดปุ๋ยดังกล่าวแล้ว บางครั้งก็มีการให้ปุ๋ยโดยการต่อท่อจากถัง แล้วฉีดโดย สปริงเกอร์ (Sprinkler) หรือหัวฉีด (Nozzle)

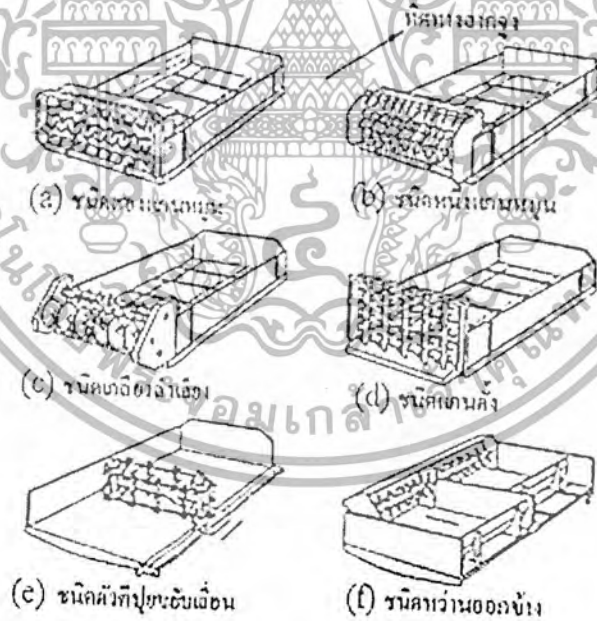
2.1.1 เครื่องหว่านปุ๋ยคอก

เครื่องหว่านปุ๋ยคอก (Manure Spreader) เป็นเครื่องหว่านปุ๋ย โดยมีกระบะบรรจุปุ๋ยคอกแล้วตีให้ปุ๋ยร่วนในขณะเดียวกันก็หว่านปุ๋ยไปในตัว โครงสร้างหลักของเครื่องมี ดังรูปที่ 2.1 คือตัวรถสำหรับเป็น โครงกระบะปุ๋ย สายพานส่งปุ๋ย (Conveyer) ตัวตีปุ๋ย (Beater) สำหรับตีปุ๋ย ตัวกระจายปุ๋ย (Spreader) สำหรับกระจายปุ๋ยและชุดขับเคลื่อนต่างๆ

เครื่องหว่านปุ๋ยคอกทั่วไป มีลักษณะดังรูปที่ 2.2 (a)-(b) คือ มีตัวตีปุ๋ยอยู่ที่ท้ายกระบะใส่ปุ๋ย แต่บางชนิดก็มีทั้งแบบหว่านด้านข้างเช่น (f) หรือบางชนิดตัวตีปุ๋ยก็เคลื่อนที่ไปมาเช่น (e) บางชนิดมีแกนหมุน (Rotor) 2 ตัวตีและหว่านปุ๋ยโดยใช้ใบมีดด้านบนและล่าง (a) , บางชนิดมีแกนหมุน (Rotor) 1 ตัว (b) , บางชนิดมีแกนหมุนแบบตั้ง (d)



รูปที่ 2.1 เครื่องหว่านปุยคอก



รูปที่ 2.2 ชนิดของเครื่องหว่านปุยคอก

เครื่องหว่านปุยในบ้านเราส่วนใหญ่เป็นชนิดแกนหมุนติ(Rotor)และชนิดเกลียว
 คำเดียว(Auger) กล่าวคือ ปุยจะถูกตีก่อนด้วยแกนหมุนแล้วถูกหว่านด้วยเกลียวคำเดียวอีกต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนึ่ง(c)เครื่องหว่านปุ๋ยคอกแบบเกลียวลำเลียงมีข้อดีคือเกลียว(Screw)ของชุดลำเลียงจะช่วยกระจายปุ๋ยออกในด้านซ้ายขวาด้านข้าง จึงทำให้หน้ากว้างของงานสูงกว่า

เครื่องหว่านปุ๋ยคอกบางชนิด ประกอบด้วยตัวตีปุ๋ยเท่านั้น ตัวตีปุ๋ยจะตีปุ๋ยที่ถูกลงเป็นแนวในไร่นาให้กระจายออกไป การหว่านโดยวิธีนี้จึงสะดวกกว่า เนื่องจากปุ๋ยคอกมีน้ำหนักมาก การทำปุ๋ยคอกหรือการหมักปุ๋ยหมักก็เป็นเรื่องที่ต้องใช้แรงงานเป็นอย่างมาก เช่น การตัดฟาง , การหมัก , การพลิกกลับปุ๋ยจึงมีการวิจัยในการนำเครื่องจักรมาใช้แบบครบวงจร ตั้งแต่การทำปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกจนกระทั่งถึงการหว่าน

สำหรับปุ๋ยคอกจะมีส่วนผสม ความชื้น ส่วนผสมของฟางแตกต่างกันต่างขนาดานา ปุ๋ยคอกจากมูลสัตว์จะมีความหนาแน่นราว 300-900 kgf/m³ แต่ปุ๋ยหมักจะมีความหนาแน่นราว 600-1,100 kgf/m³ และความฝืด (friction factor) μ ระหว่างปุ๋ยคอกกับพื้นกระบะ ก็มีค่าต่างๆกันเช่น ในช่วง 0.33-0.70 หากเป็นพื้นยางค่าความฝืด $\mu = 0.85-1.45$ หากเป็นแผ่นเหล็กค่าความฝืด $\mu = 0.7-1.3$ ซึ่งเป็นค่าที่ไม่ค่อยแน่นอน ดังนั้นในการออกแบบเครื่องหว่านปุ๋ยคอก จึงจำเป็นต้องคำนวณเผื่อไว้หลายๆด้านเพื่อให้ การหว่านเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้จำนวนปุ๋ยคอกที่ใช้ในแต่ละครั้ง ต้องมีปริมาณหลายตันต่อ ha ดังนั้นเครื่องหว่านปุ๋ยคอกจึงมีขนาดใหญ่จุได้ราว 2-5 ตัน ถึงจะเป็นชนิดเล็กก็มีขนาดราว 0.6-1 ตัน



รูปที่ 2.3 กลไกการส่งกำลังของเครื่องหว่านปุ๋ยคอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 เครื่องหว่านปุ๋ยผง

เครื่องหว่านปุ๋ยผงหรือปูนขาวเพื่อปรับสภาพดินเรียกว่า เครื่องโรยปูนขาว (Lime Sower) มีลักษณะ ดังรูปที่ 2.4 คือเป็นกรวยขาวมีฝาปิด ด้านล่างของกรวยมีเครื่องมือกวานปุ๋ยดังกล่าวออกตามปริมาณที่ต้องการ ปุ๋ยผงจะตกลงมาโดยแผ่นกระจายก่อนแล้วจึงหล่นสู่พื้นดิน ปริมาณมากน้อยของปุ๋ย ปรับได้โดยเปลี่ยนความเร็วของตัวตีปุ๋ย และปรับระยะเปิดของช่องโรย (Shutter) ตัวตีปุ๋ยหมุนโดยแรงจากPTOในขณะที่ที่ตีก็ทำหน้าที่ดวงหรือควบคุมปริมาณไปในตัว



รูปที่ 2.4 เครื่องโรยปูนขาว

รูปที่ 2.5 กลไกโรยปูนขาว

แผ่นกระจายปุ๋ยปกติเป็นแผ่นยาง มีลักษณะดังรูปที่ 2.5 วางเอียงในลักษณะโค้งขึ้นเล็กน้อย ขณะรับผงปุ๋ยแผ่นนี้จะสั่นไปด้วยทำให้ปุ๋ยไม่จับตัวกัน และเป็นกรกนลสมไปในตัว ทำให้ตำแหน่งความสูงของปุ๋ยผงขณะตกอย่างอิสระอยู่ใกล้พื้นดิน ความกว้างหน้างานจึงมีขนาดแน่นอน แต่ในทางตรงกันข้าม หากผงปุ๋ยมีความชื้นสูง หรือบางครั้งความชื้นในอากาศสูง หรือมีน้ำค้างมาก อาจทำให้ผงปุ๋ยเป็นก้อน ไม่สามารถที่จะหว่านได้สม่ำเสมอ

ความสามารถในการทำงานนั้นของเครื่องหว่านชนิดนี้ จะขึ้นอยู่กับการที่เตรียมผงปุ๋ยในปริมาณที่เหมาะสม วางไว้ในจุดต่างๆ เมื่อปุ๋ยหมดสามารถเติมใหม่ได้ทันที สัดส่วนของเวลาเติมปุ๋ยเมื่อเทียบกับเวลาทำงาน กล่าวคือ ควรให้มีได้ราว 20 – 30 % ($\alpha = 0.2 - 0.3$) หากต้องมีการกลับลำด้วย เราสามารถหาความสามารถในการหว่าน C (ha/h) จากความกว้างหน้างาน B (m) และความเร็วของงาน V (km/h)

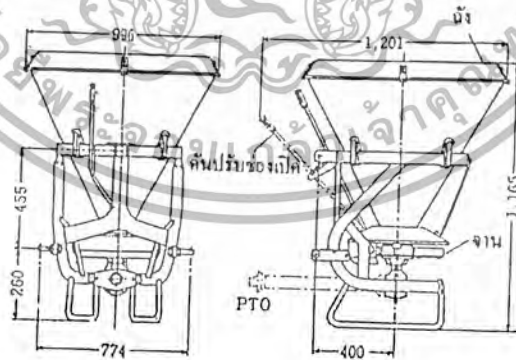
$$C = \frac{BV}{10(1 + \alpha)} \quad (1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องหว่านชนิดนี้ โดยทั่วไป $B = 1.6 \text{ m}$ $V = 5 \text{ km/h}$ และ $\alpha = 0.25$ ดังนั้น ความสามารถในการหว่านจะได้ราว 0.64 ha/h

2.1.3 เครื่องหว่านปุ๋ยเม็ด

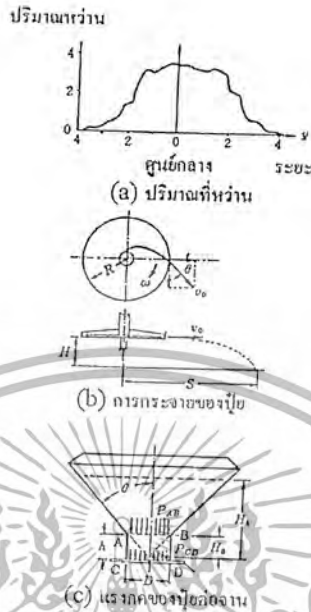
เครื่องหว่านปุ๋ยเม็ด เป็นเครื่องหว่านโดยใช้แรงเหวี่ยง (Centrifugal Distributor) โดยปกติเรียกว่า เครื่องหว่านกระจาย (Broadcaster) ลักษณะของเครื่องหว่านกระจายเป็นดังรูปที่ 2.6 คือมีจานหมุนด้วยความเร็วสูงเรียกว่า Spinner เม็ดปุ๋ยจะถูกหว่าน โดยแรงเหวี่ยงของ Spinner โดยปกติ Spinner จะถูกขับด้วยเพลลา PTO ปริมาณมากน้อยของปุ๋ยปรับได้จากช่องเปิด (Shutter) รัศมีการหว่านปรับจากความเร็วรอบของ Spinner ปกติมีรัศมีราว 8 – 10 m แต่ความหนาแน่นของเม็ดปุ๋ยที่หว่านลงไปจะไม่สม่ำเสมอ มีลักษณะดังรูปที่ 2.7 (a) คือเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ในแถวต่อไปจึงจำเป็นต้องหว่านซ้ำ ในช่วงที่มีความหนาแน่นค่อนข้างต่ำ ดังนั้นระยะที่หว่านได้จริงจะหว่านได้เพียงครึ่งหนึ่งของเส้นเอียงในด้านซ้ายและขวาเท่านั้น ดังนั้นความกว้างหน้างานที่ได้จริง จึงเหลือเพียง 6 – 7 m เมื่อเทียบกับเครื่อง โดยพุนขาว (Lime Sower) แล้ว ความสามารถในการทำงานจะสูงกว่า ความเร็วในการขับเคลื่อนก็สูงกว่าอีกด้วย บางครั้งนำไปใช้ในการหว่านเมล็ดที่มีลักษณะกลมหรือหว่านปุ๋ยที่เป็นผงหยาบได้ แต่ในการหว่านปุ๋ยผงชนิดนี้มักใช้กระป๋องคลุมเพื่อไม่ให้ปุ๋ยถูกลมพัด จึงทำให้ความกว้างหน้างานเหลือเพียง 3 – 4 m ภายในถังใส่ปุ๋ย (Hopper) จะมีใบกวน (Aditator) เพื่อกวนเม็ดปุ๋ยมิให้จับตัวเป็นก้อนเนื่องจากความชื้น



รูปที่ 2.6 เครื่องหว่านกระจาย (Broadcaster)

เครื่องหว่านกระจายเหมาะสำหรับการหว่านที่ไม่ต้องการความหนาแน่นของปุ๋ยสูงกว่า ปกติจะหว่านปุ๋ยราว $100 - 300 \text{ kgf/ha}$ และเหมาะสำหรับการหว่านปุ๋ยสำหรับทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



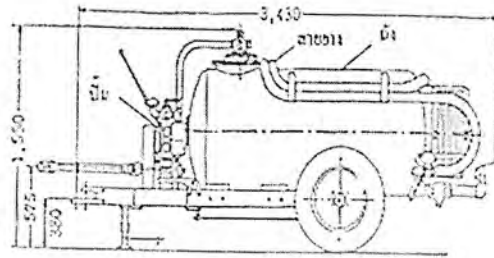
รูปที่ 2.7 คุณสมบัติของเครื่องหว่านกระจาย (Broadcaster)

2.1.4 เครื่องฉีดปุ๋ยน้ำ

เครื่องฉีดปุ๋ยปัสสาวะสัตว์ มีลักษณะดังรูปที่ 2.8 ประกอบด้วยถังใหญ่เพื่อใส่ปัสสาวะสัตว์ที่หมักแล้ว แล้วนำไปฉีดพ่นในไร่ เครื่องฉีดปุ๋ยแบบนี้ บางชนิดนำไปฉีดปุ๋ยน้ำเคมี และฉีดยาฆ่าแมลงชนิดน้ำได้ด้วย โครงสร้างสำคัญประกอบด้วย ถัง, ปัมป์สูบล และเครื่องฉีดพ่น

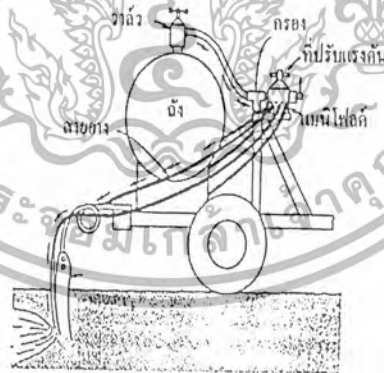
การฉีดและการพ่นปุ๋ยปัสสาวะทำได้ 2 วิธีคือ วิธีทำสูญญากาศ และวิธีสูบลด้วยปั๊มโดยตรง วิธีสูญญากาศมีหลักการคือ เวลาดูดปัสสาวะเข้าจะใช้ปั๊มสูญญากาศ (Vacuum Pump) ไล่อากาศในถังออกแล้วดูดปัสสาวะ เวลาฉีดพ่นปุ๋ยปัสสาวะก็จะใช้ปั๊มสูญญากาศตัวเดียวกัน อัดอากาศเข้าถังแล้วฉีดไล่ปุ๋ยออกมาสำหรับวิธีสูบลน้ำปัสสาวะด้วยปั๊มโดยตรงนั้นจะใช้ปั๊มหอยโข่งหรือปั๊มโรตารี ซึ่งเป็นสแตนเลสสูบลเข้าถังแล้วฉีดพ่น การฉีดพ่นหรือการหว่านลงแปลง โดยมากจะใช้วิธีอัดหรือปั๊มสูบล เครื่องฉีดพ่นปุ๋ยน้ำปัสสาวะบางชนิด ใช้วิธีเจาะรูที่ท่อแล้วหว่านลงแปลงเลย ซึ่งวิธีนี้ไม่ค่อยนิยมใช้เพราะการฉีดพ่นไม่สามารถทำได้อย่างสม่ำเสมอ กรณีฉีดพ่นแบบอัดหรือใช้ปั๊มสูบล จะฉีดลงบนงานที่ลักษณะเป็นจานโค้ง (Parabolar) ก่อน แล้วปุ๋ยน้ำจะกระเด็นไปทางซ้าย ขวา และด้านหลัง ความกว้างของงานราว 6 – 8m ความสามารถในการทำงานของเครื่อง หากเป็นชนิดบรรจุ 1500 ลิตร ลากจูงโดยรถแทรกเตอร์ขนาด 30 PS จะมีความสามารถในการทำงานราว 0.4 – 0.5 ha/h

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 เครื่องฉีดปุ๋ยปัสสาวะสัตว์

เครื่องสำหรับฉีดปุ๋ยในดินมีอยู่ 2 ชนิดด้วยกันคือ Slurry Injector และ Anhydrous Ammonia Applicator ซึ่งทั้ง 2 ชนิด เป็นเครื่องฉีดลงดิน หลังจากที่ใช้ใบมีดตัดดินก่อน เครื่องดังรูปที่ 2.9 เป็นเครื่องฉีดปุ๋ยน้ำแอมโมเนีย โดยอัดปุ๋ยน้ำในถังแล้วส่งผ่านแมนิโฟลด์ (Manifold) หลังจากนั้นปุ๋ยจึงถูกฉีดลงดิน ส่วนเครื่องฉีดปุ๋ยแอมโมเนียชนิดผงลงดิน นิยมใช้กันมากในต่างประเทศ เนื่องจากเป็นวิธีที่ถูกต้องที่สุดในการเติมไนโตรเจนให้แก่ดิน



