ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
หลักสูตรปฐพีวิทยา

เรื่อง

ผลของการจัดการดินที่ปนเปื้อนแคดเมียม และระบบการให้น้ำ ต่อการเจริญเติบโต
และผลผลิตในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

Effect of Soil and Water Management to Growth and Yield in Khao Dawk Mali 105 (KDL 105)
as Grown on Cadmium Contaminated Soil

โดย

นางสาวกัญญา ลายจังหรีด

นายภากร อดิศราลักษณ์

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุกูล ถวิลถึง)
อาจารย์ที่ปรึกษา

หลักสูตรรับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุมิตรา ภู่วโรดม)
ประธานบริหารหลักสูตรปฐพีวิทยา

12 มี.ค. 2555
...../...../.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

ผลของการจัดการดินที่ปนเปื้อนแคดเมียม และระบบการให้น้ำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

Effect of Soil and Water Management to Growth and Yield in Khao Dawk Mali 105 (KDL 105) as grown on cadmium contaminated soil

โดย

นางสาวกัญญา ลายจังหรีด

นายภากร อดิศราลักษณ์

เสนอ

สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช

หลักสูตรปฐพีวิทยา

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

ปีการศึกษา 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง	ผลของการจัดการดินที่ปนเปื้อนแคดเมียม และระบบการให้น้ำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105
โดย	นางสาวกัญญา ลายจังหรีด นายภากร อดิศราลักษณ์
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ปฐพีวิทยา)
หลักสูตร	ปฐพีวิทยา
สาขา	เทคโนโลยีการผลิตพืช
คณะ	เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุกูล ถวิลถึง

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการจัดการดินที่ปนเปื้อนแคดเมียมและระบบการให้น้ำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตในข้าวขาวดอกมะลิ 105 เพื่อประเมินผลของการจัดการดินร่วมกับการจัดการน้ำที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยทำการทดลองในกระถาง มีการจัดกลุ่มการทดลองแบบ 3 x 3 + 1 factorial in CRD (Completely Randomize Design) จำนวน 3 ซ้ำ ซึ่งมี 2 ปัจจัย โดยปัจจัยที่ 1 คือ วิธีการใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 3 ชนิด (Triple super phospate: TSP, Diammonium phosphate: DAP, Phosphate rock: PR) โดยใส่ในอัตรา 5 kg/rai (0.3034 g phosphorus) และปัจจัยที่ 2 คือ การให้น้ำ 3 รูปแบบคือ (i) ให้น้ำอย่างเพียงพอ (Well water: WW) (ii) ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (Slightly dry-wet alternate irrigation: SD โดยมีการให้น้ำเมื่อศักย์ของน้ำมีค่า = -10 kPa) และ (iii) ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (Moderate dry-wet alternate irrigation: MD โดยมีการให้น้ำเมื่อศักย์ของน้ำมีค่า = -20 kPa) รวมทั้งหมด 9 ตำรับการทดลองและมีตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยแต่มีการจัดการน้ำ 3 ตำรับเป็นตำรับควบคุม ทุกตำรับการทดลอง ยกเว้นตำรับควบคุมมีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 24 kg/rai (1.4563 g nitrogen) และปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตรา 6 kg/rai (0.3641 g potassium) ทำการปักดำข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปลูกโดยใช้กล้าอายุ 1 เดือนจำนวน 4 ต้นต่อกระถาง การให้น้ำในระยะแรกตั้งแต่เริ่มปักดำจนถึงระยะออกดอก มีการให้น้ำปกติ (รักษาระดับน้ำที่ 5 cm) หลังจากข้าวออกดอก 7 วันจนถึงระยะเก็บเกี่ยว จัดระบบการให้น้ำเป็น 3 รูปแบบดังกล่าว ทำการเก็บเกี่ยวข้าวเมื่ออายุครบ 120 วัน วัดการเจริญเติบโต, องค์ประกอบของผลผลิต, ผลผลิตต่อไร่ และความเข้มข้นและการดูดดึงธาตุอาหาร ทำการเก็บดินก่อนและหลังการทดลองเพื่อนำมาวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน

จากผลการทดลอง พบว่าดินมี pH ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ pH ของดินก่อนการทดลอง (7.57) โดยจะลดสูงสุดในตำรับที่ใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) ร่วมกับการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) (6.26) สำหรับชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสและการจัดการน้ำที่แตกต่างกันไม่ส่งผลต่อปริมาณอินทรียวัตถุในดิน แต่จะส่งผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สำหรับพืชและปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยการใส่หินฟอสเฟต (RP) จะสูงที่สุด (5.32 และ 74.7 mg/kg ตามลำดับ) ส่วนการจัดการน้ำที่แตกต่างกัน พบว่าการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) จะส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สำหรับพืชและปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด (5.00 และ 72.9 mg/kg ตามลำดับ) ส่วนปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในดิน พบว่าชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสและการจัดการน้ำไม่ส่งผลให้ปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในดินแตกต่างกัน ซึ่งมีปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในดินอยู่ในช่วง 76.4-90.8 mg/kg โดยลดลงจากดินก่อนการทดลองคิดเป็น 7.6-22.3% ส่วนองค์ประกอบของผลผลิตของข้าว พบว่าชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้และการจัดการน้ำไม่ส่งผลให้ความสูง, น้ำหนัก 1000 เมล็ดและเปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มของข้าวแตกต่างกัน แต่จะส่งผลต่อจำนวนรวงต่อกระถาง โดยพบว่าชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสส่งผลให้จำนวนรวงต่อกระถางมีความแตกต่างกัน ซึ่งปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) จะให้จำนวนรวงต่อกระถางสูงสุด (22.4 รวง/กระถาง) สำหรับผลผลิตของข้าวนั้น ชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสและรูปแบบของการจัดการน้ำ ไม่ส่งผลให้น้ำหนักฟาง, น้ำหนักเมล็ด และสัดส่วนเมล็ดต่อฟางที่ได้มีความแตกต่างกัน โดยน้ำหนักฟางต่อไร่อยู่ในช่วง 868-1379 kg/rai ส่วนน้ำหนักเมล็ดต่อไร่อยู่ในช่วง 673-1144 kg/rai และสัดส่วนเมล็ดต่อฟางอยู่ในช่วง 0.61-0.68 ส่วนความเข้มข้นและการดูดดึงธาตุอาหารพืช พบว่าชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสและการจัดการน้ำไม่ส่งผลต่อความเข้มข้นฟอสฟอรัสในฟาง, ความเข้มข้นโพแทสเซียมในเมล็ด, การดูดดึงฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในฟางและการดูดดึงไนโตรเจนและโพแทสเซียมในเมล็ด อย่างไรก็ตามพบว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสส่งผลให้ความเข้มไนโตรเจนและโพแทสเซียมในฟางข้าวแตกต่างกัน โดยการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) จะทำให้มีการสะสมของไนโตรเจนและโพแทสเซียมสูงที่สุด โดยมีความเข้มข้น 1.26 และ 2.14% ตามลำดับ ส่วนการจัดการน้ำพบว่าการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) และการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) จะทำให้มีการสะสมไนโตรเจนและโพแทสเซียมสูงที่สุด โดยมีความเข้มข้น 0.99 และ 2.28% ตามลำดับสำหรับเมล็ดข้าว ในกรณีของไนโตรเจนพบว่าการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) จะทำให้มีการสะสมความเข้มข้นไนโตรเจนสูงสุดเช่นเดียวกับในฟางข้าว (1.64%) และเมื่อมีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) กับการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) จะทำให้ความเข้มข้นไนโตรเจนสูงที่สุด 1.65 และ 1.70% ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นฟอสฟอรัสในเมล็ดพบว่า การจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) จะทำให้มีการสะสมความเข้มข้นฟอสฟอรัสสูงสุด (4.30%) สำหรับการดูดดึงธาตุอาหารพืช โดยการดูดดึงไนโตรเจนในฟางข้าว พบว่าการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) จะทำให้มีการดูดดึงไนโตรเจนสูงสุด (13.12 kg/rai) ส่วนการจัดการน้ำพบว่า ไม่ส่งผลให้มีการดูดดึงไนโตรเจนในฟางข้าว และการดูดดึงฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวพบว่าการใช้ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) จะทำให้มีการดูดดึงฟอสฟอรัสสูงสุด (32.7 kg/rai) และการจัดการน้ำพบว่า ไม่ส่งผลให้มีการดูดดึงฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ปัญหาพิเศษปริญญาตรีฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.นุกูล ถวิลถึง อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่ได้ให้โอกาสทำปัญหาพิเศษ และให้คำปรึกษารวมทั้งร่วมแก้ไขปัญหาตลอดจนคำแนะนำต่างๆ ทำให้การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณนุจรี บุญแปลง คุณนารี พันธุ์จินดาวรรณ ที่กรุณาช่วยเหลือ ให้คำแนะนำต่างๆ และช่วยอำนวยความสะดวกในการยืมอุปกรณ์ต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ

ขอขอบคุณ นายโตวัน ดุลยลา น.ส. จันทนี เกลี้ยงมล และเพื่อนๆ ในหลักสูตรทุกๆ คน ที่ร่วมทำงานต่างๆ เป็นกำลังใจให้และคอยให้ความช่วยเหลือต่างๆ จนสำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบคุณบิดา มารดา ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้ในด้านการเรียนและช่วยในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น

ในการทำปัญหาพิเศษปริญญาตรีฉบับนี้หากมีข้อบกพร่องประการใด ข้าพเจ้าขออภัยในข้อผิดพลาดดังกล่าวไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นางสาวกัญญา ลายจังหรีด

นายภากร อดิศราลักษณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ข
สารบัญภาพ	ค
สารบัญภาคผนวก	ง
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	16
ผลการทดลอง	27
สรุปผลการทดลอง	50
เอกสารอ้างอิง	52
ภาคผนวก	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	อัตราธาตุหลัก สูตรปุ๋ย อัตราปุ๋ยและวิธีการแบ่งใส่ปุ๋ยเคมีสำหรับพันธุ์ข้าวที่ไวต่อช่วงแสง	6
1.2	แหล่งของปุ๋ยฟอสเฟตสำหรับใช้ในนาข้าว	12
1.3	ปริมาณความต้องการน้ำของข้าว	15
2.1	การจัดการปุ๋ยและน้ำ ในแต่ละตำรับการทดลอง	18
2.2	ค่า pH ของดินในน้ำ (ระดับความรุนแรงของความเป็นกรด-ด่างของดิน)	23
2.3	ค่าการนำไฟฟ้าและระดับความเค็มของดิน (EC) ที่สัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของพืช	24
2.4	ระดับอินทรียวัตถุ (Organic Matter) (% Organic Carbon x 1.724)	24
2.5	ระดับปริมาณความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation Exchange -Capacity)	25
2.6	ระดับธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน (USDA)	25
3.1	สมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลอง	27
3.2	สมบัติทางกายภาพของดินก่อนการทดลอง	27
3.3	ความเขียวในแต่ละสัปดาห์ของข้าวขาวดอกมะลิ 105	29
3.4	จำนวนกอในแต่ละสัปดาห์ของข้าวขาวดอกมะลิ 105	30
3.5	ความสูงของข้าวขาวดอกมะลิ 105	32
3.6	องค์ประกอบของผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105	34
3.7	ผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105	37
3.8	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในฟางข้าวขาวดอกมะลิ 105	39
3.9	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105	41
3.10	การดึงดูดธาตุอาหารในฟางข้าวขาวดอกมะลิ 105	42
3.11	การดึงดูดธาตุอาหารในเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105	44
3.12	สมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
1.1	ระยะการใส่ปุ๋ยเคมีที่แนะนำสำหรับข้าวไวต่อช่วงแสง	6
2.1	ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง	26
3.1	กราฟการจัดการน้ำต่อความสัมพันธ์ระหว่างความเขียวและจำนวนกอในแต่ละสัปดาห์	31
3.2	กราฟชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อความสัมพันธ์ระหว่างความเขียวและจำนวนกอในแต่ละสัปดาห์	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ตารางผนวกที่		**หน้า**
ก 1.1.1	ค่าความเขียว (SPAD) ในสัปดาห์ที่ 1-8	56
ก 1.1.2	เปรียบเทียบความเขียว (SPAD) ระหว่างการจัดการน้ำและชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัส	57
ก 1.2.1	จำนวนกอในสัปดาห์ที่ 1-8 ตั้งแต่วันที่ 21 ก.ย. 54 – 27 ต.ค. 54	62
ก 1.2.2	เปรียบเทียบกอ (Clump) ระหว่างการจัดการน้ำและชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัส	63
ก 1.3.1	ความสูงของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105	68
ก 1.3.2	เปรียบเทียบความสูง (height) ระหว่างการจัดการน้ำและชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัส	69
ก 2.1	องค์ประกอบของผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105	70
ก 2.2	เปรียบเทียบองค์ประกอบของผลผลิตระหว่างการจัดการน้ำและชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัส	71
ก 3.1	ผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105	73
ก 3.2	เปรียบเทียบผลผลิตระหว่างการจัดการน้ำและชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัส	74

ภาคผนวก ข.

ตารางผนวกที่		**หน้า**
ข 1.1	ความเข้มข้นและการดูดดึงธาตุอาหารในฟางข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105	77
ข 1.2	เปรียบเทียบความเข้มข้นและการดูดดึงธาตุอาหารระหว่างการจัดการน้ำและชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสในฟาง	78
ข 2.1	ความเข้มข้นและการดูดดึงธาตุอาหารในเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105	82
ข 2.2	เปรียบเทียบความเข้มข้นและการดูดดึงธาตุอาหารระหว่างการจัดการน้ำและชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105	83

ภาคผนวก ค.

ตารางผนวกที่		**หน้า**
ค.1)	ค่าวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง	87
ค.2)	เปรียบเทียบค่าวิเคราะห์ดินหลังการทดลองระหว่างการจัดการน้ำและชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก(ต่อ)

ภาคผนวก ง. ตารางผนวกที่		หน้า
ง.1)	น้ำหนักและเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าว	95
ง.2)	การเจริญเติบโตและองค์ประกอบของผลผลิต	96
ง.3)	ความเขียวและจำนวนกอ	97
ง.4)	ผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105	99
ง.5)	ปริมาณเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในข้าว	100
ง.6)	ปริมาณเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส (P_2O_5) ในข้าว	102
ง.7)	ปริมาณเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม (K_2O) ในข้าว	104
ง.8)	ค่าวิเคราะห์ pH และ EC ของดินหลังการทดลอง	106
ง.9)	ค่าวิเคราะห์ Organic matter ในดินหลังการทดลอง	107
ง.10)	ค่าวิเคราะห์ Available P ในดินหลังการทดลอง	108
ง.11)	ค่าวิเคราะห์ Total P ในดินหลังการทดลอง	109
ง.12)	ค่าวิเคราะห์ Exchangeable base (Ca,Mg,K,Na) ในดิน	110
ง.13)	ค่าวิเคราะห์ Cd ในดินหลังการทดลอง	112
ง.14)	ค่าวิเคราะห์ Zn ในดินหลังการทดลอง	113