รูปที่ 3.9 เครื่องฉีดปุ๋ยน้ำแอมโมเนีย

รูปที่ 2.9 เครื่องฉีดปุ๋ยน้ำแอมโมเนีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ปุ๋ยเคมี

ปุ๋ยเคมี หมายถึง ปุ๋ยที่ได้มาจากสารประกอบอนินทรีย์ต่างๆ หรือเป็นสารที่สังเคราะห์ขึ้น จากกระบวนการเคมี ที่ให้ธาตุอาหารพืชในรูปที่พืชสามารถใช้ได้ทันที การจำแนกประเภทปุ๋ยเคมี สามารถจำแนกออกได้หลายประเภทในแต่ละหลักที่ใช้ในการพิจารณาคือการจำแนกปุ๋ยเคมีตาม ความต้องการของธาตุอาหารของพืชและตามคุณสมบัติแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทคือ

-ปุ๋ยอาหารหลัก (Primary-Element Fertilizer) ได้แก่ ปุ๋ยที่ให้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ซึ่งเป็นปุ๋ยที่มีธาตุทั้ง 3 ธาตุเป็นองค์ประกอบในรูปของปุ๋ยเดี่ยวที่มีธาตุเดียว หรือ ปุ๋ยเชิงประกอบที่มีปุ๋ยนี้ตั้งแต่ 2 ธาตุ หรือปุ๋ยผสมที่มีธาตุปุ๋ยครบ 3 ธาตุ ซึ่งปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารหลัก เหล่านี้จะเป็นแม่ปุ๋ยในการผลิตปุ๋ยผสม

-ปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารรอง (Secondary-Element Fertilizer) ได้แก่ ปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารรอง ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการใน ปริมาณน้อยกว่าธาตุอาหารหลัก เช่น ปุ๋ยที่ให้ธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน เป็นต้น

-ปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารเสริม (Minor-Element Fertilizer) ได้แก่ปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารเสริมแก่พืช ซึ่งตามปกติมีความต้องการเสริมในปริมาณที่น้อยมาก แต่ธาตุเหล่านี้มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตเช่นเดียวกับธาตุอื่นๆ การใช้ปุ๋ยผสมกับธาตุอาหารหลัก เป็นปุ๋ยทางดิน หรือปุ๋ยทางใบ ซึ่งเป็นปุ๋ย ที่สังเคราะห์ขึ้นในรูปของคีเลต (Chelate) ได้จากการนำธาตุอาหารพืชเหล่านี้มาทำปฏิกิริยารวมตัวกับ สารคีเลต (Chelate) ให้อยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที โดยพืชจะดูดไปใช้ทั้งโมเลกุลของ คีเลต (Chelate) ได้โดยไม่ต้องมีการแตกตัวของสารประกอบ แต่ควรจะใช้ในปริมาณน้อยมาก เพื่อ ไม่ให้เกิดการตกค้างรวมตัวเป็นธาตุอื่นๆ และเป็นพิษแก่พืช

2.2.1 คุณสมบัติของปุ๋ยเคมี

ปุ๋ยเคมีที่ใช้ในการเกษตรจะมีคุณค่าเหมาะสมหรือมีประสิทธิภาพต่อการผลิตของพืชมาก น้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับ คุณสมบัติของสารเฉพาะตัวของปุ๋ยแต่ละชนิด สำหรับปุ๋ยเคมีชนิดของแข็งที่ นิยมใช้กันโดยทั่วไปนั้นสมบัติของปุ๋ยเคมีจะเป็นเครื่องชี้บ่งถึงคุณภาพที่สำคัญได้แก่

-สมบัติทางกายภาพของตัวปุ๋ยที่เห็นได้จากภายนอกและโดยการสัมผัสหรือ โดยการ ทดสอบ โดยวิธีการต่างๆ

-สมบัติทางเคมีของปุ๋ยและผลกระทบหลังจากใส่ลงไปในดินต่อการเจริญเติบโตของพืชทั้ง ระยะสั้นและระยะยาว

-สมบัติในการปลดปล่อยธาตุอาหารในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปุ๋ยเคมีชนิดของแข็งที่ใช้ทางดิน โดยทั่วไปเป็นปุ๋ยเคมีที่มีธาตุอาหารทั้งหมด ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชทันที สมบัติของปุ๋ยเคมีเกี่ยวกับความเป็นประโยชน์ได้เร็วหรือช้าของธาตุอาหารพืชในปุ๋ยเคมีไม่ใช่ประเด็นสำคัญที่จะเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพที่ดีของปุ๋ยเคมี ทั้งนี้เพราะคุณภาพปุ๋ยที่ดีนั้นส่วนมากมักจะมีพิจารณาในทางด้านกายภาพอันดับแรก รองลงไปก็เป็นสมบัติทางเคมีบางประการ สาเหตุที่สมบัติทางกายภาพของปุ๋ยเคมีมีความสำคัญอย่างมากต่อการบ่งบอกถึงระดับคุณภาพของปุ๋ยเคมีก็เพราะว่า สมบัติดังกล่าวมีผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อประสิทธิภาพการผลิต การบรรจุ การเก็บรักษา และการขนส่งและการใช้ในไร่

2.2.1.1 ความหนาแน่นรวม(Bulk Density)

ความหนาแน่นรวมของปุ๋ยเคมีชนิดแข็ง หมายถึง น้ำหนักต่อหน่วยปริมาตรของปุ๋ยเคมีชนิดเทกอง (Bulk Fertilizer) หรือปุ๋ยเคมีที่ยังไม่มีกรบรรจุกระสอบแล้ว จะค่าความหนาแน่นรวมของปุ๋ยเม็ด (Granular Fertilizer) โดยทั่วไปมีค่าผันแปรอยู่ระหว่าง $720-1200 \text{ kg/m}^3$ ค่าความหนาแน่นรวมของปุ๋ยมีประโยชน์ต่อการพิจารณากำหนดขนาดของกระสอบที่ใช้บรรจุปุ๋ย การประเมินความจุของโรงเก็บปุ๋ยรวมทั้งชนิดและขนาดของยานพาหนะที่ใช้ในการขนปุ๋ยและการบรรจุปุ๋ยเคมีลงกระสอบเพื่อให้ได้ปุ๋ยเคมีในรูปปุ๋ยบรรจุกระสอบ (Bagged Fertilizer) ที่มีน้ำหนักเท่าๆกัน

2.2.1.2 มุมทรงตัวของกองปุ๋ย (Angle of Repose)

เมื่อมีการปล่อยปุ๋ยเคมีชนิดของแข็งจากถังปุ๋ยที่ติดตั้งถาวรเหนือกองลงตั้งกองบนพื้นราบ มุมกองปุ๋ยที่ได้จะมีลักษณะเป็นรูปกรวยปริมาตร ซึ่งรูปร่างของกองปุ๋ยจะมีลักษณะเป็นรูปกรวยแบบใด สูงต่ำกินเนื้อที่มากน้อยแค่ไหน ขึ้นอยู่กับลักษณะและขนาดของเม็ดปุ๋ยที่เทกองมุมเอียงสูงสุดของกองปุ๋ยที่เกิดจากการทำมุมระหว่างเส้นทางลาดกับเส้นแนวระนาบของกองปุ๋ยในสภาพที่เม็ดปุ๋ยไม่เกิดการเลื่อนไหลอีกเรียกว่า “มุมทรงตัวของกองปุ๋ย” หรือ “Angle of Repose” สมบัติของปุ๋ยในลักษณะนี้จะมีผลหรือประโยชน์เกี่ยวข้องกับการพิจารณาพื้นที่ของโรงเรือนที่ใช้เก็บปุ๋ย นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ต่อการออกแบบโรงเรือนเก็บปุ๋ยที่มีหลังคาลาดเอียง รวมทั้งออกแบบถังพักปุ๋ย(Hopper) ท่อปล่อยปุ๋ย(Chutes) และสายพานต่างๆ ตามปกติปุ๋ยเคมีชนิดเม็ดส่วนใหญ่จะมีค่ามุมทรงตัวของกองปุ๋ย ผันแปรระหว่าง 30-40 องศา

2.2.1.3 ความถ่วงจำเพาะ (Apparent Specific Gravity)

ความถ่วงจำเพาะของปุ๋ยเคมีชนิดเม็ดหมายถึง “อัตราส่วนของน้ำหนักเม็ดปุ๋ยต่อน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่าเม็ดปุ๋ยนั้นๆ ที่อุณหภูมิที่อุณหภูมิ 4°C” ปริมาตรของเม็ดปุ๋ยในที่นี้หมายถึง ปริมาตรของพื้นที่ผิวของเม็ดปุ๋ยที่รวมถึงปริมาตรช่องว่างทั้งหมดภายในเม็ดด้วย ซึ่งค่าความถ่วงจำเพาะของปุ๋ยเคมีมีประโยชน์ต่อการศึกษา และการพิจารณาลักษณะการแยกตัว (Segregation) ของเม็ดปุ๋ยในแต่ละชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งปุ๋ยผสมชนิดคลุกเคล้า (Bulk Blending Fertilizer) นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ต่อการพัฒนาขบวนการปั้นเม็ดปุ๋ยด้วย สำหรับปุ๋ยเคมีแต่ละชนิด ความแปรปรวนของค่าความถ่วงจำเพาะจะทำให้สมบัติของปุ๋ยเคมีบางอย่างเกิดความแปรปรวนไปด้วย ความถ่วงจำเพาะของปุ๋ยมีค่าระหว่าง 1.22-2.12 แต่ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 1.63-1.78

ตารางที่ 2.1 ค่าความหนาแน่นรวม(Bulk Density) มุมทรงตัวของกองปุ๋ย (Angle of Repose) ความถ่วงจำเพาะ (Apparent Specific Gravity) ของปุ๋ยเคมีที่สำคัญบางชนิด

| ชนิดของปุ๋ยเคมี | ความหนาแน่นรวม (กก/ลบ.ม) | มุมทรงตัวของ กองปุ๋ย (องศา) | ความถ่วงจำเพาะ ของเม็ดปุ๋ย |
|-----------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| ยูเรีย | 720-770 | 34-37 | 1.22 |
| ทริปรีสิซูเปอร์ฟอสเฟต | 1040-1200 | 30-35 | 2.12 |
| โมโนแอม โมเนียมฟอสเฟต | 960-1040 | 235 | 1.67-1.78 |
| ไดแอม โมเนียมฟอสเฟต | 960-1040 | 30-35 | 1.63 |
| โพแทสเซียมครอไรด์ | 1040 | 39 | 1.96 |
| โพแทสเซียมซัลเฟต | 1180 | 35 | 1.76 |
| ไนตริกฟอสเฟส | 1020 | 34 | 1.76 |

2.2.1.4 การเปียกชื้นของปุ๋ยเคมี

ปุ๋ยเคมีชนิดของแข็งแต่ละชนิดที่บรรจุลงจำหน่ายในท้องตลาดโดยทั่วไป เป็นปุ๋ยที่อยู่ในสภาพแห้ง มีความชื้นประมาณร้อยละ 1-3 ไม่มีการจับตัวเป็นก้อนแข็งขณะเก็บรักษาและนำไปใช้ประโยชน์ ปุ๋ยเคมีแต่ละชนิดต่างมีความสามารถในการดูดความชื้นในอากาศ เรียกว่าการเปียกชื้น กล่าวคือ ปุ๋ยเคมีเมื่อทิ้งไว้ในอากาศที่มีความชื้นสูง โดยไม่มีภาชนะปกปิดปุ๋ยจะสามารถดูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้นจากอากาศเข้ามาทำให้ปุ๋ยขึ้นขึ้น ปุ๋ยบางชนิดเปียกและกลายเป็นน้ำ ปุ๋ยเคมีแต่ละชนิดมีค่าความชื้นสัมพัทธ์วิกฤติเฉพาะ (Critical Relative Humidity) ซึ่งหมายความว่าปุ๋ยจะดูดความชื้นจากอากาศเข้ามาในถึงปุ๋ย เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศมีค่ามากกว่าความชื้นสัมพัทธ์วิกฤติ แต่ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าค่าดังกล่าว ปุ๋ยจะไม่ดูดความชื้นในบรรยากาศเข้ามา ดังนั้นปุ๋ยที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์วิกฤติต่ำ ปุ๋ยจะขึ้นง่ายมีผลทำให้เปียกและ และเมื่อปุ๋ยแข็งตัวจะจับกันเป็นก้อน

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าความชื้นตัวของปุ๋ยชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 30 °C

| ชนิดของปุ๋ย | ขีดจำกัดความชื้นในอากาศ |
|-------------------|-------------------------|
| แอมโมเนียมไนเตรต | 59.4 |
| แอมโมเนียมคลอไรด์ | 77.2 |
| แอมโมเนียมซัลเฟต | 79.2 |
| ยูเรีย | 72.5 |
| โพแทสเซียมคลอไรด์ | 84.0 |
| โพแทสเซียมซัลเฟต | 90.5 |
| ไนตริกฟอสเฟต | 96.3 |

2.2.1.5 ความเป็นกรดเป็นด่าง

ปุ๋ยเคมีแต่ละชนิดมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกัน เมื่อนำไปใส่ในดินจะเกิดการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยากับดิน หรือความเป็นกรดเป็นด่างเปลี่ยนไป ปุ๋ยเคมีที่มีผลตกค้างทำให้ดินเป็นกรดได้แก่ ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย ส่วนปุ๋ยที่ทำให้เป็นด่างได้แก่ ปุ๋ยที่มีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบหลัก หรือปุ๋ยที่มีการนำเอาวัสดุปูนมาผสมกับปุ๋ยด้วย ส่วนปุ๋ยที่ไม่มีการตกค้างเป็นกรดหรือเป็นด่างในดินได้แก่ ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต เป็นต้น

2.2.1.6 ดัชนีความเค็ม(Salt index)

ดัชนีความเค็มของปุ๋ยเคมี หมายถึง สมบัติเฉพาะตัวของปุ๋ยเคมีเมื่อใส่ลงไป ในดินแล้วทำให้สารละลายในดิน มีความเข้มข้นที่จะทำให้เกิด ความดันแบบออสโมซิส (Osmotic pressure) สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจะดึงดูความชื้นไปจากดินและพืช ซึ่งทำให้พืชเหี่ยวและแห้งได้ ตามปกติในการประเมินหรือวัดค่าดัชนีความเค็มของปุ๋ยนั้น จะเปรียบเทียบกับเกลือ โซเดียมไนเตรท (NaNO_3) โดยกำหนดให้เกลือ โซเดียมไนเตรทที่มีน้ำหนักเท่ากับปุ๋ยเคมี มีความเค็มเท่ากับ 100 จากตารางเป็นปุ๋ยที่มีความเค็มสูงไม่ควรใส่ในปริมาณที่มากเกินไป หรือใส่ขณะดินแห้งหรือมีความชื้นต่ำ เพราะจะทำให้พืชขาดน้ำมากขึ้น

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าดัชนีความเค็มของปุ๋ยชนิดต่างๆ

| ชื่อปุ๋ย | ดัชนีความเค็ม |
|-----------------------|---------------|
| โซเดียมไนเตรท | 100 |
| แอมโมเนียมไนเตรท | 105 |
| แอมโมเนียมซัลเฟต | 69 |
| โพแทสเซียมไนเตรท | 74 |
| ยูเรีย | 75 |
| โมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต | 30 |
| ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต | 34 |
| ซูเปอร์ฟอสเฟต | 8 |
| ทริปรีสิซูเปอร์ฟอสเฟต | 10 |
| โพแทสเซียมคลอไรด์ | 114 |
| โพแทสเซียมซัลเฟต | 46 |

2.2.1.7 ขนาดของเม็ดปุ๋ย (Particle Size)

ปุ๋ยเคมีที่ดี โดยเฉพาะปุ๋ยเม็ด (Granular) ควรมีขนาดไม่เล็กไม่ใหญ่เกินไป สะดวกในการใช้ การเก็บรักษา และมีคุณค่าสามารถปล่อยธาตุอาหาร ที่เป็นประโยชน์ออกมาได้สูง สำหรับค่ากำหนดมาตรฐานของขนาดเม็ดปุ๋ย นั้น โดยทั่วไปหมายถึง “ค่าต่ำที่สุดเป็นร้อยละโดยนําน้ำหนักปุ๋ยเคมีมีเม็ดค้ำงอยู่ในตะแกรงที่มีรูตะแกรงต่างกัน 2 ขนาด” สำหรับขนาดเม็ดปุ๋ยที่ปะปนกันในเนื้อปุ๋ยมีขนาดเท่าใดและมีสัดส่วนต่างกันเพียงใด ก็อาจทราบได้โดยการวิเคราะห์ขนาดและการกระจายของเม็ดปุ๋ยโดยใช้ตะแกรงมาตรฐาน (Screen Analysis) สมบัติการกระจายตัวของเม็ดปุ๋ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดต่างๆ รายละเอียดในตารางที่ 2.4 ซึ่งรายละเอียดผลการวิเคราะห์ขนาดและการกระจายสะสมที่แสดงในตารางจะเห็นได้ว่าปุ๋ยที่นิยมใช้กันส่วนใหญ่ คือ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 มีขนาดระหว่าง 8 ถึง 16 เมช (2.38-1.19 มิลลิเมตร)

ตารางที่ 2.4 ขนาดของเม็ดปุ๋ยและการกระจายตัวของเม็ดปุ๋ยที่สำคัญบางชนิด

| ชนิดปุ๋ย | สูตรปุ๋ย | ขนาดเม็ดปุ๋ยในตะแกรงมาตรฐาน (ปริมาณบนตะแกรงแต่ละขนาดเป็นร้อยละ) | | | | |
|--------------------------|----------|--|----|----|----|-----|
| | | 6 | 8 | 12 | 16 | 20 |
| | | ยูเรีย | | | | |
| ชนิดพริลล์ | 46-0-0 | < 1 | 4 | 48 | 92 | 100 |
| ชนิดเม็ด | 46-0-0 | 0 | 30 | 85 | 98 | 100 |
| แอมโมเนียมไนเตรด(พริลล์) | 34-0-0 | 0 | 10 | 74 | 97 | 100 |
| ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต | 18-46-0 | < 1 | 36 | 86 | 99 | 100 |
| ทริปรีลล์ซูเปอร์ฟอสเฟต | 0-46-0 | 1 | 20 | 81 | 97 | 100 |
| โพแทสเซียมคลอไรด์(หยาบ) | 0-0-60 | 0 | 6 | 31 | 73 | 94 |

2.2.2 ชนิดของปุ๋ยเอมีตามความต้องการธาตุอาหารของพืช

ความต้องการธาตุอาหารของพืชจะต้องการธาตุอาหารหลัก 3 ธาตุดังต่อไปนี้

2.2.2.1 ปุ๋ยไนโตรเจน

ปุ๋ยไนโตรเจนที่สามารถใช้กับหญ้าได้ดี ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต(21%N) ปุ๋ยยูเรีย(46%N) และ ปุ๋ยแอมโมเนียมคลอไรด์(25%N) ซึ่งในบรรดาปุ๋ยไนโตรเจนทั้ง 3 ชนิดนี้ปุ๋ยยูเรียนิยมใช้มากที่สุดในปัจจุบัน รูปของปุ๋ยไนโตรเจนควรอยู่ในรูป แอมโมเนียม-ไนโตรเจน ($\text{NH}_4\text{-N}$) และอมีด-ไนโตรเจน ($\text{NH}_2\text{-N}$) ในขณะที่เดียวกันถ้าจะใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในรูป ไนเตรท-ไนโตรเจน ($\text{NO}_3\text{-N}$) เป็นองค์ประกอบ อยู่ด้วยก็ควรจะมีให้น้อยที่สุดเท่าที่จะน้อยได้ สาเหตุที่ต้องมีการพิจารณารูปของไนโตรเจนเป็นพิเศษเพราะว่าในเชิงวิชาการจากผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็นที่ทราบแน่ชัดว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปไนเตรท-ไนโตรเจนจะเกิดการสูญเสียในรูปของก๊าซโดยขบวนการลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกซิเจน ได้ง่ายและในปริมาณมากทำให้พืชดูดใช้ปุ๋ยใน โตรเจน ได้น้อยลง และทำให้ผลผลิตต่ำกว่าในรูปแอมโมเนียมในโตรเจน

2.2.2.2 ปุ๋ยฟอสฟอรัส

ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่นิยมทั้งอดีตและปัจจุบัน ได้แก่ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตธรรมดา ($20\%P_2O_5$) และชนิดเข้มข้น ($40-46 / P_2O_5$) นอกจากนั้นปุ๋ยเดี่ยวฟอสฟอรัสที่ผลิตออกมาใช้กันมี ได้แก่ ปุ๋ยหินฟอสเฟต ซึ่งอยู่ในรูปแร่ถือได้ว่าเป็นปุ๋ยเคมีธรรมชาติชนิดหนึ่ง ปุ๋ยเบสิกสแลค และปุ๋ยฟอสเฟตที่ได้จากการหินฟอสเฟต สำหรับการใช้กับพืชเหล่านั้น ปัจจุบันไม่นิยมใช้ปุ๋ยเดี่ยวฟอสฟอรัสโดยตรงมากนัก ส่วนใหญ่เกษตรกรนิยมใช้ในรูปปุ๋ยผสมที่มีฟอสฟอรัสมากกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรูปปุ๋ยผสมชนิดเม็ด

2.2.2.3 ปุ๋ยโพแทสเซียม

ปุ๋ยเคมีที่มีโพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารหลักเพียงธาตุเดียวมีหลายชนิดแต่ที่สำคัญๆ ที่นิยมผลิตออกมาใช้กันทั่วไปได้แก่ ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ($60\%K_2O$) และปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต ($50\%K_2O$) ปุ๋ยโพแทสเซียมที่นิยมใช้กันมากที่สุดไม่ว่าจะเป็นใช้โดยตรงกับพืช หรือเป็นแม่ปุ๋ยสำหรับผลิต ปุ๋ยผสมนั้น ก็คือ โพแทสเซียมคลอไรด์ สำหรับปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟตนั้น โดยทั่วไปนิยมใช้กับพืชบางชนิดที่มีรากการผลิดที่ค่อนข้างสูงหรือไม่ก็ใช้กับพืชที่ไม่ควรได้รับธาตุคอร์อิน เพราะอาจจะทำให้เกิด ผลเสียต่อคุณภาพการผลิต นอกเหนือจากปุ๋ยที่กล่าวมาแล้ว ปุ๋ยที่ผลิตออกมาใช้กันไม่มากนักได้แก่ ปุ๋ยโพแทสเซียมแมกนีเซียมซัลเฟต ($22\%K_2O$)

2.2.2.4 ปุ๋ยผสม (Mixed Fertilizer)

ปุ๋ยผสม (Mixed Fertilizer) ได้แก่ ปุ๋ยเคมีที่นำเอาปุ๋ยหลายชนิดมาผสมรวมกันเข้าเพื่อให้ได้ปริมาณ และสัดส่วนของธาตุอาหารที่ต้องการ ปกติแม่ปุ๋ยแต่ละชนิดปริมาณและชนิดของธาตุอาหารหลักที่คงที่ไม่ครบทุกธาตุ และที่สำคัญคือ สัดส่วนของธาตุอาหารหลักจะคงที่เปลี่ยนแปลงไม่ได้ ทำให้การนำเอาแม่ปุ๋ยไปใช้โดยตรงกระทำไม่ได้กว้างขวาง ทั้งนี้เนื่องจากดินแต่ละแห่งย่อมมีระดับการขาดแคลนธาตุอาหารหลักของพืชต่างชนิดกันจะมีสัดส่วนที่แตกต่างกันเป็นอย่างมาก ด้วย การผลิตปุ๋ยผสมให้มีปริมาณและสัดส่วนของธาตุอาหารหลัก สามารถกระทำให้มีสูตรเกรดแตกต่างกันไปตามความต้องการของผู้ใช้ สภาพของดินและชนิดได้อย่างกว้างขวาง ดังนั้นในปัจจุบันจึงนิยมใช้ปุ๋ยผสมกันอย่างมากมายและปุ๋ยเคมีที่จำหน่ายทั่วไปในประเทศไทย จะเป็นปุ๋ย

ผสมประมาณ 90% ปุ๋ยผสมที่ผลิตขึ้นมาขายจะในรูปของแข็ง ของเหลว หรืออาจอยู่ในรูปของปุ๋ย
ป้อนเม็ดหรือไม่ป้อนเม็ดก็ได้เช่นกัน แบ่งออกเป็น

ตารางที่ 2.5 แสดงค่า pH และปริมาณธาตุอาหารรับรองที่มีในปุ๋ยสูตรต่างๆรวม 18 ชนิด

| สูตรและปริมาณ ธาตุอาหารที่รับรอง | pH | N | | | P ₂ O ₅ (Soluble in) | | K ₂ O (Water Soluble) | อื่นๆ |
|-------------------------------------|------|--------------------|--------------------|-------|--|---------|-------------------------------------|--------------|
| | | NH ₄ -N | NO ₃ -N | Total | Water | Citrate | | |
| 12-10-8 | 5.10 | 7.10 | 4.40 | 11.50 | 9.68 | 1.55 | 7.77 | Mgo 2.42% |
| 12-12-17 | 5.20 | 6.50 | 5.00 | 11.50 | 4.93 | 5.92 | 16.83 | |
| 13-13-21 | 4.30 | 6.93 | 5.60 | 12.58 | 5.80 | 7.80 | 21.86 | |
| 12-24-12 | 4.00 | 11.53 | 0.13 | 12.66 | 21.97 | 1.84 | 13.67 | |
| 15-15-15 | 6.40 | 14.18 | 0.46 | 14.64 | 14.04 | 2.22 | 14.65 | |
| 12-8-18 | 5.20 | 12.82 | - | 12.82 | 8.09 | 0.40 | 18.64 | |
| 12-10-8 | 4.90 | 12.13 | - | 12.13 | 9.78 | 1.54 | 18.76 | |
| 14-14-14 | 5.40 | 14.14 | - | 14.14 | 13.59 | 1.48 | 15.71 | |
| 12-12-17 +MgO | 4.90 | 6.60 | 5.93 | 12.53 | 4.95 | 7.04 | 16.95 | |
| 11-22-26 | 5.40 | - | - | 10.68 | 20.86 | 1.56 | 17.65 | |
| 8-24-24 | 5.80 | - | - | 7.93 | 24.36 | 3.39 | 24.80 | |
| 8-12-4 | 7.40 | - | - | 9.20 | 14.26 | - | 4.46 | |
| 15-8-7 | 8.80 | - | - | 15.80 | 7.94 | 0.17 | 7.06 | |
| 3-10-3 | 3.00 | - | - | 3.32 | 12.19 | 0.08 | 3.46 | |
| 18-8-3 | 3.60 | - | - | 18.96 | 7.75 | 2.96 | 3.07 | |
| 28-8-4 | 6.20 | - | - | 28.06 | 7.46 | 1.56 | 3.84 | |
| 20-10-5 | 3.50 | - | - | 20.95 | 7.76 | 1.99 | 5.99 | |
| 20-11-11 | 4.00 | - | - | 19.76 | 4.13 | 7.42 | 11.58 | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ปุ๋ยผสมธาตุอาหารครบ (Complete Fertilizer) ได้แก่ ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารปุ๋ย(N,P,K) ครบทั้ง 3 ธาตุ เช่น ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และ 12-24-12 เป็นต้น

-ปุ๋ยผสมธาตุอาหารไม่ครบ (Incomplete Fertilizer) ได้แก่ ปุ๋ยที่ธาตุอาหารปุ๋ยไม่ครบทั้ง 3 ธาตุ เช่น ปุ๋ยสูตร 16-20-0

-ปุ๋ยผสมหลายธาตุอาหาร (Multinutrient Fertilizer) ได้แก่ปุ๋ยผสมที่มีธาตุอาหารพืชโดยเฉพาะนอกจากธาตุหลักแล้วยังมีธาตุอื่นๆอีก เช่น แมกนีเซียม หรือ กำมะถัน เป็นองค์ประกอบด้วย

-ปุ๋ยผสมเชิงซ้อน (Complex Fertilizer) ได้แก่ปุ๋ยที่ผลิตจากกระบวนการเคมี เพื่อให้มีธาตุอาหารตั้งแต่ 2 ธาตุขึ้นไปรวมเป็นธาตุเดียว เช่น สารประกอบหรือแม่ปุ๋ยประเภทโพแทสเซียมไนเตรด (KNO_3), ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต($(NH_4)HPO_4$) และโพแทสเซียมเมตาฟอสเฟต (KPO_3) เป็นต้น

-ปุ๋ยผสมเชิงประกอบ (Compound Fertilizer) ได้แก่ปุ๋ยที่เกิดจากการนำเอาแม่ปุ๋ยต่าง ๆ มาคลุกเคล้าให้เข้ากันอย่างง่ายหรืออาจนำมาผสมหรือบดจนละเอียดให้เข้ากันจนดูเป็นเนื้อเดียวแล้วปั้นให้เป็นเม็ดกลมๆ โดยกรรมวิธีดังนี้จะทำให้ปุ๋ยแต่ละเม็ดนั้นมีโอกาสจะมีส่วนประกอบของธาตุอาหารมากที่สุด

2.3 หญ้าเขตร้อน (Warm Season Turfgrasses)

หญ้าเขตร้อน ได้แก่หญ้าที่ชอบอุณหภูมิระหว่าง $25-35^{\circ}C$ มีถิ่นอยู่ในประเทศแถบที่มีอากาศร้อน และขึ้นทั่วโลก และไม่เจริญเติบโตในเขตที่มีอากาศหนาว หญ้าพวกนี้มีประมาณ 14 ชนิดเท่านั้น มีความทนทานต่อการเหยียบย่ำและการตัดชิดดินดีกว่าหญ้าเขตกึ่งหนาวเพราะรากลึกกว่าแต่นิยมขยายพันธุ์โดยใช้ส่วนของลำต้น ในขณะที่หญ้าเขตกึ่งหนาวนิยมใช้เมล็ด หญ้าเขตร้อนที่นิยมปลูกมีอยู่ 7 ชนิดคือ

2.3.1 หญ้าแพรก (*Cynodonsp.L.C. Rich*)

หญ้าแพรก เป็นหญ้ากลุ่มใหญ่สกุลหนึ่งในตระกูลย่อย Festucoideae ถือว่าเป็นตระกูลที่สำคัญที่สุดสำหรับหญ้าเขตร้อน มีทั้งพันธุ์ดั้งเดิม และพันธุ์ลูกผสมใหม่ๆ มีคุณสมบัติดีมีการเจริญเติบโตเหมาะสมกับดินฟ้าอากาศของประเทศไทยเรามาก ปลูกแล้วงอกงามแผ่ขยายตัวอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้หญ้าแพรกรยังมีคุณสมบัติหลายประการ กล่าวคือมีใบสีเขียวตลอดทั้งปี เจริญเติบโตปกคลุมพื้นหญ้าสนามได้เร็ว มีความหนาแน่น ทนต่ออากาศร้อนและแห้งแล้ง การเหยียบย่ำและทนต่อการทำลายของโรคแมลงได้ดี สามารถปลูกได้ทั้งดินเค็มและดินแน่นและตัดได้ต่ำกว่าถึง 1 นิ้ว แต่มี

ข้อเสียอยู่บางประการเช่น เจริญงอกงามในที่ร่ม ต้องการปุ๋ยไนโตรเจนมากกว่าหญ้าขนาดเล็กและหญ้าญี่ปุ่น นอกจากนี้ยังไม่ชอบดินที่เป็นกรดและดินที่มีการระบายน้ำไม่ดี

2.3.2 หญ้าญี่ปุ่น (*Zoysia japonica* Steud)

กลุ่มหญ้าญี่ปุ่นมีถิ่นกำเนิดในประเทศจีน ญี่ปุ่น ไต้หวันและฟิลิปปินส์ มีหลายชนิด มีขนาดของลำต้นความละเอียดของใบ และความเจริญเติบโตแข็งแรงต่างกัน หญ้ากลุ่มนี้อยู่ในตระกูลย่อย Festucoideae เช่นเดียวกับหญ้า *Festuca* และ *Reynoldsia* ที่นิยมปลูกแบ่งออกเป็นหลายประเภทดังนี้ หญ้าญี่ปุ่น หญ้าชนิดนี้มีชื่อสามัญว่า Japanese lawn หรือ Korean lawn เพราะได้เมล็ดจากเมือง Kokai ประเทศเกาหลีเหนือ นำมาปลูกในสวนญี่ปุ่น เลยมีอิทธิพลเรียกต่อมาว่า Japanese lawn ,หญ้ากำมะหยี่,หญ้านวลน้อย

2.3.3 หญ้าเซนตอกัสติน (*Stenotaphrum secundatum* (Walt) Kuntze)

เป็นพวก Paniceae Tribe มีถิ่นกำเนิดในหมู่เกาะอินดีสตะวันตก เม็กซิโก แอฟริกา ออสเตรเลีย เป็นหญ้าประเภทยืนต้นมีใบใหญ่ กว้างประมาณ 4-10 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 8-15 เซนติเมตร ผิวสัมผัสหยาบ ที่ใบมีขนยาว 0.3 มิลลิเมตร เจริญเติบโตได้ในดินที่มีความชื้นสูง มีธาตุอาหารที่อุดมสมบูรณ์ มีค่า pH ประมาณ 6.5 แต่สามารถขึ้นได้ในดินที่เป็นกรดและดินด่างด้วย แต่ทนต่อการเหยียบย่ำได้น้อยกว่าหญ้าแพรกและหญ้าญี่ปุ่นปลูกด้วยลำต้น หน่อหรือไหลเท่านั้น เพราะยังไม่มีเมล็ดจำหน่าย ลำต้นสูงมีเฉพาะไหลและไม่มีลำต้นใต้ดิน เจริญเติบโตเร็ว คลุมดินแน่นแต่ต้องการน้ำมาก สามารถปลูกในที่ร่มได้ดีและทนต่อสภาพพรมเงาร้อยละ 70 การตัดหญ้าไม่ควรตัดต่ำกว่า หนึ่ง ควรให้ความสูงระหว่าง 1.5-3 นิ้วจะดีมาก

2.3.4 หญ้าเซนติปีด (*Eremochloa opHiurses* (Muro) Hack)