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

การดำเนินกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์มีส่วนในการส่งเสริมให้มีสารโลหะหนักโดยเฉพาะแคดเมียมปนเปื้อนออกมาสู่ธรรมชาติ ในปัจจุบันมีหลายหน่วยงานทั้งทางด้านการเกษตร และสิ่งแวดล้อม ได้พยายามเข้าไปแก้ปัญหาการปนเปื้อนแคดเมียมดังกล่าว โดยการหามาตรการในการตัดการปนเปื้อนแคดเมียมในห่วงโซ่อาหารที่ได้ส่งผลเสียต่อสุขภาพของประชากรในท้องที่แล้ว และหนึ่งในมาตรการที่นำมาใช้ คือ การส่งเสริมให้เกษตรกรเปลี่ยนมาปลูกพืชพลังงานทดแทนโดยเฉพาะอ้อย และมีการตั้งโรงงานผลิตเอทานอลในท้องที่ดังกล่าว เพื่อนำมาผลิตแก๊สโซฮอลล์ อย่างไรก็ตามเนื่องจากพื้นที่เดิมเป็นแหล่งปลูกข้าวคุณภาพดี ได้รับรางวัลในระดับชาติติดต่อกันหลายปี (Hoda et. Al., 2010) และข้าวยังเป็นอาหารหลักสำหรับประชากรในท้องถิ่น ที่ทำการปลูกเพื่อบริโภคเองมาเป็นเวลานาน ประกอบกับการที่พื้นที่เดิมเป็นที่ลุ่มเหมาะสำหรับปลูกข้าว ทำให้เกิดปัญหาเรื่องน้ำท่วม เมื่อเปลี่ยนไปปลูกพืชชนิดอื่น ดังนั้นจึงมีเกษตรกรจำนวนมากยังคงทำนาในบริเวณที่ปนเปื้อนด้วยแคดเมียมดังกล่าว โดยธรรมชาติแคดเมียมเป็นโลหะหนักที่เคลื่อนย้ายได้ดี และอยู่ในรูปที่สามารถเข้าสู่ระบบชีวภาพ (bioavailability) ได้ ส่งผลให้พืชสามารถดูดดึงได้ในปริมาณสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้าว (Cheng Wang-da et. al., 2009) ได้มีการศึกษาหาเทคโนโลยีในการลดการสะสมแคดเมียมในเมล็ดข้าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศญี่ปุ่น และสาธารณรัฐประชาชนจีน มีการศึกษาที่ค่อนข้างเข้มข้น เช่น การจัดการระบบการให้น้ำ (Takijima et. al. 1973, Huang Dong-Fen et. al. 2008) การใส่ปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมัก (Sato et. al. 2010) การเลือกพันธุ์ข้าวที่ดูดดึงแคดเมียมในระดับต่ำ (Morishita et. al. 1987, Arao and Makino, 2010) การเติมปูนเพื่อปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างของดิน การให้ปุ๋ยซิลิกา (silica) ในข้าว (Shi et. al., 2005, Chuanping Liu at. al., 2008) การใส่ปุ๋ยฟอสเฟตเพื่อลดการเคลื่อนย้ายแคดเมียมในดิน (Thawornchaisit and Polprasert, 2009) การฟื้นฟูดินโดยวิธีทางกายภาพและเคมี และการบำบัดด้วยพืชสีเขียว (Sato et. al., 2010) จากที่กล่าวมาจะเห็นว่า มีการศึกษาค่อนข้างน้อยในประเทศไทย ดังนั้นถ้าหากได้มีการศึกษาหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ สภาพดิน และระดับการปนเปื้อน มีการลงทุนไม่สูงมากนัก และเกษตรกรในท้องถิ่นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ น่าจะสามารถลดระดับการปนเปื้อนแคดเมียมในข้าว และยังรักษาระดับผลผลิตของข้าวให้อยู่ในระดับที่พอใจของเกษตรกรได้

การปนเปื้อนโลหะหนักในดินที่ทำการเกษตร นับว่าเป็นปัญหาความสำคัญในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปนเปื้อนแคดเมียม สาเหตุสำคัญมักเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การทำเหมืองแร่ (เหมืองสังกะสี ตะกั่วและทองแดง) จากควันหรือไอระเหยจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง จากการเผาไหม้ของกากของเสีย หรือขยะจากโรงถลุงโลหะ จากการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตที่มีแคดเมียมเจือปน จากพื้นที่ฝังกลบขยะที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้โลหะแคดเมียม และจากการใช้กากอุตสาหกรรม เป็นต้น ในประเทศไทยมีการรายงานปัญหาการปนเปื้อนแคดเมียมในดิน ตั้งแต่ปี 2546 โดยกรมวิชาการเกษตรร่วมสถาบันการจัดการคุณภาพน้ำ (International Water Management Institute, IWMI) ได้รายงานผลการศึกษาที่ได้ทำติดต่อกันเป็นเวลา 6 ปี (2541-2546) โดยในช่วงแรก พบการปนเปื้อนแคดเมียมในดิน บริเวณรอบๆ แหล่งแร่สังกะสี ที่ตำบลพระธาตุผาแดง อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก จากการวิเคราะห์ดิน จำนวน 154 ตัวอย่าง พบปริมาณแคดเมียมตั้งแต่ 3.4-284 mg/kg ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานที่สมาคมเศรษฐกิจยุโรป ที่

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดไว้ไม่เกิน 3 mg/kg นอกจากนี้ยังพบว่าร้อยละ 90 ของข้าวที่สุ่มตรวจ มีปริมาณแคดเมียม 0.1-4.4 mg/kg ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ปลูกบริเวณอื่น มีปริมาณแคดเมียมเพียง 0.043 mg/kg (พิชิต และ สุรสิทธิ์, 2542) ปริมาณแคดเมียมที่พบนี้มีค่าอยู่ในช่วงเดียวกับข้าวที่ก่อให้เกิดโรคอิไต-อิไต ในประเทศญี่ปุ่น หากบริโภคติดต่อกันเป็นเวลานาน ส่วนผลการศึกษาช่วงที่สอง ได้ขยายพื้นที่ศึกษาจากช่วงแรกมาตามลำห้วยแม่ตาว และ บริเวณตำบลพระธาตุผาแดง และตำบลแม่ตาว อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก พบปริมาณแคดเมียมในดินสูงมาก สูงกว่าค่ามาตรฐานประชาคมเศรษฐกิจยุโรปถึง 72 เท่า (0.46-218 mg/kg) ในขณะที่กว่าร้อยละ 80 ของตัวอย่างข้าวมีค่าของแคดเมียมสูงกว่าค่ามาตรฐานของญี่ปุ่นและองค์การอาหารและเกษตร (FAO) (Simmons et. Al., 2005)

ข้าวเป็นพืชที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจไทยในปัจจุบันเป็นอย่างมากอย่างไรก็ตามในดินที่มีการปนเปื้อนแคดเมียมอาจมีการสะสมแคดเมียมซึ่งอาจส่งผลต่อสุขภาพของผู้บริโภคดังกล่าวมาแล้ว ดังนั้นถ้าหากมีการศึกษาวิธีการจัดการที่จะลดปริมาณแคดเมียมในข้าวได้และไม่ส่งผลด้านการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว ก็น่าจะส่งผลดีต่อการปลูกในท้องถิ่นนั้น ๆ โดยเฉพาะข้าวขาวดอกมะลิ 105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการจัดการดินและระบบการให้น้ำ ที่มีต่อสมบัติของดินที่ปนเปื้อนด้วยแคดเมียม
2. เพื่อศึกษาผลของการจัดการดินร่วมกับการจัดการระบบการให้น้ำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) ตรวจเอกสาร

1.1 ข้าวขาวดอกมะลิ 105

ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เริ่มค้นพบเมื่อ ปี พ.ศ.2497 สถานีทดลองข้าวโคกสำโรง ได้ก่อตั้งเป็นครั้งแรก มีหน้าที่ดำเนินการทดลอง ค้นคว้า การคัดพันธุ์ข้าว ฯลฯ ทำการทดลองในพื้นที่ของสถานีทดลองข้าวโคกสำโรง ตำบลถลุงเหล็ก อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี ต่อมาในปี พ.ศ.2498 พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ เป็นจำนวนหนึ่งในการปลูกคัดพันธุ์ในการทดลองร่วมกับสายพันธุ์อื่นๆ หลายพันธุ์ เฉพาะพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิได้นำมาปลูกคัดเลือกสายพันธุ์บริสุทธิ์ ที่สถานีทดลองข้าวโคกสำโรงแห่งนี้เป็นแห่งแรก พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิเป็นข้าวเจ้าที่มีกลิ่นหอมพื้นเมือง ซึ่งไม่เคยมีการปลูกคัดสายพันธุ์มาก่อนเลยโดยมีนาย สุนทร สีหะเนิน พนักงานเกษตรอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ได้รวบรวมรวงข้าวพันธุ์ขาวขาวดอกมะลิจากชาวนา จำนวน 199 รวง หลังจากนั้นในปี พ.ศ. 2500 นำไปปลูกเปรียบเทียบผลผลิตที่สถานีทดลองข้าวโคกสำโรงและนาเกษตรกรในภาคเหนือ ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 4-2-105 (ตัวเลข 4 หมายถึงท้องถิ่นที่เก็บรวบรวมคืออำเภอบางคล้า, 2 หมายถึงหมายเลขประจำพันธุ์คือพันธุ์ข้าวพันธุ์ที่ 2 และ 105 หมายถึงรวงที่ 105) ให้ผลผลิตสูงประมาณ 515 กิโลกรัมต่อไร่ ลำต้นสูงประมาณ 140 เซนติเมตร น้ำหนัก 1000 เมล็ด 27.7 กรัม เมล็ดข้าวนุ่มมีกลิ่นหอม ทนแล้งได้ดีพอสมควรทนต่อสภาพดินเปรี้ยว และดินเค็ม สามารถปรับตัวในสภาพพื้นที่ต่าง ๆ ได้ดี ไม่ต้านทานโรคใบสีส้ม โรคขอบใบแห้ง โรคไหม้ และโรคใบหงิก ไม่ต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยจักจั่นสีเขียว และหนอนกอคณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ได้มีมติให้เป็นพันธุ์ส่งเสริมออกขยายพันธุ์ได้ชื่อพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม 2502 ปัจจุบันประเทศไทยส่งออกข้าวปีละประมาณ 5-6 ล้านตันและเป็นข้าวขาวดอกมะลิเกือบครึ่งหนึ่งของปริมาณที่ส่งออก (กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์)

ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นข้าวที่มีคุณภาพดีที่สุดและราคาแพงที่สุดของประเทศไทย เป็นที่นิยมบริโภคทั้งในประเทศ และต่างประเทศสำหรับตลาดต่างประเทศ ผู้บริโภคที่มีฐานะดี มีกำลังซื้อสูงปัจจุบันการขยายปริมาณกาส่งออกมีลู่ทางแจ่มใสกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ ปริมาณการส่งออกเพิ่มจาก 148,544 ตัน ในปี 2532 ในปี 2536 ประเทศที่เป็นลูกค้าข้าวหอมมะลิ ได้แก่ ฮ่องกง สิงคโปร์ สหรัฐอเมริกา คุณสมบัติที่ส่ง ให้ข้าวหอมมะลิเป็นข้าวคุณภาพสูง และข้าวเปลือกเรียวยาว ได้ขนาดมาตรฐานข้าวชั้นหนึ่ง เมื่อสีเป็นข้าวสารจะได้ข้าวเรียว ยาว ขาวใส เป็นเงาแกร่งและมีท้องไข่น้อย ถ้าเป็นข้าวที่ข้าวสารก็มีกลิ่นหอมเมื่อหุงเป็นข้าวสุกก็จะรสชาติ ดี ข้าวหอมมะลิจัดเป็นข้าวที่มีอะมิโลสต่ำ คือ ประมาณ 12-18% ทำให้ข้าวสุกมีความอ่อนนุ่มนิ่มชื่อที่ผู้บริโภคและผู้ประกอบการค้าข้าวนิยมเรียกโดยเพี้ยนมากจากขาวดอกมะลิ และมีชื่อเป็นทางการว่าขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งมีความหมายว่า ประเภทข้าวขาว เพราะข้าวเปลือกมีสีขาวหรือสีฟาง และมีกลิ่นหอม คล้ายกลิ่นดอกมะลิสำหรับหมายเลข 105 นั้น ได้มาจาก ขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ (กฤษฎา สัมพันธารักษ์ (2531) ,คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) โดยการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ได้กำหนดแนวทางปฏิบัติเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของขาวดอกมะลิ 105 ดังนี้

1. กำหนดวันปลูกที่เหมาะสม ข้าวขาวของดอกมะลิ 105 เป็นข้าวไวแสง ในช่วงปลูกปกติจะออกดอก ประมาณวันที่ 20 ตุลาคมและสามารถเก็บเกี่ยวได้ประมาณวันที่ 20 พฤศจิกายน หากต้องปลูกต้น

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฤดู หรือปลูกเร็วกว่าปกติเนื่องจากฝนเร็วหรือเพื่อรอฝน ทำให้ต้นข้าวมีระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นมาก เกินพอ มีระยะ Lag vagetative period ยาว ต้นข้าวสูงเพราะมีการยืดลำต้นมาก ทำให้ล้มก่อนระยะ ออกรวงเมล็ดลีบมากและผลผลิตตกต่ำแต่ถ้าปลูกช้าเกินไปมีช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้นสั้นช่วงระยะ การแตกกอสั้นไม่เพียงพอต่อการสร้างมวลชีวภาพให้มากเพื่อสามารถให้ผลผลิตสูงได้ ทำให้ได้ผลผลิต ต่ำเช่นกัน ดังนั้นการที่จะเพิ่มผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ให้สูงขึ้น จึงควรกำหนดวันปลูกให้เหมาะ สมโดยให้ต้นข้าวมีอายุการเจริญเติบโต ตั้งแต่เมล็ดงอกจนถึงเก็บเกี่ยว ประมาณ 120 วัน หากปลูกโดย วิธีปักดำควรตกกล้าประมาณกลางเดือนกรกฎาคม และปักดำประมาณกลางเดือนสิงหาคม นอกจากเพื่อ ให้ได้อายุการเจริญเติบโตที่เหมาะสมแล้ว การกำหนดช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสมยังหมายถึงการปลูกใน ช่วงที่สามารถหลีกเลี่ยงภัยธรรมชาติ เช่น ภาวะแห้งแล้ง น้ำท่วมและการระบาดของโรคแมลงศัตรูข้าว อีกด้วยเนื่องจากพื้นที่ปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ส่วนใหญ่อยู่ในเขตนาน้ำฝน บ่อยครั้งการกำหนดช่วง ปลูกให้เหมาะสมไม่สามารถทำได้สะดวกนัก จึงมีข้อแนะนำประกอบเพิ่มเติมดังนี้

1.1 ในกรณีที่จำเป็นต้องปลูกเร็วกว่าปกติ เนื่องจากฝนมาเร็วหรือต้องปลูกรอฝนให้ระมัดระวังเรื่องการใช้ปุ๋ยให้เหมาะสม โดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจน ควรใช้ตามความจำเป็นโดยพิจารณาถึงความอุดมสมบูรณ์ของดินและความต้องการของต้นข้าว เพื่อให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในใบข้าวในช่วงระยะแตกกอถึงแตกกอสูงสุดและในระยะสร้างรวงอ่อนถึงระยะออกรวงประมาณ 1.5%

1.2 ในกรณีที่ต้องปลูกล่ากว่าปกติ เนื่องจากฝนมาช้า แนะนำให้ใช้ระยะปลูกชิด 20 x 15 ซ.ม. จำนวนต้นกล้า 8 ต้นต่อจับ หรือปลูกโดยวิธีหว่านและใช้ปุ๋ยตามสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดิน เพื่อ รักษาความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในใบข้าวในช่วงแตกกอ ถึงออกรวงประมาณ 1.5%

2. ใช้วิธีเขตกรรมที่เหมาะสม วิธีการทางเขตกรรม เช่น วิธีการปลูก ระยะปลูก จำนวนต้นกล้าต่อกอและอายุกล้าที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มจำนวนต้นข้าวทดแทนการแตกกอเนื่องจากการใช้ปุ๋ยเคมี เช่น ปักดำ ระยะชิดประมาณ 20 x 20 ซ.ม. จำนวน 5 – 8 ต้นต่อจับ ใช้อายุกล้าประมาณ 30 - 35 วัน หรือปลูกโดยวิธีหว่านโดยเฉพาะในกรณีที่จำเป็นต้องปลูกล่าทำให้การพัฒนาดัชนีพื้นที่ใบเร็ว สร้างมวลชีวภาพสูงและดัชนีเก็บเกี่ยวสูง ได้จำนวนต้นต่อพื้นที่มากและมีขนาดหรืออายุใกล้เคียงกันออก รวง พร้อมกัน เปอร์เซ็นต์ต้นที่ให้รวงสูง ได้จำนวนรวงต่อพื้นที่ปลูกมาก ทำให้ผลผลิตสูงและคุณภาพดี

3. การใช้ปุ๋ย ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีรูปแบบทรงต้นแบบข้าวพันธุ์พื้นเมืองตอบสนอง ต่อปุ๋ยค่อนข้างต่ำ การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเร่งการแตกกอเพื่อเพิ่มจำนวนต้นข้าว อาจทำให้ต้นข้าวมีอายุที่ แตกต่างกันมากเป็นสาเหตุสำคัญทำให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวที่ให้รวงต่ำ หากได้รับปุ๋ยมากเกินไปอาจทำให้ ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบข้าวสูงกว่าที่ควร มีการเจริญเติบโตทางลำต้นเกินสมดุล เกิดการบังแสง แตดภายในทรงพุ่มสูง ลำต้นอ่อน ล้มง่าย เมล็ดลีบมากและผลผลิตต่ำได้ นอกจากนั้นอาจทำให้คุณภาพ ของข้าวหอมดอกมะลิ 105 เปลี่ยนแปลง เช่น เมล็ดอ้วนกว่าปกติ ความเลื่อมมันลดลง เมล็ดขุ่น มากขึ้นและเมล็ดข้าวสารสีคล้ำขึ้น เป็นต้น

ดังนั้นการใช้ปุ๋ยเคมีในข้าวขาวดอกมะลิ 105 จึงน่าจะเน้นเพื่อเพิ่มความสมบูรณ์และความเข้มแข็งของต้นข้าวมากกว่าเพื่อการแตกกอ โดยใส่ทีละน้อยประมาณ 2-3 กก. ไนโตรเจนต่อไร่ แต่ใส่หลายครั้งเพื่อรักษาระดับความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในใบข้าวประมาณ 1.5% ทำให้ต้นข้าว แข็งแรงไม่ล้มง่ายและให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลผลิตสูง ทั้งยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยอีกด้วย โดยอัตราและระยะเวลาใส่ปุ๋ยแสดงในตารางที่ 1.1 และ รูปที่ 1.1 ตามลำดับ