มีถิ่นกำเนิดในประเทศจีนมีการเจริญเติบโตช้า ใบปานกลาง กว้างประมาณ 3-5 มิลลิเมตร อยู่ระหว่างหญ้าแพรกกับหญ้าเซนตอกัสติน ลำต้นสูง 3-4 นิ้ว มีความหนาแน่น ทนต่อร่มเงาดีกว่าหญ้าแพรกหญ้าเซนติปีด เจริญได้ในดินไม่ค่อยอุดมสมบูรณ์และมี pH 4.3-5.8 แต่ทนต่อการเหยียบย่ำได้ดีเหมือนกับหญ้าแพรกและหญ้าเซนตอกัสตินหรือหญ้าญี่ปุ่น ต้องการปุ๋ยน้อย ตั้งตัวช้ากว่าหญ้าเขตร้อนอื่นๆถ้าหากปลูกทำสนามหญ้าควรตัดให้สูงตั้งแต่ 1-2 นิ้ว ไม่ต้องดูแลรักษามากนัก จึงเหมาะสมสำหรับคนที่อาศัยในเมืองใหญ่ๆ ที่ไม่ค่อยมีเวลาให้ ปรกติขยายพันธุ์ทั้งเมล็ดและ

ลำต้น แต่ในเมืองไทยยังไม่มีเมล็ดจำหน่าย สำหรับพันธุ์ที่ได้พัฒนาขึ้นมาปลูกในสนามหญ้าคือ Oaklawn ทนทานต่อการเหยียบฉาดได้ดี ปลูกได้ในที่ร่ม และยังทนต่อโรคและแมลง

2.3.5 หญ้ามาเลเซีย (*Axonopus compressus* (Swartz) Beauv)

หญ้ามาเลเซีย (Tropical Carpet) หรือเรียกว่าหญ้าพรหม หญ้าชนิดนี้ไม่ทนทานต่อความหนาวเย็น เพราะเกิดในเขตร้อน พบมากทางประเทศไทยตอนใต้และภาคตะวันออกเฉียงเหนืออยู่ในตระกูล Fertucoideae เช่นเดียวกับหญ้าญี่ปุ่น หญ้ามาเลเซียที่ปลูกในไทยมีใบใหญ่เขียวเข้ม ผิวหยาบ ขอบขื่นมากที่มีอินทรีย์วัตถุและความชื้นสูง ใต้น้ำไม่ใหญ่ หากปลูกกลางแจ้งต้องให้น้ำเพียงพอ มิเช่นนั้นแล้วใบจะแดง หญ้ามาเลเซียสามารถเจริญเติบโตได้ในดินทรายที่มีน้ำขังชั่วคราว ลำต้นใหญ่ ขยายตัวแผ่ปกคลุมดินดี แพร่กระจายเร็วและหนาแน่น หญ้ามาเลเซียยังมีชื่อเรียกอีกว่าหญ้าไผ่และหญ้าเห็บ มีข้อดีหลายอย่าง เช่น ขึ้นได้ในที่ร่มรำไร เจริญเติบโตเร็ว ปกคลุมง่าย แน่น ลักษณะใบอ่อนนุ่ม เรียบสวยงาม ดูแลรักษาง่าย มีความต้านทานโรคและแมลงดี

2.3.6 หญ้าปาเลเชีย (*Paspalum notatum* Flugge).

ปาเลเชียเป็นหญ้าใน Panicace Tribe เกิดในหมู่เกาะอินดีส์ตะวันตก และประเทศตะวันตก ลักษณะเดิมเป็นพืชอาหารสัตว์แต่ได้รับการพัฒนาเป็นหญ้าสนามเพราะมีความทนทาน ต่อความแห้งแล้ง เจริญเติบโตได้ในสภาพดินหลายชนิด ค่า pH 6.5-7.5 หญ้าปาเลเชียมีลำต้นสูง แข็งแรง ใบหยาบ สีเขียวปานกลางใบกว้าง 4-8 มิลลิเมตร ข้อคอกยาว 1-2 ฟุต มีความทนทานต่อการเหยียบย่ำและร่มได้ดี ต้องการปุ๋ยน้อย สามารถตัดได้ตั้งแต่ 1.5-3.0 นิ้ว ดูแลรักษาง่าย และมีความต้านทานโรคและแมลงขยายพันธุ์ได้ทั้งลำต้นและเมล็ด

2.3.7 หญ้านวลจันทร์ (*Polytrias amoura*)

หญ้านวลจันทร์ (Polytrias) มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย ลักษณะลำต้นแบบเลื้อย ถ้าปลูกกลางแจ้งจะเตี้ยและราบชิดดิน ใบเขียวอ่อน หยาบปานกลาง ใบบางเรียบอ่อนนุ่มน่านั่ง สามารถตัดได้ 0.5-1 นิ้ว โตช้าลำต้นไม่ตั้งสูง ควรตัดด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบ Reel Mower ดูแลรักษาง่าย ต้องการปุ๋ยน้อย แต่ต้องให้น้ำให้เพียงพอ ไม่ค่อยทนต่อการเหยียบย่ำ การขยายพันธุ์โดยใช้ลำต้นเพียงอย่างเดียว

ตารางที่ 2.6 ลักษณะของหญ้าสนามเขตร้อน

| ชนิดหญ้า | ลักษณะลำต้น | ผิวสัมผัสของใบ | การขยายพันธุ์ | อัตราการเจริญเติบโต | ความต้องการปุ๋ย | ความต้องการน้ำ | ความสูงของตัด |
|-----------------|--------------|-----------------|---------------|---------------------|-----------------|----------------|---------------|
| หญ้าแพรก | ไหล,rhizome | ละเอียด | ลำต้น | เร็วมาก | สูง | น้อย | นิ้ว |
| หญ้าบาเฮีย | สั้น,rhizome | หยาบ | เมล็ด ลำต้น | ช้า-ปานกลาง | ต่ำ | น้อย | 1.5-3นิ้ว |
| หญ้าเซนติปิด | ไหล | ปานกลาง-หยาบ | เมล็ด ลำต้น | ช้า-ปานกลาง | ต่ำ | มาก | 2นิ้ว |
| หญ้ามาเลเซีย | ไหล | หยาบมาก | เมล็ด ลำต้น | ปานกลาง | ต่ำ | มาก | นิ้ว |
| หญ้าเซนตอกัสติน | ไหล | หยาบมาก | ลำต้น | เร็ว | สูง | สูงปานกลาง | 1.5-2.5นิ้ว |
| หญ้าญี่ปุ่น | ไหล,rhizome | ละเอียด-ปานกลาง | เมล็ด ลำต้น | ช้า | ปานกลาง | ปานกลาง | 0.5-1นิ้ว |
| หญ้านวลจันทร์ | ไหล | ปานกลาง | ลำต้น | เร็ว | ต่ำ | ปานกลาง | นิ้ว |

ตารางที่ 2.7 ความสามารถทนทานต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ของหญ้าสนามเขตร้อน

| ระดับการทนต่อสภาพแวดล้อม | ร่มเงา | การเหยี่ยวตา | ดินเค็ม | การเหยี่ยวจุก | อากาศหนาว | อากาศร้อน |
|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| สูง | หญ้าเซนตอกัสติน | หญ้าแพรก | หญ้าแพรก | หญ้าญี่ปุ่น | หญ้าญี่ปุ่น | หญ้าญี่ปุ่น |
| ↑ | หญ้ามาเลเซีย | หญ้าญี่ปุ่น | หญ้าญี่ปุ่น | หญ้าแพรก | หญ้าแพรก | หญ้าแพรก |
| | หญ้าญี่ปุ่น | หญ้าบาเฮีย | หญ้าเซนตอกัสติน | หญ้าบาเฮีย | หญ้ามาเลเซีย | หญ้ามาเลเซีย |
| | หญ้าเซนติปิด | หญ้าเซนตอกัสติน | หญ้าบาเฮีย | หญ้าเซนตอกัสติน | หญ้าเซนติปิด | หญ้าเซนติปิด |
| ↓ | หญ้าบาเฮีย | หญ้าเซนติปิด | หญ้ามาเลเซีย | หญ้ามาเลเซีย | หญ้ามาเลเซีย | หญ้าเซนตอกัสติน |
| ต่ำ | หญ้าแพรก | หญ้ามาเลเซีย | หญ้าเซนติปิด | หญ้าเซนติปิด | หญ้าเซนตอกัสติน | หญ้าบาเฮีย |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ปฏิทินการปฏิบัติบำรุงรักษาสนามหญ้าในแต่ละเดือน

การที่เราจะบำรุงรักษาสนามหญ้าให้สมบูรณ์ดูเขียวชะอุ่มสวยงาม และคงคุณภาพสนามหญ้าที่ได้อยู่ได้ทนนานตลอดปีและตลอดไปนั้น ผู้ดูแลรักษาสนามหญ้าจะต้องกำหนดกิจกรรมหรือตารางการปฏิบัติงานไว้อย่างแน่นอน และปฏิบัติตามอย่างจริงจังจึงจะบังเกิดผล เพื่อจะให้ผู้อ่านมองเห็นภาพรวมของการบำรุงรักษาสนามหญ้าได้เด่นชัดไม่สับสนและสะดวกต่อการปฏิบัติ จึงได้กำหนดกิจกรรมการดูแลรักษาสนามหญ้าแต่ละเดือนในรอบปีไว้อย่างย่อๆว่าเดือนไหนควรทำอะไรบ้าง จึงจะเหมาะสมกับสภาพดินฟ้าอากาศของบ้านเรามาเป็นแนวทาง กิจกรรมบางอย่างที่เป็นงานประจำอันจะต้องทำ อาทิ การรดน้ำ ใส่ปุ๋ย การตัดหญ้าและการป้องกันกำจัดศัตรูและโรคหญ้านั้น เป็นสิ่งที่จะต้องปฏิบัติให้ถูกต้องในแต่ละเดือน อาจจะมีการยืดหยุ่นบ้างตามสภาพแวดล้อมที่อำนวยและส่งเสริมการเจริญเติบโตของหญ้า แต่ไม่ควรทิ้งช่วงนานจนจะทำให้เกิดความเสียหาย

สำหรับกิจกรรมการบดสนาม การกำจัดวัชพืชของสนามหญ้า การเขตรกรรมภายในสนามหญ้า การบูรณะสนามหญ้าบางลักษณะแบบนั้น ถ้ามีปีใดหรือช่วงใดสนามหญ้ายังไม่เสื่อมโทรมมากเกินไป กล่าวคือชั้นของเศษหญ้ายังไม่หนามาก สนามยังคงเรียบดีไม่มีขุยดินเป็นกองๆดินไม่มีการยุบตัว ไม่มีรูร่องจนสนามหญ้าเสียรูปไปไม่ต้องทำก็ได้ แต่ถ้าถึงคราวจำเป็นต้องปฏิบัติแล้ว ก็จะต้องทำในเวลาที่กำหนดไว้จึงจะไม่ทำให้สนามหญ้าเสียหายมากขึ้น

โดยปรกติการปฏิบัติบำรุงสนามหญ้านั้น เราจะพิจารณาตามความเหมาะสมของแต่ละฤดูกาล ประเทศไทยเราก็จะมีทั้งฤดูฝน ฤดูหนาวและฤดูร้อน นอกจากภาคใต้เท่านั้นที่ไม่มีฤดูหนาว บางท่านอาจจะให้ทัศนะว่าฤดูหนาวกับฤดูร้อน น่าจะเป็นฤดูที่มีสภาพดินฟ้าอากาศเหมือนกัน เพราะว่าทั้งสองฤดูนี้มีสภาพที่แห้งแล้งไม่มีฝนตก หญ้าก็จะชะงักการเจริญเติบโตลงไป ผู้ดูแลรักษาสนามหญ้าก็จำเป็นต้องเอาใจใส่เรื่องการให้น้ำอย่างพอเพียงเป็นพิเศษมากกว่าฤดูฝน ก็เป็นความคิดที่ถูกต้องอย่างที่กล่าว เมื่อช่วงเข้าฤดูหนาวสนามหญ้าทั่วไปจะเปลี่ยนจากสีเขียวสดในฤดูฝน มาเป็นสีน้ำตาลหรือสีเหลืองบ้างก็มี ฉะนั้นเราจึงเห็นว่าในแง่ของการบำรุงรักษาสนามหญ้าแล้ว เราจะต้องเอาใจใส่น้ำตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนจนถึงเดือนพฤษภาคม เป็นเวลายาวนานถึง 7 เดือน ส่วนที่เหลืออีก 5 เดือน ก็ในช่วงฤดูฝน ก็ชุ่มแฉะและเสียค่าใช้จ่ายน้อยหน่อย นอกจากเดือนกรกฎาคมซึ่งมักจะเป็นระยะฝนทิ้งช่วงบางแห่งก็เป็นภาระการให้น้ำอีก ในทำนองเดียวกันถ้าเห็นว่าเดือนไหนฝนแล้งก็ต้องให้น้ำสนามหญ้าบ้างเป็นธรรมดาการกำหนดการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละเดือนของรอบปีนั้น ได้กำหนดถือตามปีปฏิทินคือ เริ่มตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงเดือนธันวาคม ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|------------------|--|
| เดือนมกราคม | |
| การให้น้ำ | ให้น้ำอย่างเสมอและพอเพียง |
| การระบายน้ำ | ตรวจสอบระบบการระบายน้ำของสนามหญ้า และปรับปรุงให้อยู่ในสภาพดีสามารถใช้งานได้ตลอดปี |
| การตัดหญ้า | ควรจะตัดหญ้าให้สูงไว้(2นิ้ว)เพราะเป็นฤดูหนาวบางแห่งลมพัดจัด การระเหยน้ำมากและดินขาดความชื้นมากถ้าหากตัดหญ้าสั้นเหมือนฤดูฝน |
| การบูรณะสนาม | ควรจะทำเฉพาะการปลูกซ่อมเฉพาะบริเวณบริเวณที่ตายเป็นหย่อมเล็กๆ ไม่ควรทำการบูรณะสนามโดยวิธีอื่นซึ่งทำให้สนามอยู่ในสภาพที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้เต็มที่ เพราะเดือนมกราคมมักจะเป็นช่วงเวลาที่เป็นเจ้าของบ้านหรือเจ้าของสถานที่ที่มีการจัดงานรื่นเริงในลักษณะต่างๆ มาก จึงควรมีสวนหญ้าที่สมบูรณ์สวยงามพร้อมที่จะอำนวยความสะดวกได้ |
| เดือนกุมภาพันธ์ | |
| การให้น้ำ | ให้น้ำอย่างพอเพียงและสม่ำเสมอ ไม่เช่นนั้นสนามหญ้าจะมีสีน้ำตาลหรือเหลืองไม่เขียวสด |
| การให้ปุ๋ย | ควรเป็นปุ๋ยที่ฟอสฟอรัสสูง โดยใช้สูตร 7-15-7 |
| การตัดหญ้า | ควรตัดหญ้าให้สูง 2 นิ้ว และมีความถี่ 2 สัปดาห์ต่อครั้ง |
| การกำจัดวัชพืช | เมื่อเริ่มเข้าฤดูร้อนก็ลงมือกำจัดวัชพืชทั้งใบแคบหรือหญ้าต่างๆ และวัชพืชพวกใบกว้างจากสนามหญ้า |
| การกำจัดศัตรูพืช | ศัตรูสนามหญ้าที่เป็นพวกสัตว์เล็ก หนอน และแมลงอื่นๆ |
| เดือนมีนาคม | |
| การให้น้ำ | ให้น้ำอย่างพอเพียงและสม่ำเสมอ |
| การให้ปุ๋ย | ให้ทั้งปุ๋ยคอกแต่ระวังเมล็ดวัชพืชและปุ๋ยเคมีผสมที่สมบูรณ์ สูตร 15-15-15 |
| การตัดหญ้า | ควรตัดหญ้าให้สูง 2 นิ้ว และมีความถี่ 2 สัปดาห์ต่อครั้ง |
| การกำจัดวัชพืช | กำจัดวัชพืชทั้งใบแคบและใบกว้าง |
| การกำจัด โรคหญ้า | สังเกตดูโรคหญ้า ถ้าโรคที่เกิดจากเชื้อ Fusarium ก็ใช้ยาปราบเชื้อ โรคพวกเชื้อราปราบ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|------------------------|--|
| การบดสนาม | ควรจะใช้ตุ๊กกลิ้งขนาดเล็กและเบาในครั้งแรก และหนักขึ้นเมื่อถึงปลายเดือนเพื่อจะได้ช่วยบดรากหญ้าที่ลอยในฤดูฝนให้จมลงในดินและช่วยบดอัตร่องรูศูตรูต่างๆทั้งรูจิ้งหรีด มด ปลวก และสัตว์อื่นๆด้วย |
| การเขตรกรรม | โคนใช้เครื่องมือเจาะรูเอาดินออก การใช้คราดเหล็กคราดครูดเกลี่ยหน้าดินให้มีการร่วนซุยอากาศแทรกซึมเข้าได้ |
| การแต่งผิวหน้าสนามหญ้า | ใช้ดินทรายผสมปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยเทศบาลในอัตราส่วน 1:1 แล้วปรับเกลี่ยระดับสม่ำเสมอแล้วบด |
| การบรูณะสนามหญ้า | ควรทำเมื่อเห็นว่าสนามหญ้าเสื่อมโทรม เพื่อบรูณะสนามใหม่ |
| เดือนเมษายน | |
| การให้น้ำ | ให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ |
| การให้ปุ๋ย | ให้ปุ๋ยเช่นเดียวกับเดือนมีนาคม |
| การตัดหญ้า | ยังคงตัดหญ้าให้สูง 2 นิ้ว และ 2 ตีปดาห์ต่อครั้ง เพราะยังอยู่ในช่วงฤดูร้อน |
| การกำจัดวัชพืช | กำจัดวัชพืชทั้งใบแคบและใบกว้างเพื่อให้เรียบร้อย |
| การกำจัดโรคหญ้า | ในช่วงนี้อาจจะยังมีโรจากเชื้อ <i>Fusarium</i> และ <i>Helminthosporium</i> |
| การบดสนาม | บดสนามต่อจากเดือนมีนาคมหากยังไม่เสร็จ |
| การแต่งผิวสนามหญ้า | ทำการแต่งผิวสนามหญ้าต่อ |
| การเขตรกรรม | ทำการเขตรกรรมสนามหญ้าตอนปลายๆเดือน โดยการเจาะรูอากาศ เจาะร่องด้วยข้อมและการเจาะคว้านดิน เพื่อให้ดินร่วนโปร่ง อากาศแทรกซึมลงในดินได้มากขึ้น |
| การบรูณะสนามหญ้า | ถ้าสนามหญ้าเสื่อมโทรมมากและจะหมดสภาพก็ควรจะทำการบรูณะเสียใหม่ |
| การทำลายชั้นของเศษหญ้า | ควรจะทำลายหรือเคลื่อนย้ายชั้นของเศษหญ้าจากสนามหญ้าในตอนปลายเดือนเมษายนจนถึงเดือนพฤษภาคม |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดือนพฤษภาคม

| | |
|--------------------|---|
| การให้น้ำ | ให้น้ำตามความเหมาะสมเพราะอาจมีฝนตกลงมาบ้างแล้ว |
| การให้ปุ๋ย | ให้ปุ๋ยเสริมและปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยขี้วัว หลังจากการทำเขตกรรม |
| การตัดหญ้า | เมื่ออย่างเข้าฤดูฝนหญ้าก็จะเจริญเติบโตดีขึ้น ควรตัดหญ้าให้ต่ำลง คือตัดสูง 1.5 นิ้วและตัดสัปดาห์ละครั้ง |
| การกำจัดวัชพืช | กำจัดวัชพืชต่อจากเดือนก่อนๆ และป้องกันกำจัดวัชพืชที่จะเกิดขึ้นใหม่จากการบูรณะสนาม |
| การกำจัดโรค | อาจจะมีโรค Dollar Spot เกิดขึ้น |
| การเขตกรรม | ถ้าหากในปลายเดือนเมษายนไม่ได้ทำก็จะทำการเขตกรรมสนามหญ้าโดยวิธีต่างๆดังกล่าวแล้วในเดือนพฤษภาคมนี้ได้อีก |
| การบูรณะสนาม | โดยเฉพาะการปลูกซ่อมแซมในบริเวณที่ตาย การปลูกปะหรือการบูรณะสนามใหม่ทั้งหมดต่อจากเดือนเมษายน |
| การกำจัดวัชพืชหญ้า | ถ้าเห็นว่าปลายเดือนเมษายนยังมีโอกาสวัชพืชมาก สนามหญ้าแห้งการระเหยน้ำมาก ก็อาจจะเลื่อนมากำจัดวัชพืชของเศษหญ้าได้ในเดือนนี้ |

เดือนมิถุนายน

| | |
|----------------|--|
| การให้น้ำ | ถ้าหากช่วงใดฝนไม่ตกก็รดน้ำให้พอเพียง |
| การให้ปุ๋ย | ควรให้ปุ๋ยสูตร 10-6-4, 20-1-5, 10-8-6 |
| การตัดหญ้า | ในช่วงฤดูฝนนี้ควรตัดหญ้าให้สั้นคือ ตัดสูง 1.5 นิ้ว สัปดาห์ละครั้งจนถึงเดือนพฤศจิกายน |
| การกำจัดวัชพืช | ช่วงนี้ยังคงป้องกันกำจัดวัชพืชต่อไป |
| การกำจัดโรค | ตรวจสอบโรคต่างๆที่จะเกิดขึ้น |

เดือนกรกฎาคม

| | |
|----------------|---|
| การให้น้ำ | ถ้าฝนทิ้งช่วงต้องให้น้ำอย่างพอเพียงแต่รดให้ปุ๋ย |
| การตัดหญ้า | กำหนดการตัดหญ้าเหมือนเดือนมิถุนายน |
| การกำจัดวัชพืช | ดูแลป้องกันกำจัดวัชพืชทั้งประเภทใบกว้างและใบแคบ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|------------------|---|
| การกำจัดโรค | สังเกต โรคต่างๆที่อาจจะเกิดขึ้นกับสนามหญ้า |
| เดือนสิงหาคม | |
| การให้น้ำ | ถ้าช่วงเวลาใดไม่มีฝนตกก็ให้น้ำตามเหมาะสม |
| การให้ปุ๋ย | ให้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 |
| การตัดหญ้า | ยังคงตัดหญ้าให้สั้นและตัดสัปดาห์ละครั้ง |
| การกำจัดวัชพืช | ป้องกันกำจัดวัชพืชอย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะพวกใบแคบ เช่นหญ้าต่างๆ |
| การกำจัดโรค | อาจจะมีสภาพอากาศร้อนและเย็น ซึ่งจะมีโรคพวกที่เกิดจากเชื้อ พูซาเรียมและคอรีเฟียม เป็นต้น |
| เดือนกันยายน | |
| การให้น้ำ | ถ้าช่วงเวลาใดไม่มีฝนตกก็ให้น้ำตามเหมาะสม |
| การให้ปุ๋ย | คงให้ปุ๋ยตามปกติ |
| การตัดหญ้า | ยังคงตัดหญ้าให้สั้นและตัดสัปดาห์ละครั้ง |
| การกำจัดวัชพืช | ฤดูฝนจะมีวัชพืชรุดขึ้นเร็ว จึงต้องควบคุมอย่างต่อเนื่องทุกเดือน |
| การกำจัดโรค | พ่นยาปราบโรคที่เกิดขึ้นจากเชื้อราต่างๆ |
| การระบายน้ำ | ตรวจสอบการระบายน้ำของสนามหญ้า |
| เดือนตุลาคม | |
| การให้น้ำ | ปรกติฝนจะตกหนัก ถ้าที่ใดไม่มีฝนตกการให้น้ำก็ต้องดำเนินไปตามปรกติ (แฉะคให้ปุ๋ย) |
| การตัดหญ้า | ตัดหญ้าให้สั้น สัปดาห์ละครั้ง |
| การระบายน้ำ | ตรวจสอบการระบายน้ำของสนามหญ้า |
| การกำจัดวัชพืช | ป้องกันกำจัดวัชพืชทุกชนิด |
| การกำจัดศัตรูพืช | อาจจะมีศัตรูสนามหญ้า เช่น หนอน แมลงต่างๆ |
| การกำจัดโรค | ป้องกันกำจัดโรคหญ้าที่เกิดจากเชื้อรา |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดือนพฤศจิกายน

การให้น้ำ

ให้น้ำอย่างเพียงพอ

การให้ปุ๋ย

ให้ปุ๋ยที่มีฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสูง เพื่อป้องกันระบบรากและช่วย
ให้รากเจริญเติบโตในฤดูร้อน

การตัดหญ้า

ควรตัดหญ้าให้มีความสูง 1.5 นิ้ว และตัดสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

การกำจัดศัตรู

กำจัดศัตรูศัตรูพวกไส้เดือนและหนอน

เดือนธันวาคม

การให้น้ำ

ให้น้ำอย่างเพียงพอ

การให้ปุ๋ย

ให้ปุ๋ยที่ธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากันคือ
15-15-15

การตัดหญ้า

ตัดให้สูง 2 นิ้ว และตัดสัปดาห์ละ 2 ครั้ง

การกำจัดศัตรู

กำจัดศัตรูศัตรูหญ้าต่างๆ และควรตรวจสอบความสมบูรณ์ของสนาม
หญ้า เพื่อจะได้ใช้ประโยชน์ในเทศกาลต่างๆ ได้อย่างดี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการสร้างเครื่อง

3.1 ที่บรรจุปุ๋ย (Hopper)

การหาปริมาตรถังบรรจุปุ๋ยจะเลือกใช้แผ่นเหล็กขนาด 3 มิลลิเมตรในการทำถังบรรจุปุ๋ย การหาปริมาตรของถังจะใช้สมการ

$$V_s = \frac{F_s}{100} = \frac{Q_s}{\gamma} \quad (2)$$

เมื่อ

F_s = พื้นที่หน้าตัดของ Hopper (m^2)

Q_s = Unit Weight of The Load (kg/m^2)

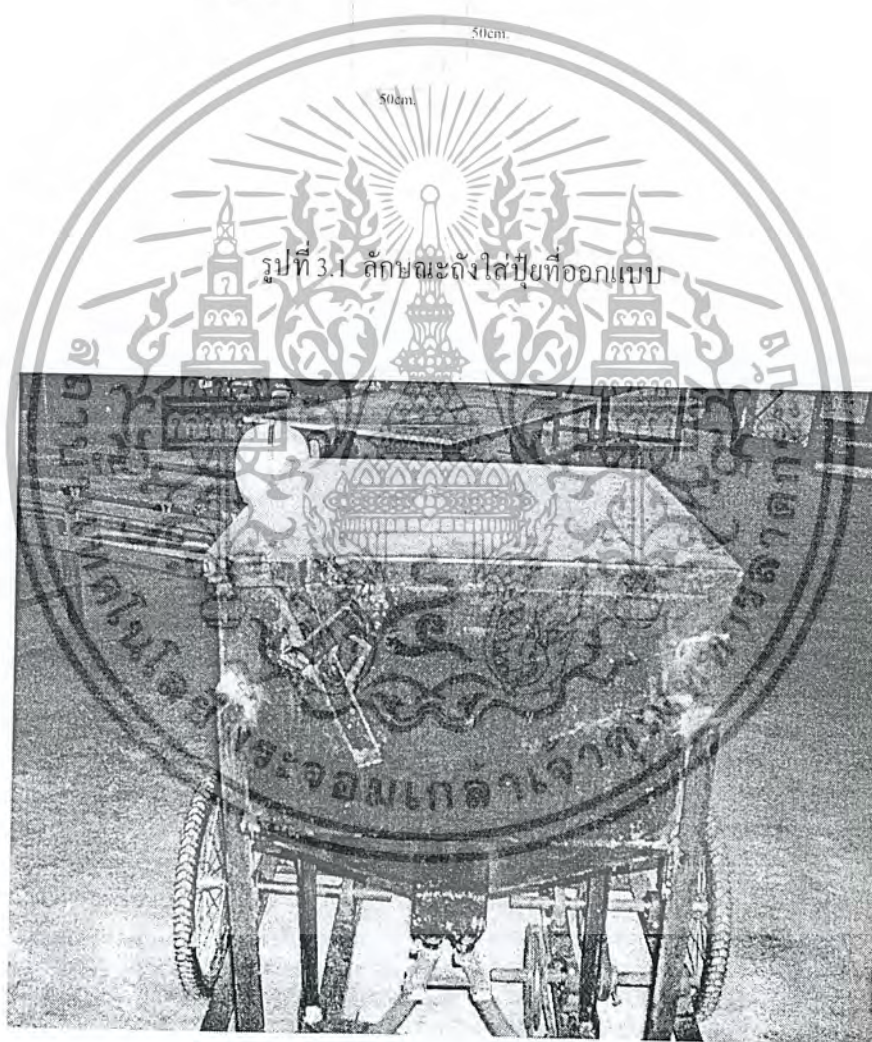
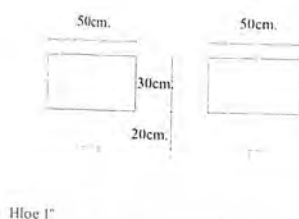
γ = Bulk Density ของเม็ดปุ๋ย

ในทางปฏิบัติ $V_s = 0.01-0.08 m^3$ / เมตรความยาวของถังบรรจุเม็ดปุ๋ยจากสมการที่ (2)

ถ้าเลือกใช้ Hopper ขนาดพื้นที่หน้าตัด $0.5 \times 0.5 m$

$$V_s = (0.5 \times 0.5) / 100 = 0.025 m^3$$

ซึ่งค่าที่ได้ อยู่ในช่วงที่เหมาะสมจึงเลือกพื้นที่หน้าตัด Hopper = 50×50 เซนติเมตร

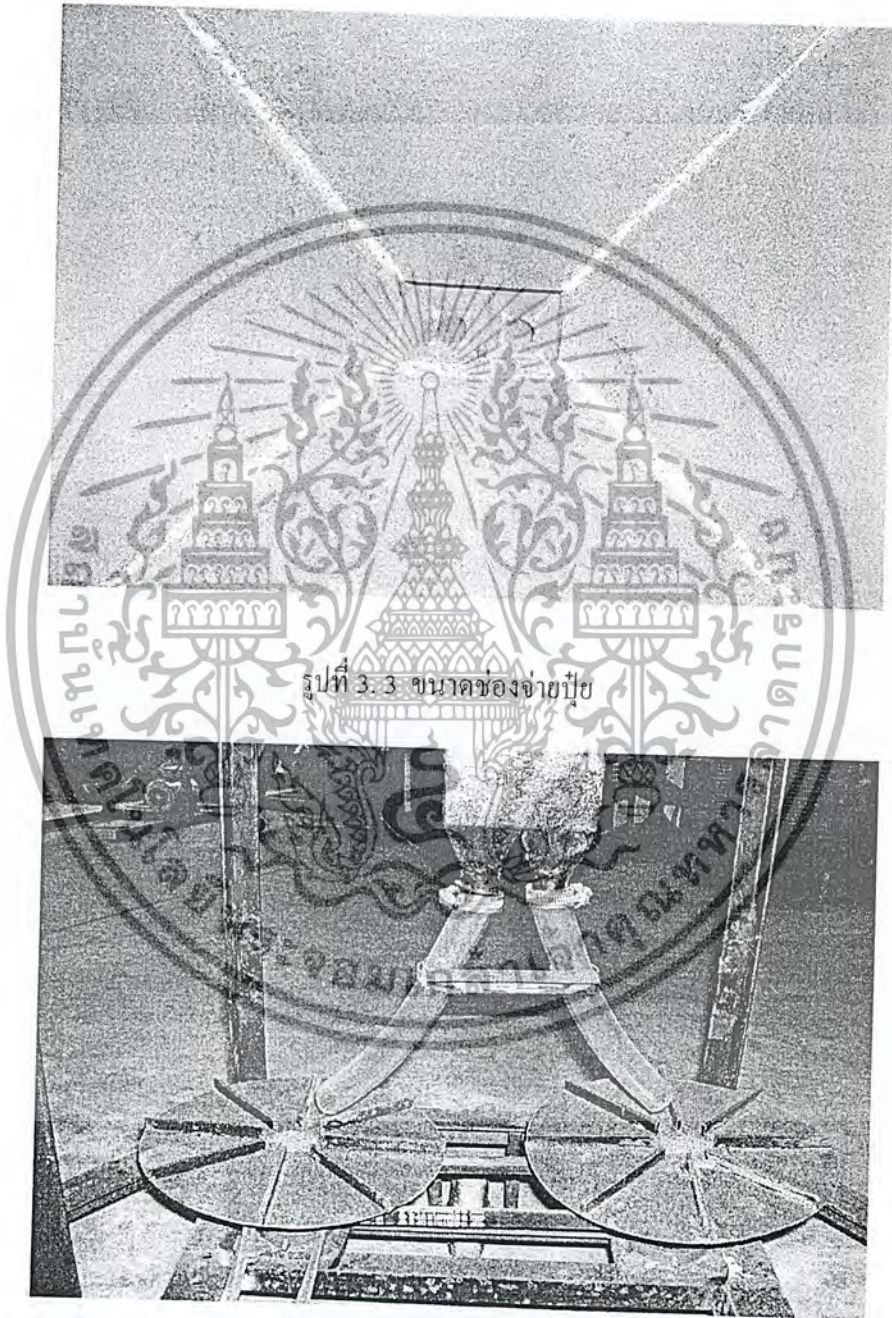


รูปที่ 3.2 ลักษณะถังใส่ปุยที่สร้างเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ช่องจ่ายปุ๋ยและท่อลำเลียงปุ๋ย

มีขนาดกว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร ช่องปล่อย เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.54 เซนติเมตร



รูปที่ 3.3 ขนาดของจ่ายปุ๋ย

รูปที่ 3.4 ลักษณะท่อลำเลียงปุ๋ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการหาการไหลของเม็ดปุ๋ยผ่านช่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าใช้กันมาในเครื่องหยอดปุ๋ยใช้สูตร

$$Q = \frac{\sigma \pi \gamma \times (d - d')^{1.5} \times (b - d)^{1.5} \times \sqrt{g}}{(b - a - 2d)^{0.5} \times (\lambda \tan \rho)} \quad (3)$$

Q = อัตราการไหล = 35-40 g/m³.s

a = ด้านกว้างช่องเปิด = 10 cm

b = ด้านยาวช่องเปิด = 10 cm

γ = Bulk Density = 750 kg/m³

ρ = Internal Friction = 45

λ = tan²(45-ρ/2) = 0.17

σ = คำนีการไหล = 1

จากค่าต่างๆพบว่าช่องเปิดที่เหมาะสมอยู่ที่ เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร ส่วนท่อลำเลียงปุ๋ย ใช้ท่อพลาสติกใส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.54 เซนติเมตร

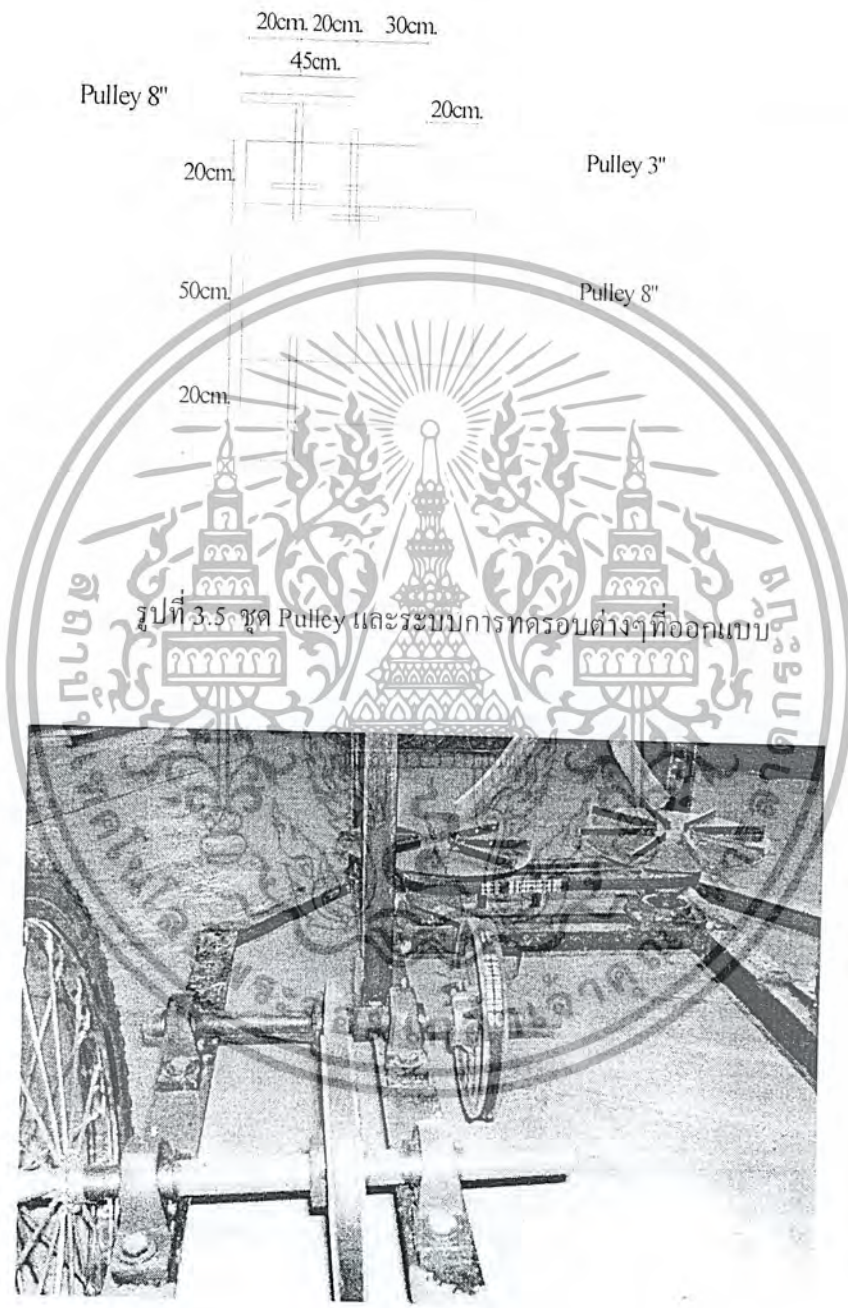
3.3 ชุดเฟือง Pulley สำหรับตรอบเพื่อตีปุ๋ย

อัตราการทด = อัตราการทดของ pulley

= เส้นผ่านศูนย์กลาง pulley ตัวตาม / เส้นผ่านศูนย์กลาง pulley ตัวขับ

$$= \frac{8}{3} \times \frac{8}{3} \times \frac{3}{3} = 7.11$$

อัตราการทด = 7 เท่าของล้อรถ

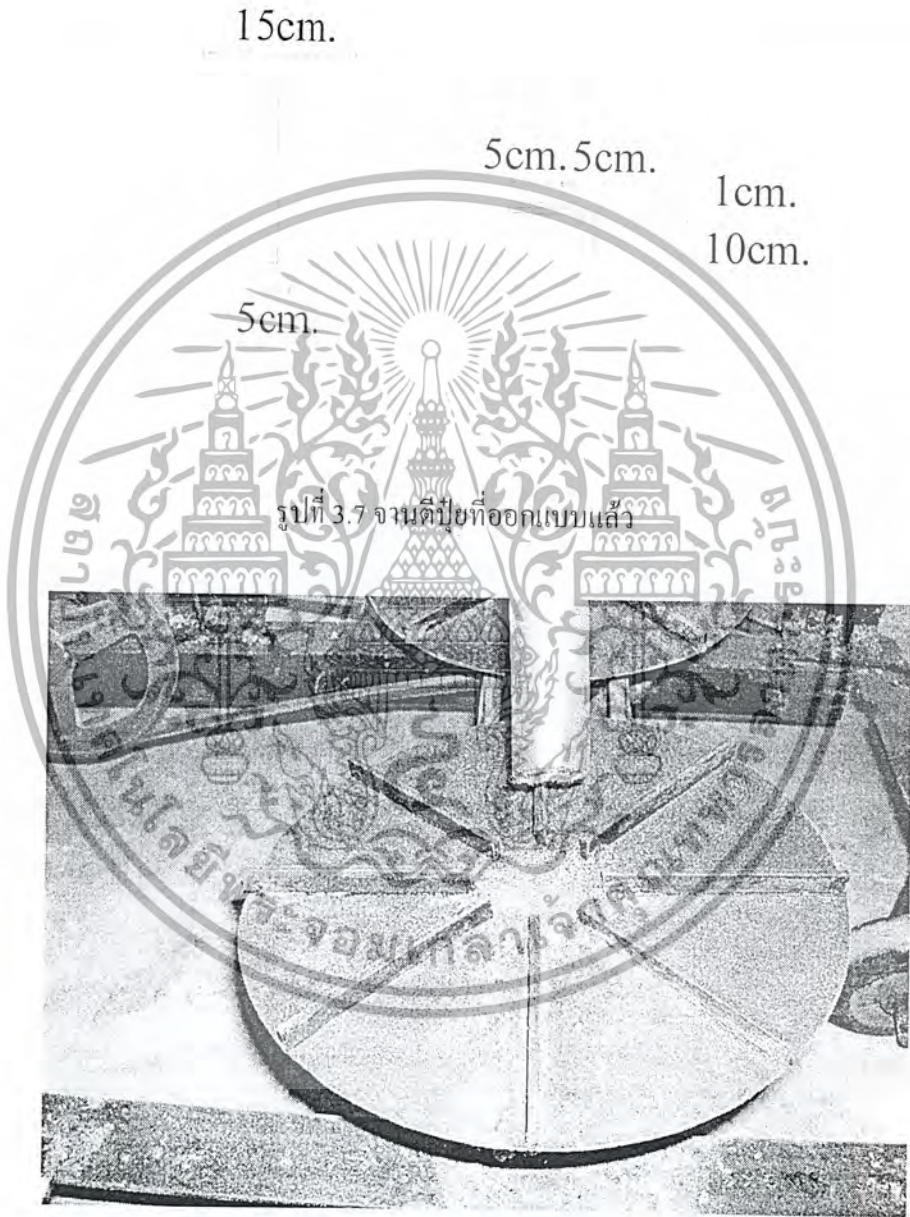


รูปที่ 3.6 ระบบทอรอบเมื่อสร้างเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

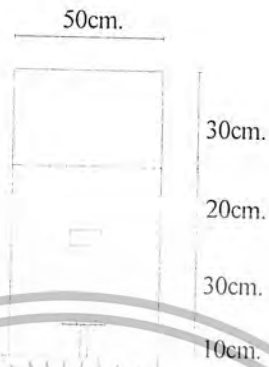
3.4 จานตีปួយ

จะใช้รูปวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร

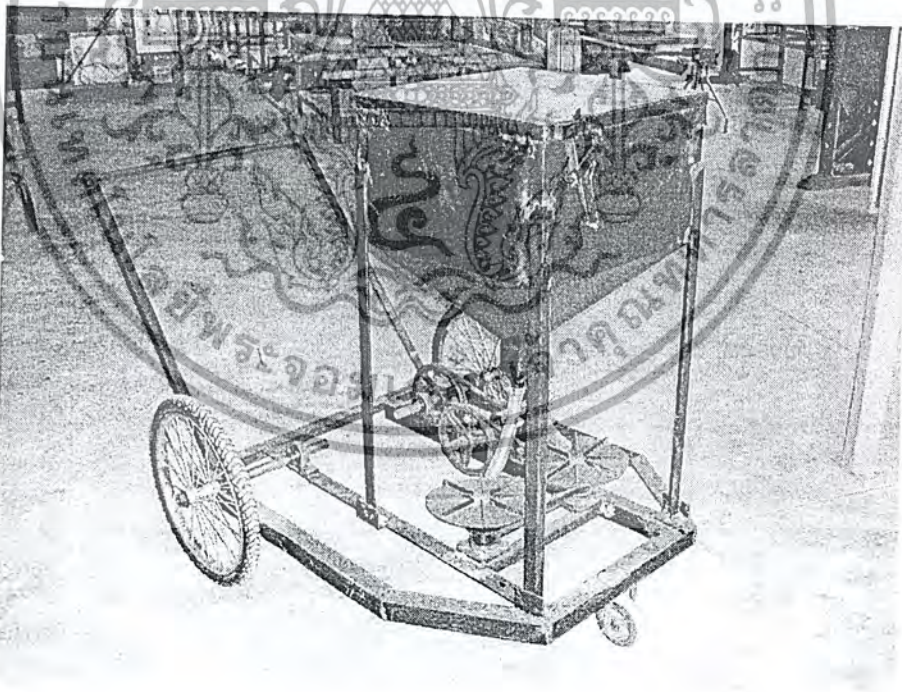


รูปที่ 3.8 จานตีปួយที่สร้างเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 เครื่องหว่านปุ๋ยเมื่อออกแบบเสร็จแล้ว



รูปที่ 3.10 เครื่องหว่านปุ๋ยเมื่อสร้างเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

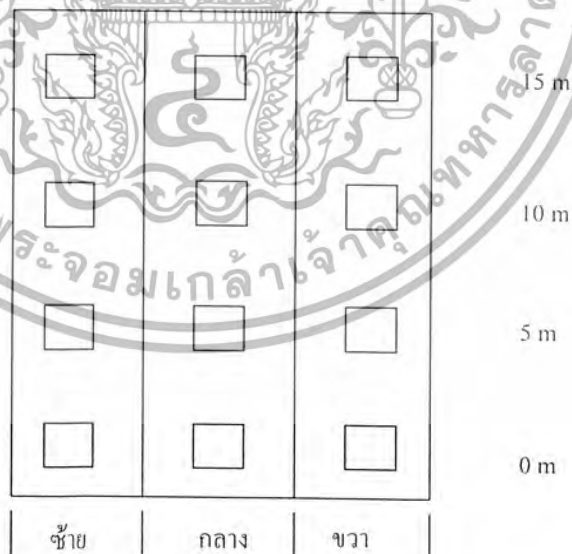
การทดสอบและผลการทดสอบ

4.1 ขั้นตอนในการทดสอบ

1. นำปุ๋ยที่จะทำการทดสอบมาวัดความชื้น โดยใช้เครื่องวัดความชื้น เพื่อหาความชื้นของปุ๋ยสูตร 15-15-15 และปุ๋ยสูตร 16-20-0 และนำมาเปรียบเทียบผลหาความชื้นที่เหมาะสม
2. นำปุ๋ยที่วัดความชื้นแล้วมาทดสอบเพื่อหาอัตราการไหลที่เหมาะสม
3. จับเวลาตั้งแต่เริ่มเดินเครื่องจนถึงสิ้นสุดการทดสอบ
4. จดบันทึกผลการทดลองในตารางบันทึกผลการทดลอง
5. นำผลที่ได้ไปประมวลผลหาความเหมาะสม
6. เปรียบเทียบความประสิทธิผลปุ๋ยเมื่อมีความชื้นต่าง ๆ กัน
7. สรุปและวิเคราะห์ผล

4.2 พื้นที่ที่ใช้ในการทดสอบ

จะใช้พื้นที่เพื่อที่จะได้มีความสม่ำเสมอในการทดสอบ และสามารถเก็บข้อมูลได้ถูกต้อง โดยจะใช้พื้นที่ขนาด 15 m X 3 m ดังรูป



รูปที่ 4.1 พื้นที่ที่ใช้ในการทดสอบ



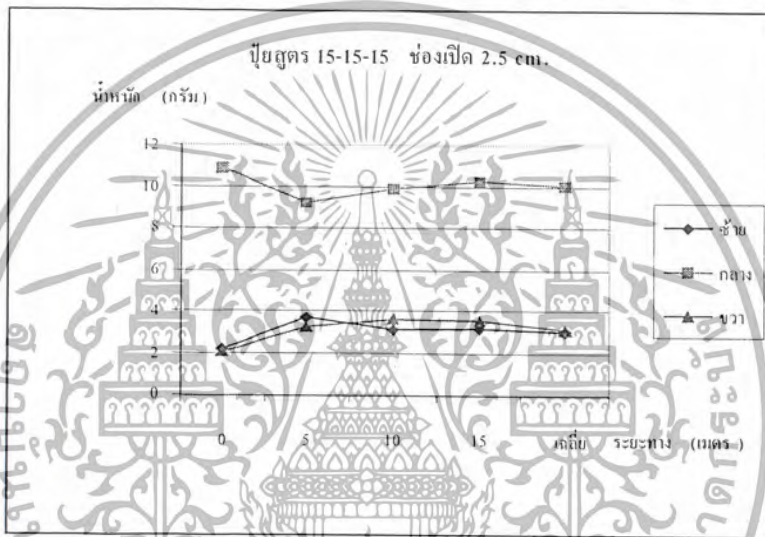
คือพื้นที่ที่ใช้ในการทดสอบ ขนาด 40 X 55 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การหาน้ำหนักปุ๋ยต่อพื้นที่

การหาน้ำหนักปุ๋ยที่ให้เพียงพอต่อพื้นที่ จากการคำนวณเบื้องต้นจะได้ว่า จะต้องใช้ปุ๋ย 30-35 กรัม / m^2 จากการทดสอบจะใช้พื้นที่ในการหา ขนาด 40 cm X 55 cm = 0.22 m^2 ดังนั้นจำนวนเม็ดปุ๋ยที่ที่ต้องการต่อพื้นที่ทดสอบคือ 6.6-7.7 กรัม/พื้นที่ทดสอบ จากข้อมูลทั้งหมดสามารถนำมาเขียนกราฟได้ดังนี้

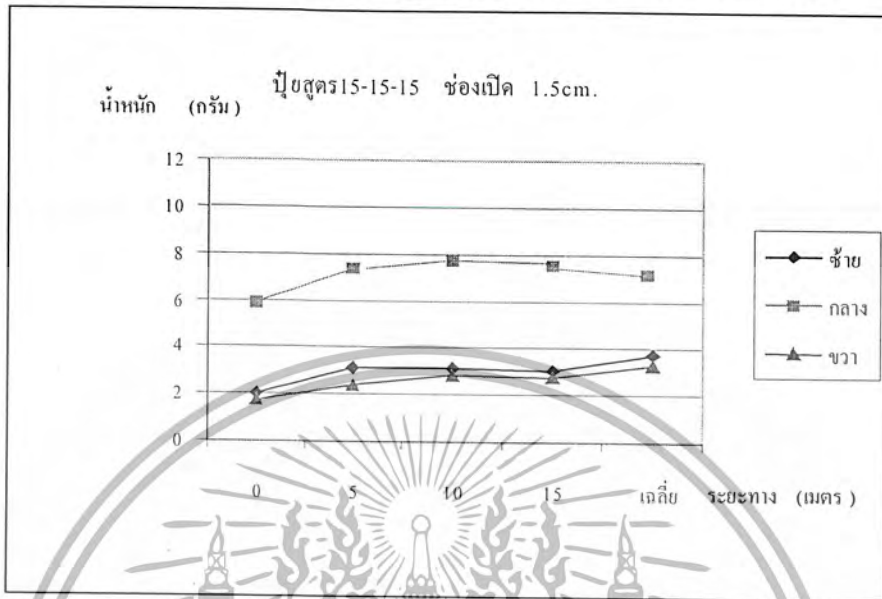
ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ช่องเปิด 2.5 เซนติเมตร ความเร็วเฉลี่ย 3.25 กิโลเมตร/ ชั่วโมง



รูปที่ 4.2 กราฟน้ำหนักเฉลี่ยของปุ๋ยสูตร 15-15-15 ความกว้างช่องเปิด 2.5 เซนติเมตร

จากผลการทดสอบ ปริมาณตรงกลางมีน้ำหนักเฉลี่ย 10.046 กรัม ซึ่งยังมีค่ามากกว่าค่าที่เหมาะสมสำหรับการให้ปุ๋ยหญ้า