ตารางที่ 1.1 อัตราธาตุหลัก สูตรปุ๋ย อัตราปุ๋ยและวิธีการแบ่งใส่ปุ๋ยเคมีสำหรับพันธุ์ข้าวที่ไวต่อช่วงแสง

เนื้อดิน	อัตราธาตุหลัก (กก./ไร่)	สูตรปุ๋ยและอัตราปุ๋ยที่ใส่แต่ละครั้ง **	
	(N1+N2)* - P_2O_5 – K_2O	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
ดินเหนียว	(4+4) – 5 - 0	16-20-0, 20-20-0 25 กก./ไร่	46-0-0 9 กก./ไร่
ดินร่วนและดินทราย	(4+4) – 5 - 2	16-20-8 หรือสูตรใกล้เคียง 25 กก./ไร่	46-0-0 9 กก./ไร่

* N1 คืออัตราของไนโตรเจนสำหรับใส่ครั้งที่ 1 และ N2 คืออัตราของไนโตรเจนสำหรับใส่ครั้งที่ 2

** ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 สำหรับนาดำควรใส่ปุ๋ยรองพื้นก่อนปักดำ หรือใส่หลังปักดำ 7 วัน ส่วนนาหว่านควรใส่ 15-20 วัน หลังจากข้าวงอกใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ระยะข้าวกำเนิดช่อดอก (IPP)

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2548)

รูปที่ 1.1 ระยะการใส่ปุ๋ยเคมีที่แนะนำสำหรับข้าวไวต่อช่วงแสง

ที่มา : สำนักเมล็ดพันธุ์ข้าว กรมการข้าว (2550)

4. การจัดน้ำ ควรรักษาระดับน้ำในนาให้น้อยที่สุดตลอดฤดูปลูกไม่ควรเกิน 10 ซ.ม เพื่อลด ปัญหายืดปล้อง ทำให้ต้นข้าวแข็งแรงไม่ล้มง่ายและควรระบายน้ำออกหลังข้าวออกรวงประมาณ 15 – 20 วัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่ปลูก และควรเก็บเกี่ยวข้าวหลังจากออกรวงประมาณ 25 – 30 วัน (คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่ (2526) ,คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2) ปัญหาดินที่ปนเปื้อนแคดเมียม

การปนเปื้อนของแคดเมียมในดิน ที่อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ส่งผลให้มีการปนเปื้อนของแคดเมียมในห่วงโซ่อาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในข้าวที่เป็นพืชอาหารหลัก กรมวิชาการเกษตรร่วมสถาบันการจัดการคุณภาพน้ำ (International Water Management Institute, IWMI) รายงานผลการศึกษาที่ทำติดต่อกันเป็นเวลา 6 ปี (2541-2546) พบปริมาณแคดเมียมในดิน จากจำนวน 154 ตัวอย่าง พบปริมาณแคดเมียมตั้งแต่ 3.4-284 mg/kg ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานที่สมาคมเศรษฐกิจยุโรป ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 3 mg/kg (Simmons et. Al., 2005) นอกจากนี้ยังพบว่าร้อยละ 90 ของข้าวที่สุ่มตรวจ มีปริมาณแคดเมียม 0.1-4.4 mg/kg ซึ่งเปรียบเทียบกับข้าวที่ปลูกบริเวณอื่น มีปริมาณแคดเมียมเพียง 0.043 mg/kg (พิชิต และ สุรสิทธิ์, 2542) ปริมาณแคดเมียมที่พบนี้มีค่าอยู่ในช่วงเดียวกับข้าวที่ก่อให้เกิดโรคอิไต-อิไต ในประเทศญี่ปุ่น หากบริโภคติดต่อกันเป็นเวลานาน และจากการขยายพื้นที่ศึกษาจากช่วงแรกมาตามลำห้วยแม่ดาว และ บริเวณตำบลพระธาตุผาแดง และตำบลแม่ดาว อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก พบปริมาณแคดเมียมในดินสูงมาก สูงกว่าค่ามาตรฐานประชาคมเศรษฐกิจยุโรปถึง 72 เท่า (0.46-218 mg/kg) (Simmons et. Al., 2005) นักวิจัยได้สรุปสาเหตุการปนเปื้อนว่า น่าจะเกิดจากการที่ฝนตกชะหน้าดินที่อุดมด้วยแร่สังกะสีและแคดเมียม ลงสู่ต้นน้ำของลำน้ำธรรมชาติ คือ ห้วยแม่ดาว ในกรณีนี้ทำให้เกิดการสะสมในตะกอนท้องน้ำ เมื่อปล่อยน้ำเข้าสู่แปลงเกษตรทำให้เกิดการแพร่กระจายต่อๆไป อย่างไรก็ตามนักวิจัยสรุปว่าไม่มีหลักฐานเพียงพอที่จะกล่าวว่า สารแคดเมียมมาจากเหมืองสังกะสีที่เปิดทำการอยู่ในบริเวณที่พบการปนเปื้อนนี้ (Simmons et. Al., 2009) คณะทำงานเฉพาะกิจตรวจสอบและแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนสารแคดเมียมบริเวณ อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ระบุว่าขณะนี้มีประชากรที่อาศัยอยู่ในบริเวณดังกล่าว 5,756 คน มีผลผลิตข้าวถึง 7,592 ตันต่อปี มีพื้นที่นาข้าวรวม 2,201 เฮกแตร์ ข้าวจะถูกนำไปจำหน่ายที่อำเภอแม่สอด ที่มีประชากรรวมถึง 106,413 คน

โดยธรรมชาติแคดเมียมเป็นโลหะหนักที่เคลื่อนย้ายได้ดี และอยู่ในรูปที่สามารถเข้าสู่ระบบชีวภาพ (Bioavailability) ได้ เมื่อมีการปนเปื้อนแคดเมียมในดิน จึงทำให้พืชสามารถดูดดึงได้ในปริมาณสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในข้าว (Cheng Wang-da et. al., 2009) ได้มีการศึกษาหาเทคโนโลยีต่างๆ ในการลดการสะสมแคดเมียมในเมล็ดข้าว เช่น การจัดการระบบการให้น้ำ โดย Huang Dong-Fen et. al. (2008) ทำการศึกษาระบบการให้น้ำที่มีต่อการสะสมแคดเมียมและผลผลิตของข้าว โดยมีการจัดระบบการให้น้ำ 3 รูปแบบ หลังจากข้าวออกดอก 7 วัน จนถึงระยะเก็บเกี่ยว คือ ให้น้ำอย่างเพียงพอ (well-water: WW) ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้ง (moderate dry-wet alternate irrigation: MD) และ ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้งที่ค่อนข้างรุนแรง (severe dry-wet alternate irrigation: SD) จากผลการทดลองพบว่า ระบบ WW และ MD ให้ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกัน แต่ผลผลิตลดลงในระบบ SD และยังพบว่า ทั้งระบบ MD และ SD ทำให้มีความเข้มข้นของแคดเมียมในราก และสัดส่วนของแคดเมียมที่พบในรากสูงขึ้น ในขณะที่พบความเข้มข้นและสัดส่วนที่พบในลำต้นและใบลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าระบบ MD สามารถลดสัดส่วนของแคดเมียมที่พบในเมล็ดได้อย่างชัดเจน และพบแนวโน้มว่ามีความเข้มข้นของแคดเมียมในเมล็ดข้าวลดลงทั้งในข้าวเปลือกและข้าวสาร อย่างไรก็ตามกลับพบว่าในขณะที่ระบบ SD ทำให้ความเข้มข้นของแคดเมียมในเมล็ดข้าวสูงขึ้น

การใส่ปุ๋ยฟอสเฟตสามารถลดการเคลื่อนย้ายแคดเมียมในดินได้ โดย Thawornchaisit and Polprasert (2009) ทำการศึกษาหาวิธีการทำให้แคดเมียมเสถียร (stabilization) ในดิน โดยการเติมปุ๋ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟอสเฟต 3 ชนิด (Triple superphospate: TSP, Diammonium phosphate: DAP และ Phosphate rock: PR) หลังจากบ่มปุ๋ยทั้ง 3 ชนิดกับดินที่ปนเปื้อนด้วยแคดเมียม เป็นเวลา 60 วัน พบว่า TSP สามารถลดปริมาณแคดเมียมใน leachate ได้สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (306 mg/kg) โดยลดได้ 140 mg/kg รองลงมาคือ DAP (34 mg/kg) ในขณะที่ PR ลดได้ 7 mg/kg นอกจากนี้ยังพบว่าประสิทธิภาพของฟอสเฟตในการทำให้แคดเมียมเสถียร ขึ้นอยู่กับสัดส่วนโดยโมลของฟอสเฟตต่อแคดเมียม (mole ratio) โดยพบว่าสัดส่วน PO_4/Cd 2:1 ให้ประสิทธิภาพสูงที่สุด และระยะเวลาในการบ่มอย่างน้อย 21 วัน สำหรับ TSP และ 28 วัน สำหรับ DAP นอกจากนี้ Brown et. al. (2004) ยังแสดงให้เห็นว่าฟอสเฟตสามารถลดอัตราการเข้าสู่ระบบชีวภาพ (bioavailability) ของแคดเมียมได้ โดยเก็บดินที่ปนเปื้อนด้วยแคดเมียม จากการทำเหมืองสังกะสี และตะกั่ว ในรัฐมิสซูรี่ สหรัฐอเมริกา แล้วนำมาทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยการเติมฟอสเฟตในตำรับต่างๆ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยหมัก ขณะเดียวกันทำการทดลองในแปลงปลูกหญ้า Fescue ที่ใช้เลี้ยงสัตว์ควบคู่ไปด้วย จากผลการทดลองพบว่า การใส่ 3.2% Triple super phosphate และ 1% Phosphoric acid (H_3PO_4) ก็สามารถลดการสะสมแคดเมียมในพืชได้เช่นกัน เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม ในขณะที่การใส่ Phosphate rock และการใส่ฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยหมัก กลับไม่มีผลต่อการลดอัตราการเข้าสู่ระบบชีวภาพ (bioavailability) ของแคดเมียม ซึ่งผู้วิจัยรายงานว่าการเติมฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักมีผลให้ผลในทางลบต่อการลดอัตราการเข้าสู่ระบบชีวภาพ (bioavailability) ของแคดเมียม อาจเนื่องมาจากฟอสเฟตและปุ๋ยหมักมีปฏิกิริยาต่อกันเอง ทำให้ลดการทำปฏิกิริยากับแคดเมียม

การเลือกพันธุ์ข้าวก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาการปลูกข้าวในดินที่ปนเปื้อนด้วยแคดเมียม โดยทั่วไปพบว่าปริมาณการสะสมแคดเมียมในเมล็ดข้าวขึ้นอยู่กับผลผลิตของเมล็ด โดยพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงจะมีการสะสมแคดเมียมสูงตามไปด้วย เพราะว่ามีระบบรากที่ดี และมีมวลของรากสูง ทำให้สามารถดูดดึงแคดเมียมได้สูง Liu et. al. (2005) พบว่าปริมาณการสะสมแคดเมียมในข้าว มีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณและกิจกรรมของราก ทำให้ข้าวแต่ละพันธุ์มีการสะสมแคดเมียมแตกต่างกัน Arao and Ae (2003) ทำการประเมินการสะสมแคดเมียมในข้าวจำนวน 49 พันธุ์ โดยปลูกในกระถางที่จำลองการปนเปื้อนด้วยแคดเมียม จากการศึกษาพบว่า มีความแตกต่างในการสะสมแคดเมียมอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ข้าว แต่พบความแตกต่างค่อนข้างน้อย เมื่อเปรียบเทียบระหว่างดิน โดยชิ้นส่วนของข้าวที่พบว่ามีการสะสมแคดเมียมแตกต่างกันมากในแต่ละพันธุ์ คือ ราก ลำต้น และใบ ในขณะที่การสะสมแคดเมียมในเมล็ดจะขึ้นอยู่กับกลไกการเคลื่อนย้ายแคดเมียมจากลำต้นสู่เมล็ดของแต่ละสายพันธุ์

Shi et. al. (2005) รายงานว่าซิลิกา (silica) สามารถเพิ่มความต้านทานการเป็นพิษของแคดเมียมในข้าวได้ โดยทดลองปลูกข้าวในระบบไฮโดรโพนิกส์ (Hydroponics) ที่มีการเติมแคดเมียมให้อยู่ในระดับที่เป็นพิษ พบว่าซิลิกา (silica) ส่งผลให้มีการสะสมแคดเมียมในราก และยับยั้งการเคลื่อนย้ายแคดเมียมจากรากไปยังลำต้น โดยสามารถลดการสะสมในลำต้นได้ถึง 33% ผู้วิจัยระบุว่าซิลิกา (silica) มีบทบาทคล้ายกับ ลิกนิน (lignin) และเป็นองค์ประกอบสำคัญในผนังเซลล์ของรากพืชที่มีแคดเมียมไปสะสมอยู่ นอกจากนี้ Chuanping Liu at. al. (2008) ยังรายงานผลของการให้ปุ๋ยซิลิกา (silica) ทางใบสามารถลดปริมาณการสะสมแคดเมียมในเมล็ดข้าวได้ โดยไม่มีผลต่อการสะสมในลำต้น ระยะที่เหมาะสมในการให้ปุ๋ยซิลิกา (silica) ทางใบ คือระยะข้าวแตกกอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3) ปุ๋ยฟอสเฟตต่อการเจริญเติบโตของข้าวขาวดอกมะลิ 105

1.3.1 ปุ๋ยฟอสฟอรัส(phosphorus fertilizer)

ธาตุฟอสฟอรัส เป็นธาตุอาหารหลักที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช และพืชต้องการในปริมาณที่มากเนื่องจากฟอสฟอรัสมีความสำคัญต่อการช่วยเก็บและเปลี่ยนรูปพลังงาน กับขบวนการสร้างและทำลายต่างๆ ภายในพืช เช่น ขบวนการ ไกลโคไลซีส ขบวนการสร้างพวกน้ำตาล แป้ง และโปรตีน นอกจากนั้นยังเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ของ อา เอ็น เอ (RNA) และ ดี เอ็น เอ (DNA) ฟอสฟอรัสยังช่วยเร่งการเจริญเติบโตของระบบราก การออกดอก ออกผลของพืช การงอกของเมล็ดพืช และการเพิ่มคุณภาพและปริมาณของผลผลิตพืช ปุ๋ยฟอสฟอรัสจะมีทั้งส่วนที่ละลายน้ำได้ง่าย และส่วนที่ละลายน้ำได้ยาก พืชสามารถนำเอาส่วนที่ละลายน้ำได้ง่ายไปใช้ ซึ่งอยู่ในรูปของ ฟอสฟอรัสที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อยู่ในรูปของ กรดฟอสฟอริก (phosphoric acid : P2O5) ปุ๋ยฟอสฟอรัส แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ

1. ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ได้มาจากธรรมชาติ ได้แก่ หินฟอสเฟตที่เกิดจาก หินอัคนี ซึ่งเกิดจากหินที่ละลายหลอมเหลวให้พื้นผิวโลก เกิดการแข็งตัวในภายหลังหรือได้จากแร่ฟอสเฟตที่เกิดจากการตกตะกอนในทะเล (marine phosphates) เป็นแร่ฟอสเฟตที่เกิดขึ้นจากการตกตะกอนของสารประกอบฟอสเฟตในทะเล หรือได้จากแร่ฟอสเฟตในรูปกัวโน (Guano) ที่เกิดจากการสะสมตัวของมูลนกทะเล และมูลค้างคาว

2. ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ได้จากการสังเคราะห์ได้แก่ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตธรรมดา (ordinary superphosphate) นิยมทำโดยนำเอาหินฟอสเฟต (rock phosphate) มาทำปฏิกิริยากับกรด เช่น กรดไนตริก กรดไฮโดรคลอริก กรดฟอสฟอริค และกรดซัลฟิวริก ดังสมการ

$$Ca_5(PO_4)_6F_2 + 7H_2SO_4 + 3H_2O \longrightarrow 3Ca(H_2PO_4)_2 + 7CaSO_4 + 2HF$$

ฟลูออโรอะพาไทต์ กรดซัลฟิวริก เข้มข้น — โมโนแคลเซียม ฟอสเฟต — ยิปซั่ม — ไฮโดรฟลูออริก

ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตมีข้อดีดังต่อไปนี้คือ เป็นปุ๋ยที่มีสภาพทางกายภาพดี คือ ปั้นเป็นเม็ดที่แข็งแกร่ง และไม่ชื้นง่าย และ ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตชนิดเข้มข้นเรียกว่า ดับเบิ้ล หรือ ทริปเปิลซูปเปอร์ฟอสเฟต มีปริมาณ กรดฟอสฟอริก (P2O5) อยู่ระหว่าง 40 – 46 เปอร์เซ็นต์ กรรมวิธีในการผลิต คือ ใช้หินฟอสเฟต และกรดฟอสฟอรัสเป็นวัตถุดิบในการผลิตดังสมการ ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตเข้มข้นมีปริมาณของกรดฟอสฟอริกมากกว่าปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตธรรมดาประมาณ 2 เท่า จึงประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่งและ การเก็บรักษา ปุ๋ยไนโตรเจนฟอสเฟตปุ๋ยชนิดนี้ผลิตขึ้นโดยใช้กรดดินประสิว ทำปฏิกิริยากับหินฟอสเฟต

$$Ca_5(PO_4)_5F + 12H_5PO_4 + 9H_2O \longrightarrow 9Ca(H_2PO_4)\cdot H_2O + CaF_2$$

ฟลูออโรอะพาไทต์ (โอโทฟอสฟอรัส) — กรดฟอสฟอริคหรือ — โมโนแคลเซียม ฟอสเฟตโมโนไฮเดรต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้ได้ปุ๋ยผสมระหว่าง ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม จะอยู่ในรูปไนเตรต (NO_3^-) ทั้งหมด ดังสมการ

$$Ca_5(PO_4)_6F_2 + 14\,HNO_3 + 3\,H_2O \longrightarrow 3Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H2O + 7Ca(NO_3)_2 + 2HF$$

$$Ca(H_2PO_4) + Ca(NO_3)_2 + 2NH_4 \longrightarrow 2\,CaHFO_4 + 2NH_4NO_3$$

ปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟต เตรียมโดยใช้แอมโมเนียทำปฏิกิริยากับกรดออโทฟอสฟอรัส ปุ๋ยชนิดนี้ใช้มากมีด้วยกัน 2 ชนิดคือโมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต (Monoammonia phosphate) เรียกชื่อย่อว่า เอ็มเอพี มีสูตรปุ๋ย 12 – 52 – 0 เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างแอมโมเนียมกับกรดฟอสฟอริค ดังสมการ

$$NH_4 + H_3PO_4 \longrightarrow NH_4H_2PO_4 + 32.16\ kcal$$

กรดฟอสฟอริค — โมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต ..... ปุ๋ย MAP

ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (Diammonium phosphate) เรียกชื่อย่อว่า DAP มีสูตรปุ๋ยว่า 16 – 48 – 0 เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างแอมโมเนียกับ ออโทฟอสฟอรัส ดังสมการ

$$H_3PO_4 + 2NH \longrightarrow (NH_4)_2HPO_4 + 51.45\ kcal$$

..... ปุ๋ย DAP

ปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟต ละลายน้ำได้ดี และมีธาตุอาหารหลักสองธาตุ คือ NP (รวมกันสูงถึง 64 เปอร์เซ็นต์) ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง และแรงงาน มีคุณสมบัติในการเก็บรักษาทางฟิสิกส์ที่ดี จึงประหยัดค่าเก็บรักษา

1.3.2 อาการขาดฟอสฟอรัสในข้าว

ฟอสฟอรัส (P) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของAdenosine triphosphate (ATP) นิวคลีโอไทล์ (Nucleotile) กรดนิวคลีอิก (Nucleic acids) และฟอสโฟไลปิด (Phospholipid) ฟอสฟอรัสจะช่วยในการแตกกอ การพัฒนาของราก การออกดอกและการสุกแก่ของข้าว ปุ๋ยฟอสเฟตจำเป็นมากสำหรับข้าวที่ระบบรากยังไม่พัฒนาเต็มที่ เช่นหลังการปักดำใหม่ๆ ดังนั้นจึงควรใส่ปุ๋ยฟอสเฟตเป็นปุ๋ยรองพื้นก่อนการปักดำหรือในวันปักดำข้าวที่ขาดฟอสฟอรัส มีอาการแคระแกรน แตกกอน้อย ใบแคบ สั้น ตั้งตรงและมีสีเขียวเข้ม ลำต้นผอมเรียวข้าวจะชะงักการเจริญเติบโต จำนวนใบ จำนวนรวงและจำนวนเมล็ดต่อรวงลดลง ใบอ่อนสมบูรณ์ดี แต่ใบแก่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและตายในที่สุด ถ้าพันธุ์ข้าวที่ปลูกสามารถผลิต Anthocyanin ได้ใบอาจเปลี่ยนเป็นสีแดงหรือสีม่วง ในดินที่เป็นกรด การขาดฟอสฟอรัสมักจะเกิดร่วมกับเหล็กเป็นพิษ (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์)

จากผลการศึกษาของอำนาจ สุวรรณฤทธิ์และคณะ (2540) ได้ศึกษาผลของปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อคุณภาพเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ได้ทำการทดลองในกระถางและในนารวม 6 การทดลอง เพื่อศึกษาผลของปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อคุณภาพการหุงต้มและการรับประทานของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่หุงสุกแล้ว วัดคุณภาพโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีประสาทสัมผัส จากผลการทดลองได้ข้อสรุปและคำแนะนำดังนี้ คือ 1) ความหอมของข้าวหุงสุกไม่มีความสัมพันธ์กับอัตราการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ผลผลิตข้าวเปลือก น้ำหนักแห้งรวมของข้าว และเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นข้าว แต่มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในข้าวเปลือก โดยความหอมของข้าวหุงสุกสูงสุดเมื่อข้าวเปลือกมีฟอสฟอรัส 0.28% 2) ความนุ่มของข้าวหุงสุกมีความสัมพันธ์กับผลผลิตข้าวเปลือก น้ำหนักแห้งรวม และเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในข้าวเปลือก และอัตราการใส่ปุ๋ย แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นข้าว โดยความนุ่มสูงสุดเมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราที่เริ่มให้ผลผลิตข้าวเปลือกสูงสุด 3) ความขาว ความเหนียว และความเลื่อมมันของข้าวหุงสุกมีความสัมพันธ์กับผลผลิตข้าวเปลือก น้ำหนักแห้งรวม เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในข้าวเปลือก เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นข้าว และอัตราการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส โดยสมบัติเหล่านี้จะสูงสุดเมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราที่เริ่มให้ผลผลิตข้าวเปลือกสูงสุด 4) ดินที่จะปลูกข้าวขาวดอกมะลิให้ได้คุณภาพสูง คือ ดินที่มีฟอสฟอรัสไม่เกินระดับที่เริ่มให้ผลผลิตข้าวเปลือกสูงสุด 5) หากต้องการผลิตข้าวให้ได้คุณภาพสูง จะต้องใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราที่เริ่มให้ผลผลิตข้าวเปลือกสูงสุด และต้องระวังไม่ให้ปุ๋ยเกินอัตราที่เริ่มให้ผลผลิตสูงสุด และ 6) ดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อข้าวเกินระดับที่เริ่มให้ผลผลิตสูงสุด ไม่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 เพราะจะทำให้ได้ข้าวที่มีคุณภาพต่ำ การขาดฟอสฟอรัสเกิดจากการมีระดับฟอสฟอรัสในดินนาต่ำ หรือถูกตรึงโดยอนุภาคดินเหนียว จนพืชนำมาใช้ประโยชน์ไม่ได้(จะเกิดในดินที่เป็นกรดจัด) การใส่ปุ๋ยไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช วิธีการปลูกแบบนาหว่านมีโอกาสทำให้ข้าวขาดฟอสฟอรัสมากกว่าปลูกแบบปักดำ เพราะต้นข้าวจะหนาแน่นกว่าและมีรากตื้นกว่าข้าวที่ปลูกแบบปักดำ

การจัดการเพื่อการป้องกันและแก้ไขอาการการขาดฟอสฟอรัสทำได้ ดังนี้

• ควรไถกลบฟางข้าวลงในแปลง เพราะถึงแม้ว่าปริมาณฟอสฟอรัสในฟางข้าวจะมีน้อย แต่จะช่วยรักษาระดับฟอสฟอรัสในดินในระยะยาว

• ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต ปุ๋ยคอกและวัสดุอินทรีย์อื่นๆ ให้กับข้าวอย่างพอเพียง เพื่อชดเชยกับธาตุอาหารที่สูญเสียไปจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต

• ใส่สารปรับปรุงบำรุงดิน เช่น ปูนมาร์ล ปูนขาว หรือ โดโลไมด์ เพื่อช่วยเพิ่มความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยฟอสเฟต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.2 แหล่งของปุ๋ยฟอสเฟตสำหรับใช้ในนาข้าว

ชนิด	สูตร	ปริมาณธาตุอาหาร	หมายเหตุ
Single superphosphate	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + CaSO_4 \cdot 2H_2O$	7-9% P 12% S 13-20% Ca	ละลายได้ดี, ปฏิกิริยาเป็นกลาง (16-21% P_2O_5)
Triple superphosphate	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$	18-22% P 1.4% S 9-14% Ca	ละลายได้ดี, ปฏิกิริยาเป็นกลาง (41-50% P_2O_5)
Monoammoniumphosphate (MAP)	$NH_4H_2PO_4$	22% P 11% N	ละลายได้ดี, ปฏิกิริยาเป็นกรด (51% P_2O_5)
Diammoniumphosphate (DAP)	$(NH_4)HPO_4$	20-23% P 18-21% N	ละลายได้ดี, ปฏิกิริยาเป็นกรด (46-53% P_2O_5)
Urea phosphate	$CO(NH_2)_2 + H_3PO_4$	18% N 20% P	ละลายได้ดี (46% P_2O_5)
Partly acidulated rock phosphate	$Ca_3(PO_4)_2$	10-11% P	ละลายน้ำได้มากกว่า 1/3 (23-26% P_2O_5)
Rock phosphate, บดละเอียด	$Ca_3(PO_4)_2$	11-17% P 33-36% Ca	ออกฤทธิ์ช้า (25-29% P_2O_5)

ที่มา: สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

1.4) การจัดการน้ำต่อผลผลิตของข้าว

1.4.1 ความสำคัญของน้ำต่อพืช

น้ำมีบทบาทสำคัญในการดำรงชีวิตของพืช เนื่องจากเป็นโมเลกุลที่มีมากที่สุดภายในต้นพืช การเกิดปฏิกิริยาต่างๆ ต้องอาศัยน้ำทั้งสิ้น เพราะน้ำทำหน้าที่เป็นตัวกลาง นอกจากนี้การดูดอาหารในดิน การเคลื่อนที่ของอาหารภายในต้นก็อาศัยน้ำเป็นตัวนำ ความเต่งของเซลล์ยังทำให้พืชต่างๆ สามารถตั้งตัวอยู่ได้ เนื่องจากน้ำทำให้เซลล์เต่งและน้ำยังเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ เนื่องจากน้ำสามารถรับความร้อนต่อหน่วยได้สูง บทบาทของน้ำสรุปได้ดังนี้

1. น้ำเป็นส่วนประกอบภายในต้นพืชถึง 85-90 เปอร์เซ็นต์ และเป็นส่วนประกอบของเมล็ดแห้งและสปอร์ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์

2. น้ำทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิของเซลล์ สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่เนื่องจากความสามารถรับความร้อน (heat capacity) สูง มีความสามารถรับความร้อนที่ทำให้เป็นไอ (heat of vaporization)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูง และมีความสามารถในการนำความร้อนสูง (thermal conductivity) โดยทั่วไปพืชอยู่กลางแจ้งตลอดเวลา ดังนั้นจึงได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์จำนวนมาก การคายน้ำของพืชช่วยในการระบายความร้อนให้พืช

3. น้ำเป็นตัวทำละลาย เช่น ละลายแร่ธาตุต่าง ๆ เกิดการลำเลียงแร่ธาตุของพืช

4. น้ำเป็นตัวพยุงให้พืชตั้งตัวอยู่ได้ ช่วยให้เซลล์พืชเต่ง ทำให้เซลล์มีรูปร่างคงตัว เมื่อพืชขาดน้ำทำให้เหี่ยวเฉาในพืชยังช่วยให้เกิดการเปิดปิดของปากใบ และการเคลื่อนไหวของพืชด้วย

5. น้ำเป็นแหล่งของก๊าซออกซิเจนและไฮโดรเจน ซึ่งก๊าซออกซิเจนก็ถูกนำไปใช้ในการหายใจ และก๊าซไฮโดรเจนก็ถูกนำไปใช้ในการสังเคราะห์แสง

6. น้ำเป็นตัวร่วมในปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ ซึ่งมีความสำคัญในกระบวนการเมทาบอลิซึม น้ำเป็นแหล่งที่ใช้ในการผลิต ATP เช่น การย่อยแป้งเป็นน้ำตาล การสังเคราะห์ด้วยแสง (ดนัย บุณยเกียรติ : 2533. สรีรวิทยาของพืชสวน (Physiology of Horticultural Crops). คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)

1.4.2 การลำเลียงน้ำของพืช (Presentation Transcript)

การดูดน้ำของราก น้ำและแร่ธาตุที่รากดูดซึมจากดินที่บริเวณส่วนปลายของรากที่เรียกว่า บริเวณขนราก (Root hair zone) จะมีขนรากจำนวนมาก ทำให้เพิ่มพื้นที่ผิวที่ สัมผัสกับน้ำซึ่งแทรกตัวอยู่ในช่องว่างภายในดินได้เป็นจำนวนมาก ขนรากดูดน้ำโดยกระบวนการ ออสโมซิส (Osmosis)

โครงสร้างที่ทำหน้าที่ในการลำเลียงน้ำ การที่น้ำและแร่ธาตุที่รากดูดซึมจากดินจะผ่านเซลล์ชั้นนอกคือ เอพิเดอร์มิสเข้าสู่เซลล์ชั้นใน คือ คอร์เทกซ์ เอนโดเดอร์มิส และ ไซเลมของราก โดยอาศัยการลำเลียงทางด้านข้าง (Lateral transport) โดย มี 2 วิธี

1. อะโพพลาสต์ (Apoplast) คือ การที่น้ำและแร่ธาตุผ่านจากเซลล์หนึ่งไปยังเซลล์หนึ่ง โดยผ่านช่องว่างระหว่างผนังเซลล์ในชั้นคอร์เทกซ์และผ่านเซลล์ที่ไม่มีชีวิต (ยกเว้นเอนโดเดอร์มิส) คือ เทรคีดและเวสเซล

2. ซิมพลาสต์ (Simplast) คือ การที่น้ำและแร่ธาตุผ่านจาก เซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่ง โดยผ่านทางไซโทพลาซึมที่เชื่อมต่อกันและทะลุไปอีกเซลล์หนึ่งโดยผ่านทางพลาสโมเดสมาตา (Plasmodesmata)

ดังนั้นการที่น้ำและแร่ธาตุสามารถผ่านไปจึงเป็นการผ่านชั้นเยื่อหุ้มเซลล์เท่านั้นเมื่อน้ำและแร่ธาตุเคลื่อนมาถึงเอนโดเดอร์มิสซึ่งมีแคสพาเรียนสตริป (Casparian strip) กั้นอยู่ที่ผนังเซลล์น้ำและแร่ธาตุจะผ่านไปตามผนังเซลล์ไม่ได้จึงต้องใช้วิธีซิมพลาสต์ ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ของเอนโดเดอร์มิสเข้าสู่ไซโทพลาซึมแล้วจึงเข้าสู่สตีลจนถึงไซเลม แล้วพืชจะลำเลียงน้ำต่อไปยังส่วนต่าง ๆ ทั้งยอด ลำต้น กิ่ง และใบ เพื่อส่งน้ำไปให้ทุก ๆ เซลล์ของต้นพืช

1.4.3 กลไกการลำเลียงน้ำของพืช

กลไกที่พืชใช้ในการลำเลียงน้ำจากรากไปยังส่วนต่าง ๆ เช่น แรงดันราก (Root pressure) แรงดึงจากการคายน้ำ (Transpiration pull) เป็นต้น

แรงดันราก (Root pressure) เมื่อพืชดูดน้ำทางรากตลอดเวลา ทำให้ปริมาณน้ำในรากมีจำนวนมากขึ้นจนเกิดแรงดัน ถ้าตัดลำต้นในระดับสูงกว่าดินในกระถาง 1-2 เซนติเมตร ที่บริเวณรอยตัดจะเห็นของเหลวซึมออกมา นำมาต่อกับเครื่องมือ มาโนมิเตอร์ (Manometer) ซึ่งเป็นเครื่องมือวัดความดันทำให้สามารถคำนวณหาแรงดันรากได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดึงเนื่องจากการคายน้ำ (Ttranspiration pull) โจเซฟ โบห์ม (Josef Bohm) ได้ทดลองต้มน้ำในบีกเกอร์ให้ร้อน เพื่อทำให้น้ำในหม้อดินเผาซึ่งเป็น หม้อพรุนร้อนขึ้น ทำให้ ฟองอากาศในหลอดคะปิลลารีถูกไล่ออก ไปเมื่อเอาบีกเกอร์ที่มีน้ำร้อนออก ทำให้น้ำมีอยู่เต็มหลอดคะปิลลารี เมื่อตั้งทิ้งไว้สักระยะหนึ่งน้ำจะระเหยออกไปจากหม้อพรุน ทำให้ระดับปรอทขึ้นไปได้สูงถึง 100 เซนติเมตร เนื่องจากน้ำมีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของน้ำด้วยกันเอง ที่เรียกว่า โคฮีชัน (Cohesion) จึงสามารถที่จะดึงน้ำให้ไหลไปตามท่อได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ขาดตอน เมื่อน้ำในหม้อพรุนระเหยออกไป น้ำในโมเลกุลถัดไปจึงถูกดูดตามไปอย่างต่อเนื่อง