ปุ๋ยสูตร 16-20-0 ช่องเปิด 1.5 เซนติเมตร ความเร็วเฉลี่ย 3.25 กิโลเมตร/ชั่วโมง

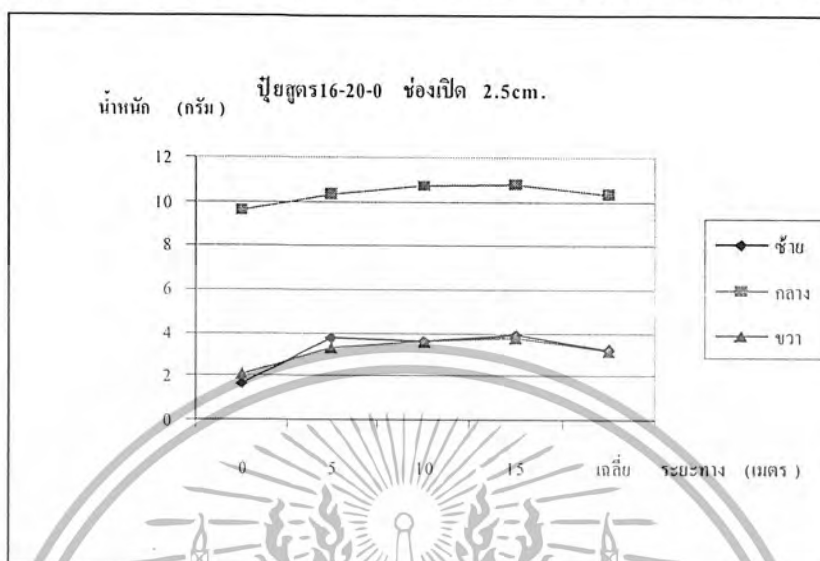


รูปที่ 4.3 กราฟน้ำหนักเฉลี่ยของปุ๋ยสูตร 15-15-15 ความกว้างช่องเปิด 1.5 เซนติเมตร

จากผลการทดสอบ บริเวณตรงกลางมีน้ำหนักเฉลี่ย 7.144 กรัม อยู่ในค่าที่เหมาะสมสำหรับการให้ปุ๋ยหญ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

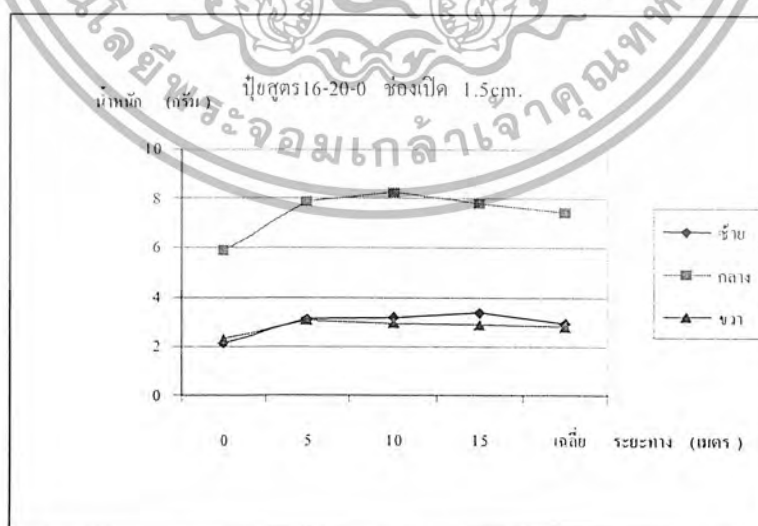
ปุ๋ยสูตร 16-20-0 ช่องเปิด 2.5 เซนติเมตร ความเร็วเฉลี่ย 3.60 กิโลเมตร/ชั่วโมง



รูปที่ 4.4 กราฟน้ำหนักเฉลี่ยของปุ๋ยสูตร 16-20-0 ความกว้างช่องเปิด 2.5 เซนติเมตร

จากผลการทดสอบ บริเวณตรงกลางมีน้ำหนักเฉลี่ย 10.372 กรัม ซึ่งยังมีค่ามากกว่าค่าที่เหมาะสมสำหรับการให้ปุ๋ยหญ้า

ปุ๋ยสูตร 16-20-0 ช่องเปิด 1.5 เซนติเมตร ความเร็วเฉลี่ย 3.45 กิโลเมตร/ชั่วโมง



รูปที่ 4.5 กราฟน้ำหนักเฉลี่ยของปุ๋ยสูตร 16-20-0 ความกว้างช่องเปิด 1.5 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดสอบบริเวณตรงกลางมีน้ำหนักเฉลี่ย 7.466 กรัม อยู่ในค่าที่เหมาะสมสำหรับการให้ปุ๋ยหญ้า

4.4 การหาจำนวนเม็ดปุ๋ยต่อพื้นที่

การหาจำนวนเม็ดปุ๋ยที่ให้เพียงพอต่อพื้นที่ จากการคำนวณเบื้องต้นจะได้ว่า จะต้องใช้ปุ๋ย 500-600 เม็ด / m^2 จากการทดสอบจะใช้พื้นที่ในการหา ขนาด 40 cm X 55 cm = 0.22 m^2 ดังนั้นจำนวนเม็ดปุ๋ยที่ต้องการต่อพื้นที่ทดสอบคือ 130-155 เม็ด/พื้นที่ทดสอบ จากข้อมูลทั้งหมดสามารถนำมาเขียนกราฟได้ดังนี้

ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ช่องเปิด 2.5 เซนติเมตร ความเร็วเฉลี่ย 3.25 กิโลเมตร/ ชั่วโมง

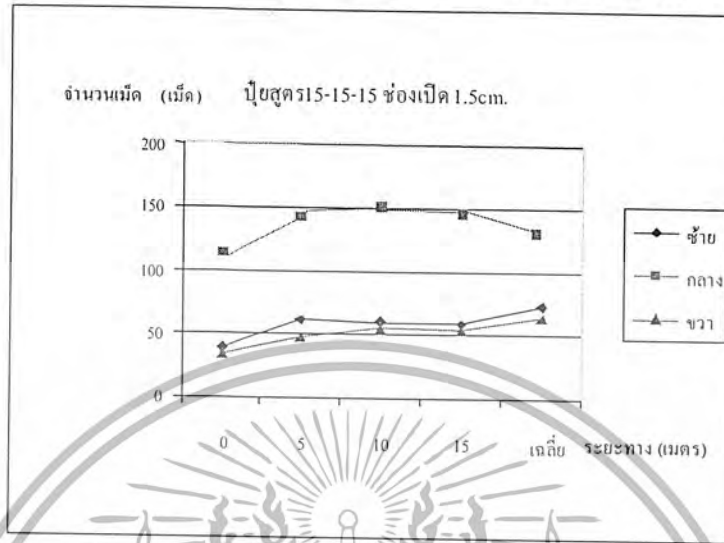


รูปที่ 4.6 กราฟน้ำหนักเฉลี่ยของปุ๋ยสูตร 15-15-15 ความกว้างช่องเปิด 2.5 เซนติเมตร

จากผลการทดสอบ บริเวณตรงกลางมีจำนวนเม็ดปุ๋ยเฉลี่ย 202.92 เม็ด ซึ่งยังมีค่ามากกว่าค่าที่เหมาะสมสำหรับการให้ปุ๋ยหญ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

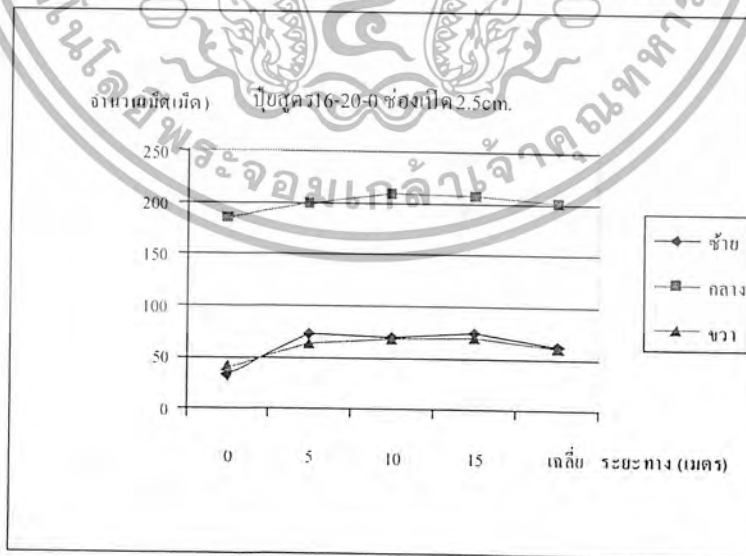
ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ช่องเปิด 1.5 เซนติเมตร ความเร็วเฉลี่ย 3.25 กิโลเมตร/ชั่วโมง



รูปที่ 4.7 กราฟน้ำหนักเฉลี่ยของปุ๋ยสูตร 15-15-15 ความกว้างช่องเปิด 1.5 เซนติเมตร

จากผลการทดสอบ บริเวณตรงกลางมีจำนวนเม็ดปุ๋ยเฉลี่ย 138.58 เม็ด ซึ่งอยู่ในค่าที่เหมาะสมสำหรับการให้ปุ๋ยหญ้า

ปุ๋ยสูตร 16-20-0 ช่องเปิด 2.5 เซนติเมตร ความเร็วเฉลี่ย 3.60 กิโลเมตร/ชั่วโมง

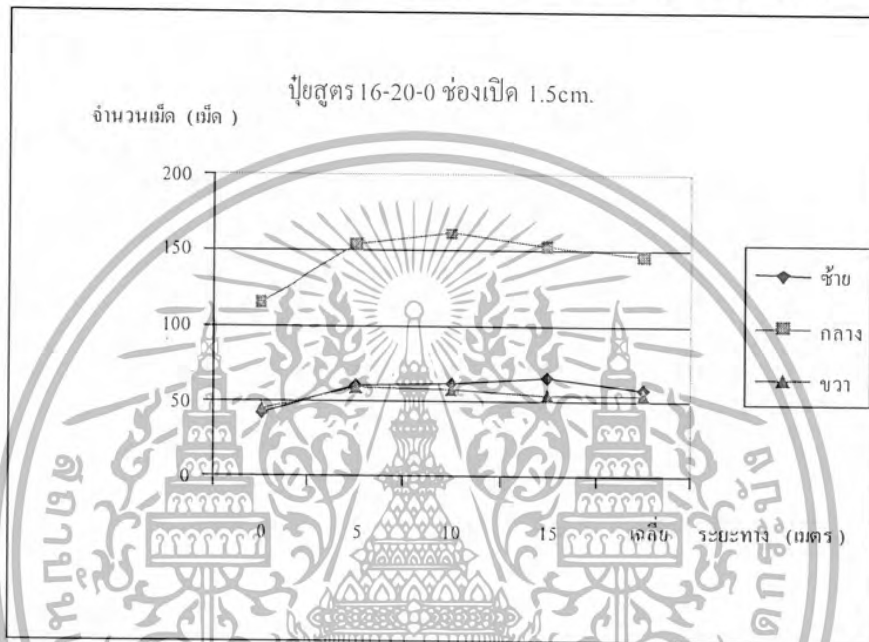


รูปที่ 4.8 กราฟน้ำหนักเฉลี่ยของปุ๋ยสูตร 16-20-0 ความกว้างช่องเปิด 2.5 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดสอบ บริเวณตรงกลางมีจำนวนเม็ดปุ๋ยเฉลี่ย 202.92 เม็ด ซึ่งยังมีค่ามากกว่าค่าที่เหมาะสมสำหรับการให้ปุ๋ยหญ้า

ปุ๋ยสูตร 16-20-0 ช่องเปิด 1.5 เซนติเมตร ความเร็วเฉลี่ย 3.45 กิโลเมตร/ชั่วโมง



รูปที่ 4.9 กราฟนำหนักเฉลี่ยของปุ๋ยสูตร 16-20-0 ความกว้างช่องเปิด 2.5 เซนติเมตร

จากผลการทดสอบ บริเวณตรงกลางมีจำนวนเม็ดปุ๋ยเฉลี่ย 144.75 เม็ด ซึ่งอยู่ในค่าที่เหมาะสมสำหรับการให้ปุ๋ยหญ้า

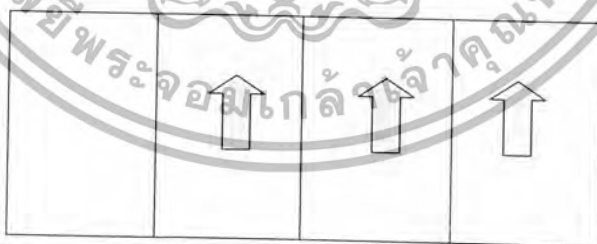
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผล

5.1 วิเคราะห์ผลการทำงานของเครื่องหว่านปุ๋ยสนามหญ้า

1. จากการเปรียบเทียบความชื้นปุ๋ยระหว่างปุ๋ยสูตร 16-20-0 และปุ๋ยสูตร 15-15-15 ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ที่มีความชื้น 27.2% สูตร 16-20-0 ที่มีความชื้น 5.97% พบว่าปุ๋ยสูตร 16-20-0 นั้นมีอัตราการไหลที่สม่ำเสมอและเป็นระเบียบมากกว่าปุ๋ยสูตร 15-15-15 ซึ่งจะมีลักษณะการติดกันเป็นก้อนและมีความหนืดมากกว่า

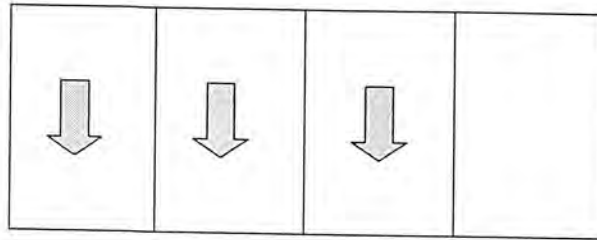
2. จากการเปรียบเทียบ ช่องขนาดความกว้างของช่องปล่อยปุ๋ยพบว่า ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ที่มีความชื้นสูงจะไม่สามารถไหลได้ที่ ความกว้างน้อยกว่า 1 เซนติเมตร และจะมีอัตราการไหลที่เหมาะสม ที่ความกว้าง 1.5 เซนติเมตร ส่วนปุ๋ยสูตร 16-20-0 นั้นสามารถไหลได้ที่ความกว้าง 1 เซนติเมตร และมีอัตราการไหลที่เหมาะสมที่ ความกว้าง 1.5 เซนติเมตร

3. ลักษณะการกระจายของจานตีปุ๋ยจะเป็นลักษณะอิสระและการตีจะไม่เป็นระเบียบ ทำให้การกระจายตัวไม่เป็นรูปแบบที่ต้องการ แต่การกระจายตัวยังสม่ำเสมอและทำให้ปุ๋ยกระจายตัวในรูปลักษณะจากตรงกลางจะมากและจะน้อยลงตามแรงส่งของจานตีซึ่งจานตีมีความสามารถในการตีได้ประมาณ 3.5 เมตร ซึ่งระยะที่ปุ๋ยกระจายได้เหมาะสมอยู่ที่ 1.5-2 เมตร การกระจายตัวที่ห่างจากจุดศูนย์กลางของรถไประยะทาง 1 เมตร ปริมาณปุ๋ยที่ได้จะมีค่า ลดลงจากบริเวณตรงกลางประมาณ 50% ดังนั้นจะซ้ำบริเวณเดิมอีกครั้งลักษณะดังรูป



รูปที่ 5.1 ลักษณะการหว่านปุ๋ยขาไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 ลักษณะการหว่านปุ๋ยจากถ้ำ

4. การไหลของปุ๋ยในถังปุ๋ยถ้าปุ๋ยมีความชื้นมากเกินไป จะทำให้เกิดการติดขัดของปุ๋ยภายในถังใส่ปุ๋ยได้ ในการเลือกปุ๋ยควรเลือกปุ๋ยที่มีความชื้นต่ำเพราะจะทำให้ปัญหาที่เกิดการติดขัดของปุ๋ยน้อยลง
5. ความเร็วที่เหมาะสมในการใช้คือประมาณ 3.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เพราะถ้าความเร็วมากหรือน้อยไป จะทำให้อัตรการกระจายตัวของปุ๋ยไม่เป็นไปตามต้องการ

5.2 สรุปผลการทำงานของเครื่องหว่านปุ๋ย

ประสิทธิภาพของเครื่องหว่านปุ๋ยสนามหญ้า

ความเร็วของเครื่องหว่านปุ๋ยที่เหมาะสมคือ 3.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ความกว้างของช่องปล่อยปุ๋ยที่เหมาะสมคือ 1.5 X 10 เซนติเมตร

ปริมาณน้ำหนักรู้น้ำที่เหมาะสมคือ 32.47 กรัม - 33.93 กรัม / ตารางเมตร

จำนวนเม็ดปุ๋ยที่เหมาะสมคือ 630 เม็ด - 660 เม็ด / ตารางเมตร

ระยะเวลาในการกลับรูกหว่านคือ 6 วินาที

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการปรับปรุง

1. ช่องปล่อยปุ๋ยควรให้มีการปรับระยะทางได้ง่ายและสะดวกขึ้น และสามารถปรับได้หลายระดับและควรมีที่กั้นปุ๋ยก่อนที่จะมีการปรับระดับ
2. น้ำหนักถไม่ควรมีน้ำหนักมากเกินไป
3. อัตราการทรอบของตัวกระจายปุ๋ยควรมีหลายระดับ
4. ควรใช้ปุ๋ยที่มีความชื้นต่ำเพราะจะทำให้ปัญหาที่เกิดขึ้นน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ข้อมูลดิบจำนวนเม็ดของปุ๋ยต่อพื้นที่