ไซเลมเป็นท่อลำเลียงของพืชที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดเล็ก เปรียบเหมือนหลอดคะปิลารี ซึ่งมีแรงดึงดูดระหว่าง โมเลกุลของน้ำกับ ผนังด้านข้างของหลอดเรียกว่า แอดฮีชัน (Adhesion) ทำให้น้ำเคลื่อนที่ขึ้นไปในหลอดเล็กๆ นี้ได้สูงกว่าหลอดที่มีรูใหญ่กว่า กระบวนการนี้เรียกว่า คะปิลลารีแอคชัน (Capillary action) คะปิลลารีแอคชัน จึงเป็นกระบวนการหนึ่งของการลำเลียงน้ำในท่อไซเลมรวมทั้งเมื่อพืชคายน้ำออกทางปากใบทำให้เกิดแรงดึงในท่อไซเลม ดึงน้ำขึ้นสู่ลำต้นและใบได้ รากจึงเกิดแรงดึงน้ำจากดินเข้ามาในท่อไซเลมได้ เมื่อพืชคายน้ำออกทางใบทำให้เกิดแรงดึงน้ำขึ้นตามท่อไซเลม แรงดึงนี้เรียกว่า แรงดึงเนื่องจากการคายน้ำ (Transpiration pull) และโมเลกุลของน้ำมีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลที่เรียกว่า โคฮีชัน (Cohesion) ทำให้การไหลของน้ำในท่อไซเลมจึงต่อเนื่องกันได้ หากไซเลมเกิดมีฟองอากาศเข้าไปแทรกอยู่ด้วยเหตุใดก็ตามจะทำให้การลำเลียงน้ำในท่อไซเลมช้ากว่าเดิม หรือหยุดชะงักได้ (http://www.slideshare.net การลำเลียงน้ำของพืช , 2011)

ปัจจัยที่ควบคุมการลำเลียงน้ำ ปริมาณน้ำในดิน เมื่อน้ำในดินมีปริมาณมากพอ อัตราการดูดน้ำของรากจะมีมากตามไปด้วย แต่ถ้ามีปริมาณน้ำในดินมากเกินไปจนเกิดการท่วมขังอยู่ที่โคนต้นพืชมากจนเกินไป อัตราการดูดน้ำก็จะลดน้อยลงเพราะอุณหภูมิในดิน อุณหภูมิในดินมีส่วนเกี่ยวข้องกับการลำเลียงน้ำด้วยอุณหภูมิในดินต้องไม่สูงหรือต่ำเกินไปสารละลายในดิน การที่สารละลายในดินมีความเข้มข้นสูงมากไปทำให้พืชต้องสูญเสียน้ำให้กับดินอากาศในดิน เพราะรากต้องการออกซิเจนไปใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึม ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ พีระยศ แข็งขันและคณะ (2539) ซึ่งได้ศึกษาผลของการขาดน้ำในระยะการเจริญเติบโตต่างๆที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทำการทดลองที่เรือนทดลอง ภาควิชาพืชไร่คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น พบว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 ขาดน้ำระยะเจริญเติบโตทางลำต้นร่วมกับระยะกำเนิดช่อดอกทำให้ได้ผลผลิตลดลงมากที่สุด 38% เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ขาดน้ำ โดยมีผลทำให้จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง และน้ำหนัก 1000 เมล็ดที่ได้ต่ำ และมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบสูงเมื่อพิจารณาการขาดน้ำเพียงครั้งเดียว ข้าวขาดน้ำในระยะออกดอก มีผลทำให้ผลผลิตเมล็ดลดลงมากที่สุด 32% ข้าวขาดน้ำในระยะกำเนิดช่อดอกมีผลต่อผลผลิตน้อยกว่าการขาดน้ำในระยะอื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจากข้าวสามารถรักษาความเต่งของเซลล์ไว้ได้ดีในขณะขาดน้ำและมีการฟื้นตัวอย่างรวดเร็วเมื่อได้รับน้ำอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งเป็นกลไกอย่างหนึ่งในการปรับตัวของพืชในสภาวะขาดน้ำ

1.4.4 ความต้องการน้ำและการให้น้ำแก่ข้าว

ปริมาณความต้องการน้ำของข้าวในแปลงนา แตกต่างกันไปตามปัจจัยต่าง ๆ เช่น ฤดูกาล วิธีการปลูก พันธุ์ข้าว ลักษณะดิน เป็นต้น ตัวอย่างความต้องการน้ำของข้าวอายุ 120 วัน แตกต่างกันตามฤดูกาลและวิธีการปลูก คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.3 ปริมาณความต้องการน้ำของข้าว

การปลูก	นาปี	นาปรัง
หว่านน้ำตม	1,500 ลบ.ม./ไร่	2,000 ลบ.ม./ไร่
ปักดำ	1,200 ลบ.ม./ไร่	1,600 ลบ.ม./ไร่

*ปริมาณน้ำดังกล่าวนี้รวมปริมาณน้ำสำหรับเตรียมแปลงประมาณ 300 – 500 ลบ.ม./ไร่ แล้ว
ที่มา : ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก

ข้าวส่วนมากเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีในสภาพที่มีน้ำขัง ดังนั้นวิธีการให้น้ำแก่ข้าวที่นิยมกันโดยทั่วไป คือ การให้มีน้ำขังในแปลงนาตลอดฤดูปลูก แต่ในสถานการณ์ที่น้ำขาดแคลน การปล่อยให้น้ำแห้งเป็นครั้งคราวเพื่อประหยัดน้ำ ก็เป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถปฏิบัติได้

1. การให้น้ำแบบขังต่อเนื่อง (Continuous flooding) โดยในระยะกล้าหรือช่วง 20 – 30 วันหลังข้าวงอกและระยะแตกกอควรรักษาระดับน้ำให้อยู่ที่ประมาณ 5 ซม. ก็พอเพียง เพราะระดับน้ำที่สูงมากจะทำให้ต้นข้าวยืดตัว ลำต้นอ่อน ล้มง่าย และทำให้แตกกอน้อย ในทางตรงกันข้าม ถ้าข้าวขาดน้ำในระยะนี้จะทำให้ต้นข้าวเกิดอาการแคระแกร็น แตกกอน้อย และยังทำให้มีวัชพืชเกิดขึ้นมากด้วย ในระยะต่อมาเมื่อข้าวกำเนิดช่อดอกหรือเริ่มสร้างรวงอ่อน (ประมาณ 25 – 30 วันก่อนข้าวออกดอก) จนถึง 15 วัน หลังข้าวออกดอก ควรรักษาระดับน้ำให้พอเพียง 5 – 10 ซม. เพราะถ้าข้าวขาดน้ำในระยะนี้ จะทำให้เมล็ดลีบและผลผลิตลดลงมาก ดังนั้น การให้น้ำแบบขังต่อเนื่องนี้ ควรมีระดับน้ำ 5 – 10 ซม. ตลอดฤดูปลูก และไม่ควรให้ระดับน้ำสูงเกิน 15 ซม. เพราะนอกจากสิ้นเปลืองน้ำแล้วยังอาจทำให้ผลผลิตลดลง จนถึงระยะก่อนเก็บเกี่ยวประมาณ 10 วัน จึงระบายน้ำออก เพื่อให้ข้าวสุกแก่พร้อมกันและพื้นนาแห้งเหมาะต่อการเก็บเกี่ยว

2. การให้น้ำแบบดินเปียกสลับแห้ง (Intermittent Irrigation) เป็นวิธีที่สมควรนำมาใช้เมื่อมีน้ำไม่พอเพียงที่จะให้น้ำแบบขังต่อเนื่องได้ โดยเฉพาะในฤดูแล้ง ซึ่งทำได้โดยให้น้ำระดับ 5 ซม. หลังข้าวงอก 20 วัน แล้วปล่อยให้น้ำแห้งจนดินเริ่มแตกระแหง จึงให้น้ำอีกครั้งระดับ 5 ซม. สลับกันเช่นนี้จนถึงระยะกำเนิดช่อดอกหรือข้าวเริ่มสร้างรวงอ่อน จึงรักษาระดับน้ำ 5 ซม. จนถึง 15 วันหลังข้าวออกดอก จึงปล่อยให้น้ำแห้งก่อนเก็บเกี่ยว การให้น้ำแบบนี้ สามารถลดปริมาณการใช้น้ำลงได้ถึง 30% (ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 อุปกรณ์และสารเคมี

2.1.1 เครื่องมือวิทยาศาสตร์

1. Atomic Absorption Spectrophotometer (Model Hitachi Z8200)
2. Chlorophyll Meter (Minolta รุ่น SPAD-502)
3. EC meter (Model HI 8733)
4. Hood ISO 9002
5. pH meter (Model HI 9025)
6. Vortex
7. เครื่อง Spectrophotometer (BAUSCH & LOMB)
8. เครื่องกลั่นไนโตรเจน
9. เครื่องเขย่า (Sheker NO.8315)
10. เครื่องชั่ง (DENVER INSTRUMENT TB-214,TB-202)
11. เครื่องบดตัวอย่างพืชThomas-wiley Laboratory Mill Modal 4 Thomas Scientfic™
12. เตา digest (Cooling Bath,LCB-1)

2.1.2 เครื่องแก้วและอุปกรณ์ใช้ในการทดลอง

1. Auto Pipet
2. Beaker
3. Digestion tube
4. Erlenmeyer flask
5. Pipet
7. Volumetric flask
8. กระดาษกรองเบอร์ 1
9. กระดาษกรองเบอร์ 42
10. กระป๋องพลาสติก
11. กรวยกรอง
12. ขาตั้งบิวเร็ต
13. จุกยาง
14. บิวเร็ต
15. แท่งแก้วคนสาร
16. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บดินและเตรียมตัวอย่างดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1. Ammonium acetate (Na_4OAc)
2. Ammonium fluoride (NH_4F)
3. Ammonium molybdate
4. Antimony potassium tartrate
5. Ascorbic acid
6. Bromocresol grean
7. Boric acid (H_3BO_3)
8. Copper sulfate ($CuSO_4.5H_2O$)
9. Distillation water
10. Ethyl alcohol 95%
11. ferrous sulfate heptahydrate ($FeSO_4.7H_2O$)
12. Hydrochloric acid (HCl)
13. Metallic selenium
14. Methyl red
15. O-phenanthroline
16. Perchloric acid ($HClO_4$)
17. Phosphoric acid (H_3PO_4)
18. Potassium dichromate ($K_2Cr_2O_7$)
19. Potassium sulfate (K_2SO_4)
20. Sodium hydroxide (NaOH)
21. Strontium chloride ($SrCl_2$)
22. Stock standard solution 100 ppm K
23. Stock standard solution 100 ppm Ca
24. Stock standard solution 100 ppm Mg
25. Stock standard solution 100 ppm Na
26. Stock standard solution 100 ppm P
27. Stock standard solution 100 ppm Cu
28. Stock standard solution 100 ppm Zn
29. Sulfuric acid (H_2SO_4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 วิธีการทดลอง

2.2.1 แผนการทดลอง

จัดกลุ่มการทดลองแบบ 3 x 3 + 1 factorial in CRD (Completely Randomize Design) ประกอบด้วยตำรับการทดลอง 2 ปัจจัย โดยปัจจัยแรกคือ วิธีการใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 3 ชนิด (Triple super phospate: TSP, Diammonium phosphate: DAP, Phosphate rock: PR) และปัจจัยที่ 2 คือ การให้น้ำ 3 รูปแบบคือ (i) ให้น้ำอย่างเพียงพอ (Well water: WW) (ii) ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (Slightly dry-wet alternate irrigation: SD โดยมีการให้น้ำเมื่อศักย์ของน้ำมีค่า = -10 kPa) และ (iii) ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (Moderate dry-wet alternate irrigation: MD โดยมีการให้น้ำเมื่อศักย์ของน้ำมีค่า = -20 kPa) การให้น้ำในระยะแรกตั้งแต่เริ่มปักดำจนถึงข้าวก่อนออกดอก มีการให้น้ำปกติ คือรักษาระดับน้ำที่ 5 cm หลังจากข้าวออกดอก 7 วันจนถึงระยะเก็บเกี่ยว จัดระบบการให้น้ำเป็น 3 รูปแบบดังที่กล่าวมา รวมตำรับการทดลองทั้งสิ้น 9 ตำรับ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และมีตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยเป็นตำรับควบคุม ทำการปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ดังนั้นจึงมีจำนวนกระถางทั้งหมด 36 กระถางซึ่งแสดงตำรับการทดลองไว้ในตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 การจัดการปุ๋ยและน้ำ ในแต่ละตำรับการทดลอง

ตำรับ	ปุ๋ยฟอสเฟต	รูปแบบการให้น้ำ	สัญลักษณ์
1	Triple super phospate: TSP	Well water: WW	TSP/WW
2		Slightly dry-wet alternate irrigation: SD	TSP/SD
3		Moderate dry-wet alternate irrigation: MD	TSP/MD
4	Diammonium phosphate: DAP	Well water: WW	DAP/WW
5		Slightly dry-wet alternate irrigation: SD	DAP/SD
6		Moderate dry-wet alternate irrigation: MD	DAP/MD
7	Phosphate rock: PR	Well water: WW	PR/WW
8		Slightly dry-wet alternate irrigation: SD	PR/SD
9		Moderate dry-wet alternate irrigation: MD	PR/MD
10	No – Phosphate: -	Well water: WW	-/WW
11		Slightly dry-wet alternate irrigation: SD	-/SD
12		Moderate dry-wet alternate irrigation: MD	-/MD

หมายเหตุ : Well water : WW = ให้น้ำอย่างเพียงพอ , Slightly dry-wet alternate irrigation : SD = ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย , Moderate dry-wet alternate irrigation : MD = ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทุกตำรับได้รับปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยฟอสเฟต และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ในอัตรา (4+4)-5-2 กก./ไร่ (N-P_2O_5-K_2O) ซึ่งใส่เป็นอัตรา 3 เท่าที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำ เนื่องจากทำการทดลองในกระถาง ดังตารางที่ 1.1 และช่วงเวลาในการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 และ 2 แสดงดังรูปภาพที่ 1.1

2.2.2 ตัวอย่างดินที่ใช้ในการทดลอง

เก็บดินที่ระดับความลึก 0-15 ซม. จากพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนแคดเมียม จากอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก พร้อมทั้งวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพ เช่น ความเป็นกรด-ด่าง (pH), ค่าการนำไฟฟ้า (EC), อินทรียวัตถุ (OM), ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์, โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์, ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC), แคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg), โซเดียม (Na), ปริมาณแคดเมียมทั้งหมด (Total Cadmium), เนื้อดิน (Soil Texture), ความหนาแน่นรวม (Bulk density), ความชื้นที่ระดับความจุความชื้นสนาม (Field Capacity, FC), ความชื้นที่ระดับจุดเหี่ยวถาวรของพืช (Permanent Wilting Point, PWP)

2.2.3 สถานที่ทำการทดลอง

เรือนทดลองชั้น 5 อาคารเจ้าคุณทหารฯ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืช ชั้น 4 ห้องวิจัยปฐพีวิทยา1 (B425) อาคารเจ้าคุณทหารฯ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

2.2.4 การดำเนินการทดลอง

1. เตรียมกระถางทดลอง โดยตากดินให้แห้ง หลังจากผสมดินให้เข้ากันดีแล้ว ชั่งดินใส่กระถางทดลอง กระถางละ 15 กก. ทำดินให้เป็นโคลน พร้อมเติมหินฟอสเฟตตามอัตราที่กำหนด หลังจาก 7 วัน ทำการปักดำข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยใช้ต้นกล้าจำนวน 4 ต้นต่อกระถาง หลังจากนั้นใส่ปุ๋ยที่เหลือตามอัตราที่กำหนดดังนี้

-ตำรับที่ 1-3 (Triple superphospate: TSP) ใส่ Urea :1.58 g, TSP :1.52 g, KCl :0.60 g

-ตำรับที่ 4-6 (Diammonium phosphate: DAP) ใส่ Urea :0.8 g, DAP :1.98 g, KCl :0.60 g

-ตำรับที่ 7-9 (Phosphate rock: RP) ใส่ RP :30 g, Urea :1.58 g, KCl :0.60 g

-ตำรับที่ 10-12 (No – Phosphate: -) ไม่มีการใส่ปุ๋ย

2. รักษาระดับน้ำในกระถางให้อยู่ในระดับ 5 ซม. ในทุกตำรับการทดลอง พร้อมทั้งสังเกตและบันทึกการเจริญเติบโต และกำจัดโรคและแมลง ตลอดระยะเวลาการปลูกข้าว

3. ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 โดยการใส่ปุ๋ยยูเรีย (Urea) ในอัตรา 1.06 g ในตำรับการทดลองที่ 1-9

4. หลังจากข้าวออกดอก 7 วัน:

- ตำรับที่ให้น้ำอย่างเพียงพอ (Well water: WW) รักษาระดับน้ำไว้ที่ 1 ซม. จนถึงระยะก่อนเก็บเกี่ยว

- ตำรับที่ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (Slightly dry-wet alternate irrigation: SD) ให้ปล่อย ให้น้ำแห้งโดยธรรมชาติ จนกระทั่งศักย์ของน้ำ มีค่า = -10 kPa (วัดโดย Tensiometer) ให้เติมน้ำ ให้อยู่ในระดับ 1 ซม. และให้น้ำเปียกสลับกับน้ำแห้ง จนถึงระยะก่อนเก็บเกี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตำรับที่ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (Moderate dry-wet alternate irrigation: MD) ให้ ปล่อยให้น้ำแห้งโดยธรรมชาติ จนกระทั่งศักย์ของน้ำ มีค่า = -20 kPa (วัดโดย Tensiometer)ให้เติมน้ำให้อยู่ ในระดับ 1 cm และให้น้ำเปียกสลับกับน้ำแห้ง จนถึงระยะก่อนเก็บเกี่ยว

- นับจำนวนกอและวัดค่าความเขียว โดยเครื่อง Chlorophyll Meter (Minolta รุ่น SPAD-502) ทุกวันศุกร์เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ตั้งแต่วันที่ 21 ก.ย.54 – 27 ต.ค.54

5. เก็บเกี่ยวข้าว เมื่อข้าวอายุได้ 130 วัน (25 พ.ย. 54) หลังจากการปักดำ

6. เก็บตัวอย่างดินในแต่ละกระถางการทดลอง โดยใช้ soil tube เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมี รวมถึงปริมาณแคดเมียมและสังกะสี โดยขั้นตอนการดำเนินการแสดงดังรูปที่ 2.1

2.2.5 การเก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

1. วัดความสูงของต้นข้าวในระยะที่ข้าวมีอายุเก็บเกี่ยว โดยวัดตั้งแต่ผิวดินจนถึงปลายของรวง ข้าวที่ยาวที่สุด

2. เก็บข้อมูลองค์ประกอบของผลผลิต เช่น จำนวนรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็ม และน้ำหนัก 1000 เมล็ด

3. ผลผลิตเมล็ดข้าวและฟางข้าว ทำการแยกเมล็ดและฟางข้าว โดยคำนวณผลผลิตเมล็ดต่อกระถาง ที่ระดับความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ จากสูตร

$$14\ \%\ grain = A \times W$$

เมื่อ $A = (100-M)/86$

โดย W = น้ำหนักเมล็ดข้าวก่อนอบ (g)

M = ความชื้นโดยมวลของข้าว (%)

ในขณะที่ฟางข้าวคำนวณโดยใช้น้ำหนักแห้ง (dry weight) สำหรับสัดส่วนระหว่างเมล็ดต่อฟางข้าวคำนวณที่น้ำหนักแห้ง

2.2.6 การวิเคราะห์ดินทางเคมี

- เก็บตัวอย่างดินในแต่ละกระถางทดลอง โดยใช้ soil tube นำตัวอย่างทั้งหมดผึ่งในที่ร่ม บดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มม. ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างดินทางเคมีโดย

1. การวิเคราะห์ความเป็นกรดด่างของดิน pH (ดิน:น้ำ = 1:1)

1.1) ชั่งดิน 10 กรัม ใส่ลงใน beaker

1.2) เติมน้ำ 10 มล. (ในกรณีที่ต้องการวัด pH ที่อัตราส่วนดิน:น้ำ เท่ากับ 1:2 หรือ 1:5 ให้เพิ่มปริมาณน้ำตามสัดส่วน) คนให้เข้ากัน และคนเป็นครั้งคราวระหว่างที่ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที วัดค่า pH ด้วย pH meter ที่ standardize แล้ว

2. การวัดความนำไฟฟ้าจากสารละลายดิน (EC) (ดิน:น้ำ = 1:5)

2.1) ชั่งดิน 10 กรัม ใส่ใน beaker 100 มล. เติมน้ำกลั่น 50 มล.

2.2) เขย่าด้วยเครื่องเขย่า 1 ชม. ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าความนำไฟฟ้า

3. การวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic matter) โดยวิธี Walkley and Black

3.1) ชั่งดิน 2 กรัม ลงใน Erlenmeyer flask

3.2) เติม $K_2Cr_2O_7$ 1 N 5 มล. โดยใช้ pipet แกว่ง flask เบา ๆ ให้ดินผสมกับสารละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3) เติมกรด H_2SO_4 เข้มข้นจำนวน 10 มล. โดยเร็ว ให้กรดผสมกับ soil suspension โดยตรง แกว่ง flask ไปรอบๆ เบาๆ จนดินและสารละลายผสมกันดี หลังจากนั้นเขย่าแรงขึ้นเป็นเวลา 1 นาที

3.4) ตั้ง flask ไว้ให้ทำปฏิกิริยา 30 นาที

3.5) เติมน้ำ 15-20 มล. และหยด O- phenanthroline indicator 3-5 หยด

3.6) Titrate soil suspension กับ 0.5 N $FeSO_4$ เมื่อใกล้ถึง end point สารละลายจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเขียวเข้ม ที่จุดนี้ค่อยๆเติม $FeSO_4$ ลงไปช้าๆ จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวอมน้ำเงินเป็นสีแดง (ควรดูสีในบริเวณที่สว่าง และใช้ back ground สีขาว เพื่อจะได้เห็นสีชัดเจนยิ่งขึ้น) ถ้า end point ที่ได้ไม่ชัดเจน ควรกรองสารละลายก่อนการ titrate

3.7) ทำ blank (ไม่ใส่ตัวอย่างดิน) โดยวิธีเดียวกัน เพื่อเป็นตัว standardize $K_2Cr_2O_7$ และเป็นตัวเปรียบเทียบปริมาณ $K_2Cr_2O_7$ ที่ถูก reduced โดยดินตัวอย่าง

3.8) ในกรณีที่พบว่า สารละลาย $K_2Cr_2O_7$ ที่ใช้ถูก reduced โดยตัวอย่างดินมากกว่า 75% ให้ทำการวิเคราะห์ใหม่โดยลดปริมาณดินลง

3.9) นำค่าอินทรีย์คาร์บอนที่ได้คูณด้วย 1.724

4. การวิเคราะห์เบสที่แลกเปลี่ยนได้ (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+, Na^+) ในดิน

4.1) การเตรียม Standard solution (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+, Na^+)

4.1.1) การเตรียม Standard K ที่ความเข้มข้น 2, 4, 6, 8 และ 10 ppm จาก Stock Std. 100 ppm โดยการดูด Stock Std. มา 1, 2, 3, 4 และ 5 มล. ใส่ลงในแต่ละ Volumetric flask ขนาด 50 มล. แล้วปรับปริมาตรเป็น 50 มล.

4.1.2) การเตรียม Standard Na ที่ความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 ppm จาก Stock Std. 100 ppm โดยการดูด Stock Std มา 1, 2, 3, 4 และ 5 มล. ใส่ลงในแต่ละ Volumetric flask ขนาด 50 มล. และใส่ $SrCl_2$ 12.5 มล.แล้วปรับปริมาตรเป็น 50 มล.

4.1.3) การเตรียม Standard Ca ที่ความเข้มข้น 2, 4, 6, 8 และ 10 ppm จาก Stock Std. 100 ppm โดยการดูด Stock Std มา 1, 2, 3, 4 และ 5 มล. ใส่ลงในแต่ละ Volumetric flask ขนาด 50 มล. และใส่ SrCl2 12.5 มล.แล้วปรับปริมาตรเป็น 50 มล.

4.1.4) การเตรียม Standard Mg ที่ความเข้มข้น 0.3, 0.6, 0.9, 1.2 และ 1.5 ppm จาก Stock Std. 100 ppm โดยการดูด Stock Std. มา 1.5, 3.0, 4.5, 6.0 และ 7.5 มล. ใส่ลงในแต่ละ Volumetric flask ขนาด 50 มล. แล้วปรับปริมาตรเป็น 50 มล.

4.2) วิธีสกัดดินด้วย Na_4OAc

- ชั่งตัวอย่างดิน 2.5 กรัม (2 มม.) ใส่ใน Erlenmeyer flask ขนาด 125 มล. เติมน้ำยาสกัด NH_4OAc ลงไป 25 มล. เขย่าติดต่อกันนาน 30 นาที (180 รอบต่อนาที) กรองโดยใช้กระดาษกรองเบอร์ 42 สารละลายนี้ใช้วัด K โดยวิธี atomic absorption (สารละลายที่ได้ถ้ายังไม่สามารถวัดในวันนั้น ให้เก็บไว้ในตู้เย็น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

5.1) ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณของฟอสฟอรัส

5.1.1) ไปเปต aliquot ที่ได้จากการสกัดดิน 1-10 มล. (ขึ้นกับปริมาณ P ใน aliquot ถ้า develop สีแล้วสีเข้มหรือจางเกินให้ลดหรือเพิ่มปริมาณ aliquot ตามความเหมาะสมใส่ในหลอดทดลองขนาด 75 มล.

5.1.2) ถ้าใช้ aliquot ที่ได้จากการสกัดโดยวิธี Olsen ต้องปรับ pH ของ aliquot ให้เป็น 5 ซึ่งทำได้โดยไปเปตสารละลาย $NaHCO_3$ 0.5 M pH 8.5 มา 5 มล. แล้วหยด H_2SO_4 5 N ลงไปทำปฏิกิริยาโดยใช้ p-nitrophenol เป็น indicator (มีสีเหลืองในด่าง ในกรดไม่มีสี) วัดปริมาตรกรด H_2SO_4 5 N ที่ใช้เติมกรด H_2SO_4 นี้ใน unknown ทุกตัว

5.1.3) เติมน้ำกลั่น 20 มล.แล้วเติม reagent B (molybdate-ascorbic acid) 4 มล. เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 10 นาที วัดค่า % Transmittance ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ wavelength 882 nm แล้วอ่านค่าความเข้มข้นของ P ในสารละลายจาก Standard curve

5.2) การทำ Standard curve ของ P

5.2.1) เตรียม Standard phosphate 5 ppm P โดยใช้ Standard phosphate 100 ppm P มาทำให้เจือจางลง 20 เท่า

5.2.2) ไปเปต Standard phosphorous 5 ppm จำนวน 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 มล. ใส่ใน volumetric flask ขนาด 25 มล. เติมสารละลายที่ใช้สกัด (extracting solution) จำนวนเท่ากับที่ใช้ในตัวอย่าง เขย่าให้เข้ากัน เติม reagent B ลงไป 4 มล. แล้วเติมน้ำลงไปและปรับปริมาตรเป็น 25 มล. เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที (สารละลายที่ได้มีความเข้มข้นของ P เท่ากับ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 ppm)

5.2.3) plot กราฟระหว่างค่าของ % T ที่อ่านได้จาก spectrophotometer กับความเข้มข้นของ P โดยใช้กระดาษกราฟแบบ semi-logarithmic

2.2.7 การเตรียมตัวอย่างพืชเพื่อการวิเคราะห์ทางเคมี

- เก็บตัวอย่างพืช ได้แก่ ฟาง และเมล็ด นำตัวอย่างไปอบพร้อมทั้งบดตัวอย่าง เพื่อนำตัวอย่างมาวิเคราะห์พืช

1. การวิเคราะห์ไนโตรเจนในพืช โดยวิธี conventional Kjeldahl

1.1) ชั่งตัวอย่างพืชจำนวน 0.25 กรัม ใส่ใน digestion tube ขนาด 100 มล.

1.2) เติม salt mixture ปริมาณใกล้เคียงกับน้ำหนักพืชที่ใช้

1.3) เติมกรด H_2SO_4 เข้มข้น 4 มล.

1.4) นำไปย่อยสลายบนเตาด้วยความร้อนต่ำๆ หลังจากนั้นเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นอย่างช้าๆ จนกระทั่งถึง 380°C เมื่อได้สารละลายใส digest ต่อไปอีก 1 ชั่วโมง แล้วยกลงตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำไปกลั่นหาไนโตรเจน

2. การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในพืช

- ชั่งตัวอย่างพืช 0.2-0.25 กรัม ใส่ใน crucible นำไปเผาที่อุณหภูมิ 550 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ใน muffle furnace เมื่อตัวอย่างที่เผาเย็นลง เติม HCl 1 N จำนวน 10 มล. ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นเติมน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลั่น จำนวน 10 มล. ทิ้งไว้ 1 คืน กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 ทำ blank โดยไม่ใส่ตัวอย่างด้วยวิธีเดียวกัน เพื่อใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ แล้วนำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความถี่ 420 nm.

3. การวิเคราะห์โพแทสเซียมในพืช

- ชั่งตัวอย่างพืช 0.2-0.25 กรัม ใส่ใน crucible นำไปเผาที่อุณหภูมิ 550 °C เป็นเวลานาน 6 ชั่วโมง ใน muffle furnace เมื่อตัวอย่างที่เผาเย็นลง เติม HCl 1 N จำนวน 10 มล. ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นเติมน้ำกลั่น จำนวน 10 มล. ทิ้งไว้ 1 คืน กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 ทำ blank โดยไม่ใส่ตัวอย่างด้วยวิธีเดียวกันเพื่อใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ แล้วนำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (Model Hitachi Z8200)

2.2.8 การแปลความหมายผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีดิน

1. ความเป็นกรดด่างของดิน (Soil pH)

ตารางที่ 2.2 ค่า pH ของดินในน้ำ (ระดับความรุนแรงของความเป็นกรด-ด่างของดิน)

ระดับ (rating)	ช่วง pH water, 1:1
เป็นกรดรุนแรงมากที่สุด (ultra acid)	<3.5
เป็นกรดรุนแรงมาก (extremely acid)	3.5-4.5
เป็นกรดจัดมาก (very strongly acid)	4.6-5.0
เป็นกรดจัด (strongly acid)	5.1-5.5
เป็นกรดปานกลาง (moderately acid)	5.6-6.0
เป็นกรดเล็กน้อย (slightly alkaline)	6.1-6.5
เป็นกลาง (neutral)	6.6-7.3
เป็นด่างเล็กน้อย (slightly alkaline)	7.4-7.8
เป็นด่างปานกลาง (moderately alkaline)	7.9-8.4
เป็นด่างจัด (strongly alkaline)	8.5-9.0
เป็นด่างจัดมาก (very strongly alkaline)	>9.0

ที่มา : กองวิเคราะห์ดิน, 2540 คณะกรรมการจัดทำปทานุกรมปฐพีวิทยา, 2541 คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2530

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ค่าการนำไฟฟ้าและระดับความเค็มของดิน (Electrical Conductivity; EC) วัดโดยวิธีการสกัดดินด้วยดินอิ่มตัวด้วยน้ำที่ 25 °C แล้ววัดสารละลายที่สกัดได้ เรียกว่า EC extract (ECe)

ตารางที่ 2.3 ค่าการนำไฟฟ้าและระดับความเค็มของดิน (EC) ที่สัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของพืช

ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu S\ cm^{-1}$)	ระดับความเค็ม	ความสัมพันธ์กับพืช
0 -2	ไม่เค็ม	ไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช
2 - 4	เค็มน้อยมาก	อาจมีผลกระทบกระเทือนต่อผลผลิตของพืชที่sensitive ต่อความเค็ม
4 - 8	เค็มปานกลาง	เป็นอุปสรรคต่อพืชหลายชนิด
8 – 16	เค็มจัด	เป็นอุปสรรคต่อพืชส่วนมาก เฉพาะพืชทนเค็มที่เติบโตได้
>16	เค็มจัดมาก	เป็นอันตรายต่อพืชทุกชนิด ยกเว้นพืชบางชนิด เช่นหญ้าทนเค็ม เป็นต้น

ที่มา : Beck (1999); Bower และ Wilcox (1965); Jackson (1958)

3. ระดับอินทรียวัตถุ (Organic Matter; OM)

ตารางที่ 2.4 ระดับอินทรียวัตถุ (Organic Matter) (% Organic Carbon x 1.724)

ระดับ (rating)	พิสัย (ร้อยละ)
ต่ำมาก (VL)	< 0.5
ต่ำ (L)	0.5-1.0
ค่อนข้างต่ำ (ML)	1.0-1.5
ปานกลาง (M)	1.5-2.5
ค่อนข้างสูง (HM)	2.5-3.5
สูง (H)	3.5-4.5
สูงมาก (VH)	> 4.5

ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (Cation Exchange Capacity: CEC) หน่วยที่ใช้คือ meq/100 g ซึ่งมีค่าเท่ากับ cmol/kg

ตารางที่ 2.5 ระดับปริมาณความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation Exchange Capacity)

CEC, cmol/kg	ระดับ
< 5	ต่ำมาก
5 – 15	ต่ำ
15 – 25	ปานกลาง
25 – 40	สูง
> 40	สูงมาก

ที่มา: กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดินกรุงเทพฯ (2540)

5. ระดับธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง

ตารางที่ 2.6 ระดับธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน (USDA)

ธาตุอาหารพืช	ระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืช (mg kg $^{-1}$)				
	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงมาก
ฟอสฟอรัส (P)	<3	3-10	11-15	15-45	>45
โพแทสเซียม(K)	<30	30-60	61-90	91-120	>120
แคลเซียม (Ca)	<400	400-1000	1001-2000	2001-4000	>4000
แมกนีเซียม(Mg)	<36	36-120	121-365	366-975	>975
กำมะถัน (S)*	<5	5-10	11-20	21-30	>30

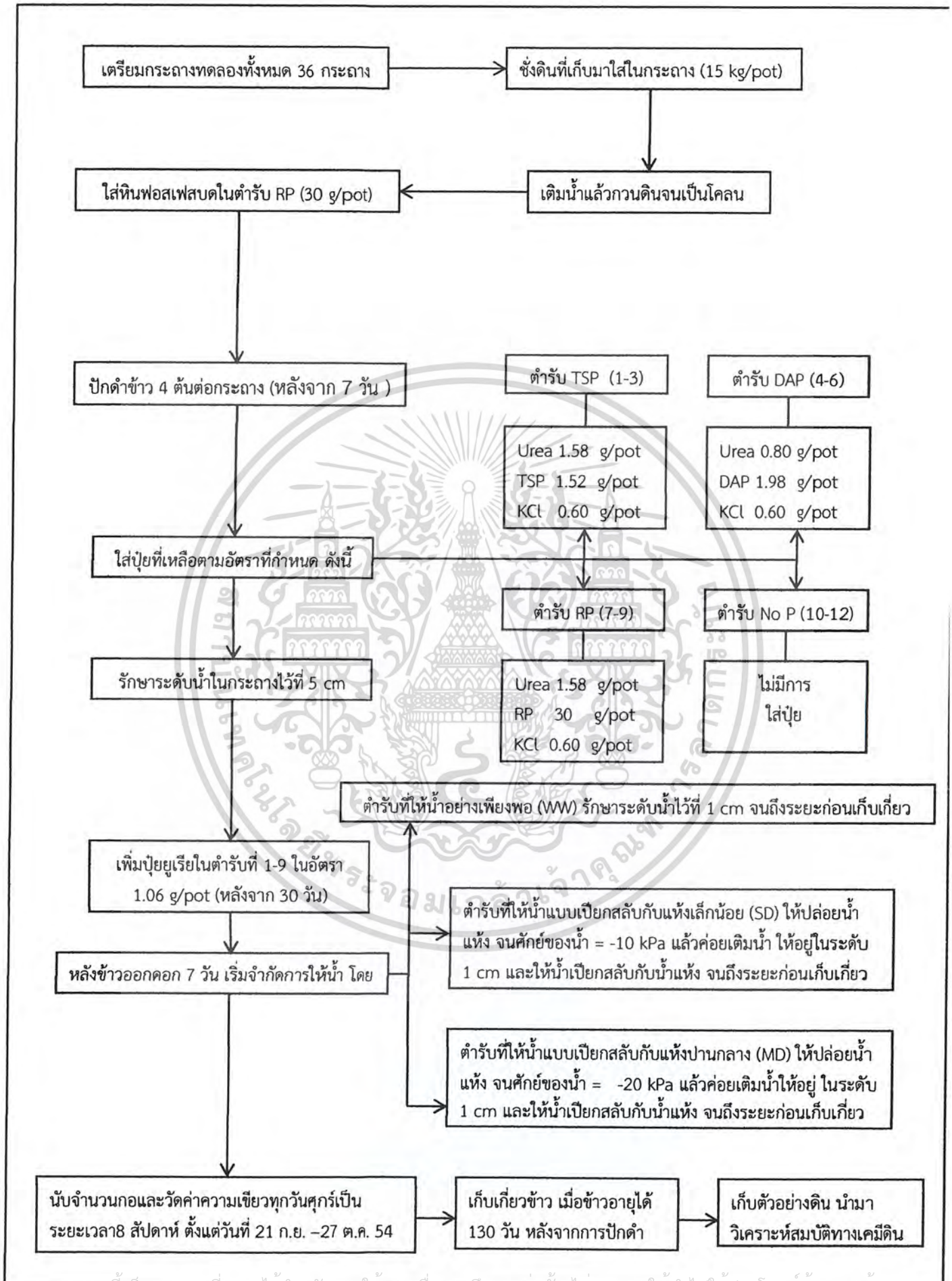
* สำหรับค่ามาตรฐานของกำมะถันในดินไม่ค่อยจะมีผู้ศึกษามากนัก ส่วนใหญ่จะศึกษาวิจัยกำมะถันในพืชมากกว่า ดังนั้น จึงนำค่ามาตรฐานของห้องปฏิบัติการของ Albion Labpratories, Inc. มาใช้ในการจัดระดับกำมะถันที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน

ที่มา: บรรเจิด (2543)

2.2.9 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลทั้งหมดที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) ตามแผนการทดลอง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistix 8 ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย โดยใช้วิธี Least Significant Difference (LSD)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

(3) ผลการทดลอง

3.1 ดินก่อนการทดลอง

3.1.1 สมบัติทางเคมีของดิน

จากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลองที่ระดับความลึกของดิน 0-15 cm พบว่า ดินเป็นด่างเล็กน้อย (slightly alkaline) มี pH (1:1) (7.57) ดินไม่มีความเค็มโดยมีค่าการนำไฟฟ้า 139 µS/cm มีปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างสูง (3.23%) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สำหรับพืช (Available P, Bray II) ในระดับต่ำมาก (2.08 mg/kg) ดินมีปริมาณด่างที่แลกเปลี่ยนได้ แคลเซียมในระดับสูงมาก (8577 mg/kg) , แมกนีเซียมในระดับสูง (409.79 mg/kg), โพแทสเซียมในระดับปานกลาง (64.37 mg/kg) และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในระดับปานกลาง 265.88 mg/kg ส่วนการอิ่มตัวด้วยเบส (BS) 2.67% ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) 17.58 me/100g และแคดเมียมทั้งหมดในดิน (total Cd) 98.3 mg/kg (ตารางที่ 3.1)

ตารางที่ 3.1 สมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลอง

ความลึก (cm)	pH (1:1)	EC (µS/cm)	OM (%)	Avail P Bray II (mg/kg)	Exchangeable (mg/kg)				BS (%)	CEC (me/100g)	Total Cd (mg/kg)
					Ca	Mg	K	Na			
0-15	7.57	139	3.23	2.08	8577	409.78	64.37	265.88	267	17.58	98.3
15-30	7.51	102	2.00	8.79	2986	297.92	31.28	165.53	136	13.28	131.5

3.1.2 สมบัติทางกายภาพของดิน

สมบัติทางกายภาพของดินก่อนการทดลอง ในระดับความลึก 0-15 cm ที่ได้ทำการวิเคราะห์พบว่า ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density) 1.03 g/cm^3 ความหนาแน่นของอนุภาคดิน (Particle Density) 2.16 g/cm^3 มีเปอร์เซ็นต์ความชื้น 95.4 % ดินมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายแป้ง และมีการกระจายขนาดอนุภาค (Particle Size Distribution ,%) โดยมีเปอร์เซ็นต์ Sand, Silt, Clay เป็น 21.62, 56.00 และ 22.42 ตามลำดับ (ตารางที่ 3.2)

ตารางที่ 3.2 สมบัติทางกายภาพของดินก่อนการทดลอง

ความลึก (cm)	Bulk Density (g/cm^3)	Particle Density (g/cm^3)	Moisture (%)	Particle Size Distribution (%)			Textural Class
				Sand	Silt	Clay	
0-15	1.03	2.16	95.4	21.62	56.00	22.42	SiL
15-30	1.24	2.15	65.1	89.14	6.44	4.42	S

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การเจริญเติบโต

3.2.1 ความเขียว

จากผลการวิเคราะห์ความเขียว (SPAD) ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยใช้เครื่อง Chlorophyll Meter (ตารางที่ 3.3) พบว่าในสัปดาห์ที่ 1-8 ชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำไม่ส่งผลให้ข้าวมีความเขียว แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีความเขียวอยู่ในช่วง 34.9-46.2 ซึ่งความเขียวจะมีค่าสูงสุดในสัปดาห์ที่ 6 และพบว่าในตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (No P) และมีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีความเขียวสูงที่สุด (46.2) ส่วนในตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (No P) และมีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีความเขียวต่ำสุด (41.5) และค่อย ๆ ลดลงในสัปดาห์ที่ 7 และ 8 (รูปที่ 3.1) เนื่องจากในระยะนี้ผลิตภัณฑ์จากการสังเคราะห์แสง จะถูกนำมาใช้ในการสร้างช่อดอกอ่อน ผ่านระยะตั้งท้อง (booting stage) จนถึงโผล่ช่อดอกและผสมเกสร (heading, flowering, fertilization) จึงทำให้ความเขียวในใบข้าวหยุดการพัฒนาและความเขียวในใบข้าวค่อย ๆ ลดต่ำลงในสัปดาห์ที่ 7 ถึง 8 (http://nonthatum.tripod.com/thatum/koa.html)

3.2.2 จำนวนกอ

ชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองส่งผลให้จำนวนกอของข้าวขาวดอกมะลิ 105 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$) (ตารางที่ 3.4) โดยพบว่าในสัปดาห์ที่ 1-3 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) มีจำนวนกอสูงที่สุด (9.78-13.22 กอ/กระถาง) ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) (8.89-12.89 กอ/กระถาง) ส่วนในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) จะให้จำนวนกอต่ำที่สุด (5.44-8.56 กอ/กระถาง) ส่วนในสัปดาห์ที่ 4-8 พบว่าชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองไม่ส่งผลให้จำนวนกอของข้าวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีจำนวนกออยู่ในช่วง 11.0-18.7 กอ/กระถาง และเมื่อพิจารณาถึงการจัดการน้ำ พบว่าในสัปดาห์แรก การจัดการน้ำส่งผลให้จำนวนกอของข้าวแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยในตำรับที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีจำนวนกอสูงที่สุด (9.33 กอ/กระถาง) และในตำรับที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) มีจำนวนกอต่ำที่สุด (6.67 กอ/กระถาง) ส่วนในสัปดาห์ที่ 2-8 พบว่าการจัดน้ำไม่ส่งผลให้จำนวนกอของข้าวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีจำนวนกออยู่ในช่วง 8.33-16.33 กอ/กระถาง ซึ่งผลจากการนับจำนวนกอของทุกตำรับการทดลองพบว่าในสัปดาห์ที่ 8 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) และที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) จะให้จำนวนกอสูงที่สุด (18.7 กอ/กระถาง) และตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) และที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) จะให้จำนวนกอต่ำที่สุด (13.0 กอ/กระถาง) อย่างไรก็ตามในสัปดาห์ที่ 6-8 ไม่มีการเพิ่มขึ้นของจำนวนกอ (รูปที่ 3.2) เนื่องจากระยะแตกกอ (tillering stage) ใช้เวลาประมาณ 30-50 วัน จะเข้าสู่ระยะการเจริญเติบโตด้านการสืบพันธุ์ (reproductive growth) จึงทำให้ในช่วงสัปดาห์นี้จำนวนกอไม่มีการเปลี่ยนแปลง (http://nonthatum.tripod.com/thatum/koa.html)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 ความเขียวในแต่ละสัปดาห์ของข้าวขาวดอกมะลิ 105

parameter	ความเขียว/กระถาง (week 1)				ความเขียว/กระถาง (week 2)				ความเขียว/กระถาง (week 3)				ความเขียว/กระถาง (week 4)			
Phosphorus (P)	water irrigation				water irrigation				water irrigation				water irrigation			
	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean
No P	39.7 a	41.6 a	41.4 a	-	38.9 ab	41.4 a	42.3 a	-	42.7 a	43.4 a	43.9 a	-	44.0 a	44.1 a	44.4 ab	-
TSP	40.7 a	39.3 a	40.9 a	40.31 a	39.9 a	38.1 a	39.4 b	39.13 a	42.1 a	41.3 a	41.5 a	41.62 a	44.2 a	43.0 a	45.4 a	44.23 a
DAP	40.1 a	39.8 a	40.1 a	40.02 a	36.2 ab	36.5 a	37.3 b	36.64 a	41.0 a	38.0 a	39.7 a	39.54 a	46.0 a	44.8 a	44.5 ab	45.09 a
RP	37.2 a	41.1 a	41.7 a	39.97 a	34.9 b	40.6 a	39.1 b	38.22 a	40.4 a	41.2 a	40.8 a	40.79 a	41.2 a	42.8 a	42.9 b	42.31 a
Mean	39.32 A	40.07 A	40.90 A		37.00 A	38.41 A	38.59 A		41.16 A	40.14 A	40.66 A		43.82 A	43.54 A	44.27 A	
P	ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns	
Water	ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns	
P x Water	ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns	

parameter	ความเขียว/กระถาง (week 5)				ความเขียว/กระถาง (week 6)				ความเขียว/กระถาง (week 7)				ความเขียว/กระถาง (week 8)			
Phosphorus (P)	water irrigation				water irrigation				water irrigation				water irrigation			
	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean
No P	45.1 a	43.8 a	43.0 b	-	46.2 a	43.4 a	41.5 b	-	45.1 a	43.3 a	42.4 b	-	42.3 a	43.9 a	41.6 a	-
TSP	44.5 a	43.5 a	45.5 a	44.47 a	44.7 a	43.9 a	45.5 a	44.71 a	42.4 a	43.0 a	44.3 ab	43.21 a	44.3 a	41.4 a	44.0 a	43.26 a
DAP	44.8 a	44.1 a	45.3 a	44.72 a	43.6 a	43.4 a	46.1 a	44.36 a	43.8 a	44.2 a	44.7 ab	44.24 a	43.8 a	43.8 a	43.2 a	43.58 a
RP	43.0 a	44.1 a	43.9 ab	43.67 a	44.8 a	45.3 a	45.0 a	45.02 a	43.3 a	43.7 a	45.8 a	44.30 a	41.2 a	43.3 a	43.2 a	42.59 a
Mean	44.1 A	43.87 A	44.89 A		44.38 A	44.2 A	45.51 A		43.18 A	43.62 A	44.96 A		43.10 A	42.86 A	43.47 A	
P	ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns	
Water	ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns	
P x Water	ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns	

หมายเหตุ : a) Well water : WW = ให้น้ำอย่างเพียงพอ , Slightly dry-wet alternate irrigation : SD = ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย , Moderate dry-wet alternate irrigation : MD = ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง, No – Phosphate = - ,Triple super phosphate = TSP, Diammonium phosphate = DAP, Phosphate rock = PR ,ns = non significant ,* = significant at P< 0.05 ,** = significant at P < 0.001

b) values followed by the same lowercase letter in a column are not significantly different at $P < 0.05$

c) values followed by the same uppercase letter in a row within a not significantly different at $P < 0.05$