จำนวนเม็ดปุ๋ยต่อพื้นที่ขนาด 40 cm X 55 cm ใช้ปุ๋ยผสมสูตร 15-15-15

ปุ๋ยสูตร 15-15-15

1. ความกว้างช่องเปิด 2.5 เซนติเมตร

| ชนิดปุ๋ย 15-15-15 ครั้งที่ 1 | | | | ชนิดปุ๋ย 15-15-15 ครั้งที่ 2 | | | |
|---------------------------------|------|------|-----|---------------------------------|------|------|-----|
| ความชื้น 27.2% ความกว้าง 2.50cm | | | | ความชื้น 27.2% ความกว้าง 2.50cm | | | |
| ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา | ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา |
| 0.00 | 34 | 242 | 31 | 0.00 | 47 | 214 | 39 |
| 5.00 | 76 | 170 | 70 | 5.00 | 69 | 208 | 71 |
| 10.00 | 56 | 212 | 75 | 10.00 | 64 | 201 | 79 |
| 15.00 | 52 | 207 | 62 | 15.00 | 65 | 198 | 81 |

| ชนิดปุ๋ย 15-15-15 ครั้งที่ 3 | | | | ชนิดปุ๋ย 15-15-15 ครั้งที่ เฉลี่ย | | | |
|---------------------------------|------|------|-----|-----------------------------------|-------|--------|-------|
| ความชื้น 27.2% ความกว้าง 2.50cm | | | | ความชื้น 27.2% ความกว้าง 2.50cm | | | |
| ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา | ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา |
| 0.00 | 51 | 208 | 53 | 0.00 | 44.00 | 221.33 | 41.00 |
| 5.00 | 78 | 180 | 61 | 5.00 | 74.33 | 186.00 | 67.33 |
| 10.00 | 72 | 192 | 67 | 10.00 | 64.00 | 201.67 | 73.67 |
| 15.00 | 72 | 203 | 74 | 15.00 | 63.00 | 202.67 | 72.33 |
| | | | | เฉลี่ยรวม | 61.33 | 202.92 | 63.58 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ช่องความกว้าง 1.5 เซนติเมตร

| ชนิดปួយ 15-15-15 ครั้งที่ 1 | | | | ชนิดปួយ 15-15-15 ครั้งที่ 2 | | | |
|-----------------------------|------|------------------|-----|-----------------------------|------|------------------|-----|
| ความชัน 27.2% | | ความกว้าง 1.50cm | | ความชัน 27.2% | | ความกว้าง 1.50cm | |
| ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา | ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา |
| 0.00 | 43 | 121 | 48 | 0.00 | 34 | 117 | 31 |
| 5.00 | 55 | 145 | 48 | 5.00 | 71 | 153 | 60 |
| 10.00 | 57 | 152 | 52 | 10.00 | 66 | 161 | 63 |
| 15.00 | 64 | 134 | 57 | 15.00 | 52 | 158 | 57 |

| ชนิดปួយ 15-15-15 ครั้งที่ 3 | | | | ชนิดปួយ 15-15-15 ครั้งที่ เฉลี่ย | | | |
|-----------------------------|------|------------------|-----|----------------------------------|-------|------------------|-------|
| ความชัน 27.2% | | ความกว้าง 1.50cm | | ความชัน 27.2% | | ความกว้าง 1.50cm | |
| ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา | ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา |
| 0.00 | 40 | 104 | 21 | 0.00 | 39.00 | 114.00 | 33.33 |
| 5.00 | 56 | 131 | 32 | 5.00 | 60.67 | 143.00 | 46.67 |
| 10.00 | 57 | 141 | 50 | 10.00 | 60.00 | 151.33 | 55.00 |
| 15.00 | 61 | 146 | 47 | 15.00 | 59.00 | 146.00 | 53.67 |
| | | | | เฉลี่ยรวม | 72.89 | 138.58 | 47.17 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฎิบัติ 16-20-0

1. ความกว้างช่องเปิด 2.5 เซนติเมตร

| ชนิดปุ๋ย 16-20-0 ครั้งที่ 1 | | | | ชนิดปุ๋ย 16-20-0 ครั้งที่ 2 | | | |
|-----------------------------|------|------|-----|-----------------------------|------|------|-----|
| ความชื้น 5.97% | | | | ความชื้น 5.97% | | | |
| ความกว้าง 2.50cm | | | | ความกว้าง 2.50cm | | | |
| ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา | ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา |
| 0.00 | 41 | 192 | 32 | 0.00 | 23 | 184 | 41 |
| 5.00 | 67 | 204 | 54 | 5.00 | 72 | 195 | 71 |
| 10.00 | 71 | 207 | 67 | 10.00 | 66 | 207 | 74 |
| 15.00 | 73 | 193 | 63 | 15.00 | 81 | 211 | 77 |

| ชนิดปุ๋ย 16-20-0 ครั้งที่ 3 | | | | ชนิดปุ๋ย 16-20-0 ครั้งที่ เฉลี่ย | | | |
|-----------------------------|------|------|-----|----------------------------------|-------|--------|-------|
| ความชื้น 5.97% | | | | ความชื้น 5.97% | | | |
| ความกว้าง 2.50cm | | | | ความกว้าง 2.50cm | | | |
| ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา | ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา |
| 0.00 | 33 | 183 | 49 | 0.00 | 32.33 | 186.33 | 40.67 |
| 5.00 | 81 | 203 | 69 | 5.00 | 73.33 | 200.67 | 64.67 |
| 10.00 | 76 | 214 | 65 | 10.00 | 71.00 | 209.33 | 68.67 |
| 15.00 | 71 | 221 | 73 | 15.00 | 75.00 | 208.33 | 71.00 |
| | | | | เฉลี่ยรวม | 62.92 | 201.17 | 61.25 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความกว้างช่องเปิด 1.5 เซนติเมตร

| ชนิดปฏึก 16-20-0 ครั้งที่ 1 | | | | ชนิดปฏึก 16-20-0 ครั้งที่ 2 | | | |
|--------------------------------|------|------|-----|--------------------------------|------|------|-----|
| ความชัน 5.97% ความกว้าง 1.50cm | | | | ความชัน 5.97% ความกว้าง 1.50cm | | | |
| ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา | ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา |
| 0.00 | 44 | 139 | 51 | 0.00 | 38 | 111 | 43 |
| 5.00 | 52 | 156 | 57 | 5.00 | 56 | 163 | 52 |
| 10.00 | 57 | 142 | 64 | 10.00 | 63 | 167 | 51 |
| 15.00 | 53 | 161 | 48 | 15.00 | 65 | 152 | 48 |

| ชนิดปฏึก 16-20-0 ครั้งที่ 3 | | | | ชนิดปฏึก 16-20-0 ครั้งที่ เฉลี่ย | | | |
|--------------------------------|------|------|-----|----------------------------------|-------|--------|-------|
| ความชัน 5.97% ความกว้าง 1.50cm | | | | ความชัน 5.97% ความกว้าง 1.50cm | | | |
| ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา | ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา |
| 0.00 | 41 | 93 | 39 | 0.00 | 41.00 | 114.33 | 44.33 |
| 5.00 | 72 | 139 | 66 | 5.00 | 60.00 | 152.67 | 58.33 |
| 10.00 | 64 | 171 | 58 | 10.00 | 61.33 | 160.00 | 57.67 |
| 15.00 | 77 | 143 | 64 | 15.00 | 65.00 | 152.00 | 53.33 |
| | | | | เฉลี่ยรวม | 56.83 | 144.75 | 53.42 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ข้อมูลคิบน้ําหนักของป้วยต้อพื้นที่

น้ําหนักป้วยต้อพื้นที่ขนาด 40 cm X 55 cm ใช้ป้วยผสมสูตร 15-15-15

ป้วยสูตร 15-15-15

1. ความกว้างช่องเปิด 2.5 เซนติเมตร (น้ําหนักหน่วย กรัม)

| ชนิดป้วย 15-15-15 ครั้งที่ 1 | | | | ชนิดป้วย 15-15-15 ครั้งที่ 2 | | | |
|--------------------------------|-------|--------|-------|--------------------------------|-------|--------|-------|
| ความชัน 27.2% ความกว้าง 2.50cm | | | | ความชัน 27.2% ความกว้าง 2.50cm | | | |
| ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา | ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา |
| 0.00 | 1.672 | 11.885 | 1.532 | 0.00 | 2.408 | 10.51 | 1.915 |
| 5.00 | 3.762 | 8.349 | 3.338 | 5.00 | 3.489 | 10.325 | 3.484 |
| 10.00 | 2.754 | 10.411 | 3.783 | 10.00 | 3.149 | 9.871 | 3.882 |
| 15.00 | 2.544 | 10.166 | 3.075 | 15.00 | 3.152 | 9.244 | 3.968 |

| ชนิดป้วย 15-15-15 ครั้งที่ 3 | | | | ชนิดป้วย 15-15-15 ครั้งที่ เฉลี่ย | | | |
|--------------------------------|-------|--------|-------|-----------------------------------|-------|--------|-------|
| ความชัน 27.2% ความกว้าง 2.50cm | | | | ความชัน 27.2% ความกว้าง 2.50cm | | | |
| ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา | ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา |
| 0.00 | 2.515 | 10.214 | 2.605 | 0.00 | 2.198 | 10.870 | 2.017 |
| 5.00 | 3.831 | 8.846 | 2.976 | 5.00 | 3.694 | 9.173 | 3.266 |
| 10.00 | 3.436 | 9.429 | 3.290 | 10.00 | 3.113 | 9.904 | 3.652 |
| 15.00 | 3.546 | 11.295 | 3.534 | 15.00 | 3.203 | 10.235 | 3.526 |
| | | | | เฉลี่ยรวม | 3.052 | 10.046 | 3.115 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ช่องความกว้าง 1.5 เซนติเมตร (น้ำหนักหน่วย กรัม)

| ชนิดปุ๋ย 15-15-15 ครั้งที่ 1 | | | | ชนิดปุ๋ย 15-15-15 ครั้งที่ 2 | | | |
|------------------------------|-------|------------------|-------|------------------------------|-------|------------------|-------|
| ความชัน 27.2% | | ความกว้าง 1.50cm | | ความชัน 27.2% | | ความกว้าง 1.50cm | |
| ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา | ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา |
| 0.00 | 2.218 | 6.241 | 2.476 | 0.00 | 1.754 | 6.035 | 1.599 |
| 5.00 | 2.837 | 7.479 | 2.476 | 5.00 | 3.662 | 7.892 | 3.095 |
| 10.00 | 2.94 | 7.84 | 2.682 | 10.00 | 3.404 | 8.253 | 3.25 |
| 15.00 | 3.301 | 6.912 | 2.94 | 15.00 | 2.682 | 8.15 | 2.94 |

| ชนิดปุ๋ย 15-15-15 ครั้งที่ 3 | | | | ชนิดปุ๋ย 15-15-15 ครั้งที่ เฉลี่ย | | | |
|------------------------------|-------|------------------|-------|-----------------------------------|-------|------------------|-------|
| ความชัน 27.2% | | ความกว้าง 1.50cm | | ความชัน 27.2% | | ความกว้าง 1.50cm | |
| ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา | ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา |
| 0.00 | 2.063 | 5.364 | 1.083 | 0.00 | 2.012 | 5.880 | 1.719 |
| 5.00 | 2.888 | 6.757 | 1.651 | 5.00 | 3.429 | 7.376 | 2.407 |
| 10.00 | 2.94 | 7.273 | 2.579 | 10.00 | 3.095 | 7.789 | 2.837 |
| 15.00 | 3.146 | 7.531 | 2.424 | 15.00 | 3.043 | 7.531 | 2.768 |
| | | | | เฉลี่ยรวม | 3.759 | 7.144 | 2.433 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัญชี 16-20-0

1. ความกว้างช่องเปิด 2.5 เซนติเมตร(น้ำหนักหน่วย กรัม)

| ชนิดปุ๋ย 16-20-0 ครั้งที่ 1 | | | | ชนิดปุ๋ย 16-20-0 ครั้งที่ 2 | | | |
|---------------------------------|-------|--------|-------|---------------------------------|-------|--------|-------|
| ความชื้น 5.97% ความกว้าง 2.50cm | | | | ความชื้น 5.97% ความกว้าง 2.50cm | | | |
| ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา | ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา |
| 0.00 | 2.115 | 9.903 | 1.651 | 0.00 | 1.186 | 9.492 | 2.117 |
| 5.00 | 3.456 | 10.522 | 2.785 | 5.00 | 3.711 | 10.058 | 3.668 |
| 10.00 | 3.662 | 10.677 | 3.456 | 10.00 | 3.404 | 10.677 | 3.817 |
| 15.00 | 3.765 | 9.955 | 3.251 | 15.00 | 4.17 | 10.883 | 3.974 |

| ชนิดปุ๋ย 16-20-0 ครั้งที่ 3 | | | | ชนิดปุ๋ย 16-20-0 ครั้งที่ เฉลี่ย | | | |
|---------------------------------|-------|--------|-------|----------------------------------|-------|--------|-------|
| ความชื้น 5.97% ความกว้าง 2.50cm | | | | ความชื้น 5.97% ความกว้าง 2.50cm | | | |
| ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา | ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา |
| 0.00 | 1.599 | 9.441 | 2.475 | 0.00 | 1.633 | 9.612 | 2.081 |
| 5.00 | 4.171 | 10.473 | 3.556 | 5.00 | 3.779 | 10.351 | 3.336 |
| 10.00 | 3.82 | 10.886 | 3.453 | 10.00 | 3.629 | 10.747 | 3.575 |
| 15.00 | 3.672 | 11.498 | 4.023 | 15.00 | 3.869 | 10.779 | 3.749 |
| | | | | เฉลี่ยรวม | 3.228 | 10.372 | 3.186 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความกว้างช่องเปิด 1.5 เซนติเมตร(น้ำหนักหน่วย กรัม)

| ชนิดปุ๋ย 16-20-0 ครั้งที่ 1 | | | | ชนิดปุ๋ย 16-20-0 ครั้งที่ 2 | | | |
|---------------------------------|-------|-------|-------|---------------------------------|-------|-------|-------|
| ความชื้น 5.97% ความกว้าง 1.50cm | | | | ความชื้น 5.97% ความกว้าง 1.50cm | | | |
| ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา | ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา |
| 0.00 | 2.286 | 7.165 | 2.642 | 0.00 | 1.96 | 5.716 | 2.119 |
| 5.00 | 2.682 | 8.046 | 2.931 | 5.00 | 2.874 | 8.408 | 2.703 |
| 10.00 | 2.94 | 7.321 | 3.302 | 10.00 | 3.164 | 8.614 | 2.631 |
| 15.00 | 2.734 | 8.306 | 2.476 | 15.00 | 3.369 | 7.866 | 2.746 |

| ชนิดปุ๋ย 16-20-0 ครั้งที่ 3 | | | | ชนิดปุ๋ย 16-20-0 ครั้งที่ เฉลี่ย | | | |
|---------------------------------|-------|-------|-------|----------------------------------|-------|-------|-------|
| ความชื้น 5.97% ความกว้าง 1.50cm | | | | ความชื้น 5.97% ความกว้าง 1.50cm | | | |
| ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา | ระยะทาง(m) | ซ้าย | กลาง | ขวา |
| 0.00 | 2.115 | 4.776 | 2.12 | 0.00 | 2.120 | 5.886 | 2.294 |
| 5.00 | 3.703 | 7.17 | 3.416 | 5.00 | 3.086 | 7.875 | 3.017 |
| 10.00 | 3.401 | 8.829 | 2.892 | 10.00 | 3.168 | 8.255 | 2.942 |
| 15.00 | 3.972 | 7.376 | 3.312 | 15.00 | 3.358 | 7.849 | 2.845 |
| | | | | เฉลี่ยรวม | 2.933 | 7.466 | 2.774 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ต้องขอขอบคุณ คณาจารย์ของภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกๆท่าน และ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ช่วยอบรมให้มีความรู้สำหรับทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้และทุกๆอย่างสำหรับการประกอบวิชาชีพวิศวกรต่อไป ขอขอบคุณ นายนพพร ตั้งวัฒนสมบูรณ์ และนายชิตพิงศ์ โพธิสุทธิ ที่ช่วยให้ข้อมูลในการทำงาน นายวิโรจน์ เสระศาสตร์ ที่ช่วยในการสร้างเครื่อง สำหรับเจ้าหน้าที่ของภาควิชาวิศวกรรมเกษตรทุกท่านขอขอบคุณที่ช่วยเหลือในการทำงานทุกอย่าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. มุกดา สุขสวัสดิ์, “ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ”, สำนักพิมพ์เดียนสโตร์ ,2543
2. สิ้นธุ์ พันธุ์พินิจ, “การจัดการสนามหญ้า”, สำนักพิมพ์รวมสาริน,2535
3. กิตตินันท์ ธีระวรรณวิไล, “ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับปุ๋ยและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปุ๋ย”, กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร,2542
4. ถวิล กรุฑกุล, “ปุ๋ยเพื่อการเพาะปลูก”, ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,2531
5. พันทิพา อินทรวิชัย, “เครื่องทุ่นแรงฟาร์ม 2”, ศูนย์ฝึกอบรมวิชาการเกษตร,2535
6. ปิยะ ดวงพัตรา, “หลักการและวิธีการใช้ปุ๋ยเคมี”, ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,2538
8. ฉัตรชัย มานะดี, “เครื่องจักรกลเกษตร”, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ,2542
9. สรสิทธิ์ วัชโรทยาน, “คู่มือการปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ย” คณะกรรมการจัดกิจกรรมการเพิ่มทุน ศ.ดร.สรสิทธิ์ วัชโรทยาน,2535
10. สุนทร พูนพิพัฒน์, “เทคโนโลยีการผลิตและการใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์”, ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,2526
11. เอกชัย พฤษย์อำไพ, “สนามหญ้า”,2535
12. พจน์ พรหมบุตร, “การทำสนามหญ้า”, วิทยาลัยเกษตรกรรมบุรีรัมย์,2532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้