ตารางที่ 3.4 จำนวนกอในแต่ละสัปดาห์ของข้าวขาวดอกมะลิ 105

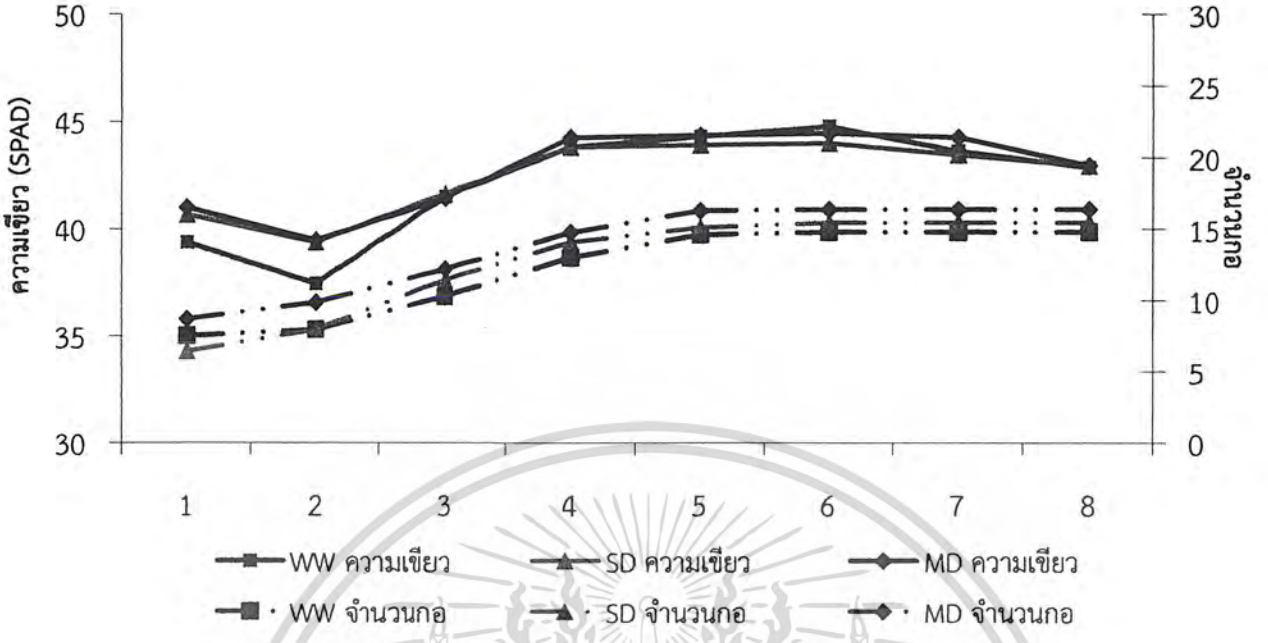
parameter	จำนวนกอ/กระถาง (week 1)				จำนวนกอ/กระถาง (week 2)				จำนวนกอ/กระถาง (week 3)				จำนวนกอ/กระถาง (week 4)			
Phosphorus (P)	water irrigation				water irrigation				water irrigation				water irrigation			
	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean
No P	6.0 a	6.0 a	7.0 bc	-	6.3 b	7.3 a	8.7 bc	-	9.3 a	11.3 a	12.3 ab	-	12.0 a	13.7 a	15.3 a	-
TSP	9.3 a	7.0 a	10.3 ab	8.89 a	10.3 a	8.3 a	11.0 ab	9.89 a	12.0 a	12.7 a	14.0 a	12.89 a	15.0 a	15.3 a	17.0 a	15.78 a
DAP	9.0 a	8.0 a	12.3 a	9.78 a	10.0 a	10.0 a	13.7 a	11.22 a	12.0 a	13.7 a	14.0 a	13.22 a	14.3 a	16.3 a	15.3 a	15.33 a
RP	6.0 a	5.0 a	5.3 c	5.44 b	6.3 b	6.7 a	6.7 c	6.56 b	8.0 a	8.7 a	9.0 b	8.56 b	11.0 a	11.7 a	11.7 a	11.44 a
Mean	8.11 AB	6.67 B	9.33 A		8.89 A	8.33 A	10.44 A		10.67 A	11.67 A	12.33 A		13.44 A	14.44 A	14.67 A	
P	**	**	**		*	*	*		*	*	*		ns	ns	ns	
Water	*	*	*		ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns	
P x Water	ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns	

parameter	จำนวนกอ/กระถาง (week 5)				จำนวนกอ/กระถาง (week 6)				จำนวนกอ/กระถาง (week 7)				จำนวนกอ/กระถาง (week 8)			
Phosphorus (P)	water irrigation				water irrigation				water irrigation				water irrigation			
	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean
No P	13.3 a	13.7 a	17.7 a	-	13.7 a	13.7 a	17.7 a	-	13.7 a	13.7 a	17.7 a	-	13.7 a	13.7 a	17.7 a	-
TSP	17.7 a	16.0 a	17.7 a	17.11 a	18.0 a	16.3 a	17.7 a	17.33 a	18.0 a	16.3 a	17.7 a	17.33 a	18.0 a	16.3 a	17.7 a	17.33 a
DAP	16.0 a	18.7 a	17.7 a	17.44 a	16.3 a	18.7 a	18.0 a	17.67 a	16.3 a	18.7 a	18.0 a	17.67 a	16.3 a	18.7 a	18.0 a	17.67 a
RP	12.7 a	12.7 a	13.3 a	12.89 a	13.0 a	13.3 a	13.3 a	13.22 a	13.0 a	13.3 a	13.3 a	13.22 a	13.0 a	13.3 a	13.3 a	13.22 a
Mean	15.44 A	15.78 A	16.22 A		15.78 A	16.11 A	16.33 A		15.78 A	16.11 A	16.33 A		15.78 A	16.11A	16.33 A	
P	ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns	
Water	ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns	
P x Water	ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns	

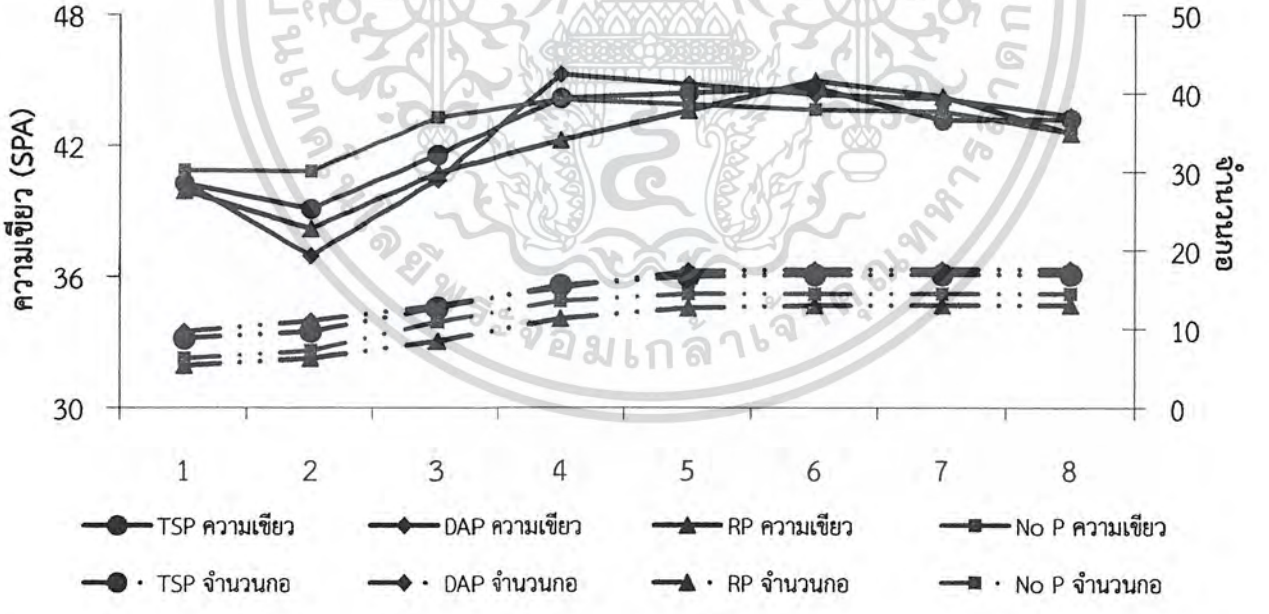
หมายเหตุ : a) Well water : WW = ให้น้ำอย่างเพียงพอ , Slightly dry-wet alternate irrigation : SD = ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย , Moderate dry-wet alternate irrigation : MD = ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง, No – Phosphate = - ,Triple super phosphate = TSP, Diammonium phosphate = DAP, Phosphate rock = PR ,ns = non significant ,* = significant at P< 0.05 ,** = significant at P < 0.001

b) values followed by the same lowercase letter in a column are not significantly different at *P < 0.05*

c) values followed by the same uppercase letter in a row within a not significantly different at *P < 0.05*



รูปที่ 3.1 กราฟการจัดการน้ำต่อความสัมพันธ์ระหว่างความเขียวและจำนวนกอในแต่ละสัปดาห์



รูปที่ 3.2 กราฟชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อความสัมพันธ์ระหว่างความเขียวและจำนวนกอในแต่ละสัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ความสูง

จากผลการวัดความสูงของข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ตารางที่ 3.7) พบว่าชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีความสูงอยู่ในช่วง 160-164 cm ส่วนการจัดการน้ำพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีความสูงอยู่ในช่วง 160-164 cm โดยจากผลการวัดความสูงของทุกตำรับการทดลอง เมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีความสูงอยู่ในช่วง 151-165 cm โดยมีแนวโน้มว่าตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) กับมีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) และแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) มีความสูงสูงที่สุด (165 cm) ส่วนในตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (No P) และที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีความสูงต่ำที่สุด (151 cm) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลของกรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (140 cm) พบว่ามีความสูงสูงกว่า อาจเนื่องมาจากสถานที่ทำการทดลองเป็นเรือนทดลอง ทำให้แสงส่องผ่านเข้ามาได้ไม่ 100% ข้าวจึงได้รับแสงไม่เต็มที่ในตลอดทั้งวัน

ตารางที่ 3.5 ความสูงของข้าวขาวดอกมะลิ 105

parameter	Hight (cm)			
Phosphorus (P)	water irrigation			
	WW	SD	MD	Mean
No P	161 a	156 a	151 b	-
TSP	156 a	161 a	162 a	160 a
DAP	165 a	165 a	163 a	164 a
RP	160 a	165 a	162 a	162 a
Mean	160 A	164 A	162 A	
P	ns	ns	ns	
Water	ns	ns	ns	
P x Water	ns	ns	ns	

หมายเหตุ : a) Well water : WW = ให้น้ำอย่างเพียงพอ , Slightly dry-wet alternate irrigation : SD = ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย , Moderate dry-wet alternate irrigation : MD = ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง,No – Phosphate = - ,Triple super phosphate = TSP, Diammonium phosphate = DAP, Phosphate rock = PR ,ns = non significant ,* = significant at P< 0.05 ,** = significant at P< 0.001

b) values followed by the same lowercase letter in a column are not significantly different at *P < 0.05*

c) values followed by the same uppercase letter in a row within a not significantly different at *P < 0.05*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 องค์ประกอบของผลผลิต

3.3.1 จำนวนรวง

จำนวนรวงของข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ตารางที่ 3.6) ที่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสต่างชนิดกัน พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$) โดยในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) มีจำนวนรวงสูงที่สุด (22.4 รวง/กระถาง) ซึ่งไม่แตกต่างกับตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) (21.1 รวง/กระถาง) และในตำรับที่มีการใส่หินฟอสเฟต (RP) มีจำนวนรวงต่ำที่สุด (14.3 รวง/กระถาง) ส่วนการจัดการน้ำพบว่าไม่ส่งผลให้จำนวนรวงของข้าวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีจำนวนรวงอยู่ในช่วง 18.6-20.2 รวง/กระถาง โดยจากผลการนับจำนวนรวงของทุกตำรับการทดลอง เมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$) โดยในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) และมีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีจำนวนรวงสูงที่สุด (28.0 รวง/กระถาง) ส่วนในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) และมีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีจำนวนรวงต่ำที่สุด (8.0 รวง/กระถาง)

3.3.2 น้ำหนัก 1000 เมล็ด

ชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองไม่ส่งผลให้น้ำหนัก 1000 เมล็ดของข้าวขาวดอกมะลิ 105 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3.6) ซึ่งมีน้ำหนัก 1000 เมล็ดอยู่ในช่วง 23.8-24.6 g ส่วนการจัดการน้ำไม่ส่งผลให้น้ำหนัก 1000 เมล็ดของข้าวแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีน้ำหนัก 1000 เมล็ดอยู่ในช่วง 22.8-25.0 g โดยจากผลการวิเคราะห์น้ำหนัก 1000 เมล็ดของทุกตำรับการทดลอง เมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีน้ำหนัก 1000 เมล็ดอยู่ในช่วง 21.4-26.1 g โดยในตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (No P) และมีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีน้ำหนัก 1000 เมล็ดสูงที่สุด (26.1 g) ส่วนในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) และมีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีน้ำหนัก 1000 เมล็ดต่ำสุด (21.4 g)

3.3.3 เปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็ม

จากผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มของข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ตารางที่ 3.6) พบว่าชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มอยู่ในช่วง 75.2-81.7% โดยมีแนวโน้มว่าตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) จะมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มสูงที่สุด (81.7%) รองลงมาคือตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) (75.4%) และในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มต่ำที่สุด (75.2%) ส่วนการจัดการน้ำพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มอยู่ในช่วง 76.2-79.3% โดยจากผลการวิเคราะห์ของเปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มทุกตำรับการทดลอง เมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มอยู่ในช่วง 70.0-88.3% โดยในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) และในตำรับที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มสูงที่สุด (88.3%) ส่วนในตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (No P) และที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มต่ำสุด (70.0 %)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 องค์ประกอบของผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105

parameter	Panicle/pot				1000 seed wt. (g)				Filled grain (%)			
Phosphorus (P)	water irrigation				water irrigation				water irrigation			
	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean
No P	17.3 b	14.3 a	19.3 ab	-	26.1 a	25.8 a	25.5 a	-	73.3 a	76.7 a	70.0 a	-
TSP	28.0 a	15.3 a	24.0 a	22.4 a	26.0 ab	23.7 a	24.2 a	24.6 a	80.3 a	88.3 a	76.3 a	81.7 a
DAP	24.7 a	20.0 a	18.7 ab	21.1 a	24.8 bc	25.2 a	21.4 a	23.8 a	74.0 a	75.0 a	77.3 a	75.4 a
RP	8.0 c	20.3 a	14.7 b	14.3 b	24.3 c	24.9 a	22.9 a	24.0 a	74.3 a	74.7 a	76.7 a	75.2 a
Mean	20.2 A	18.6 A	19.1 A		25.0 A	24.6 A	22.8 A		76.2 A	79.3 A	76.8 A	
P	**	**	**		ns	ns	ns		ns	ns	ns	
Water	ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns	
P x Water	**	**	**		ns	ns	ns		ns	ns	ns	

หมายเหตุ : a) Well water : WW = ให้น้ำอย่างเพียงพอ , Slightly dry-wet alternate irrigation : SD = ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย , Moderate dry-wet alternate irrigation : MD = ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง, No - Phosphate = - ,Triple super phosphate = TSP, Diammonium phosphate = DAP, Phosphate rock = PR ,ns = non significant ,* = significant at P< 0.05 ,** = significant at P < 0.001

b) values followed by the same lowercase letter in a column are not significantly different at $P < 0.05$

c) values followed by the same uppercase letter in a row within a not significantly different at $P < 0.05$

3.4 ผลผลิต

3.4.1 ผลผลิตของฟาง

1. น้ำหนักฟางต่อกระถาง

น้ำหนักฟางต่อกระถางของข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ตารางที่ 3.7) ที่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสต่างชนิดกัน พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีน้ำฟางต่อกระถางอยู่ในช่วง 66.4-78.0 g/pot โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) จะมีน้ำหนักฟางต่อกระถางสูงที่สุด (78.0 g/pot) รองลงมาคือตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) (71.6 g/pot) และในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) มีน้ำหนักฟางต่อกระถางต่ำที่สุด (64.4 g/pot) ส่วนการจัดการน้ำพบว่าไม่ส่งให้น้ำหนักฟางต่อกระถางแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีน้ำหนักฟางต่อกระถางอยู่ในช่วง 64.7-78.9 g/pot โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) จะมีน้ำหนักฟางต่อกระถางสูงที่สุด (78.9 g/pot) รองลงมาคือตำรับที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) (68.1 g/pot) และในตำรับที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีน้ำหนักฟางต่อกระถางต่ำที่สุด (64.7 g/pot) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ผลผลิตของฟางต่อกระถางทุกตำรับการทดลอง เมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีน้ำหนักฟางต่อกระถางอยู่ในช่วง 52.7-83.7 g/pot โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) และที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) มีน้ำหนักฟางต่อกระถางสูงที่สุด (83.7 g/pot) ส่วนในตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (No P) และที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) มีน้ำหนักฟางต่อกระถางต่ำที่สุด (52.7 g/pot)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. น้ำหนักฟางต่อไร่

ชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองไม่ส่งผลให้น้ำฟางต่อไร่ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3.7) ซึ่งมีน้ำฟางต่อไร่อยู่ในช่วง 1061-1286 kg/rai โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) จะมีน้ำหนักฟางต่อไร่สูงที่สุด (1286 kg/rai) รองลงมาคือตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) (1233 kg/rai) และในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) มีน้ำหนักฟางต่อไร่ต่ำที่สุด (1061 kg/rai) ส่วนการจัดการน้ำไม่ส่งผลให้น้ำหนักฟางต่อไร่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีน้ำฟางต่อไร่อยู่ในช่วง 1104-1354 kg/rai โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) จะมีน้ำหนักฟางต่อไร่สูงที่สุด (1354 kg/rai) รองลงมาคือตำรับที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) (1121 kg/rai) และในตำรับที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีน้ำหนักฟางต่อไร่ต่ำที่สุด (1104 kg/rai) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์น้ำหนักฟางต่อไร่ทุกตำรับการทดลอง เมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีน้ำหนักฟางต่อไร่อยู่ในช่วง 868-1379 kg/rai โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) และที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) มีน้ำหนักฟางต่อไร่สูงที่สุด (1379 kg/rai) ส่วนในตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (No P) และที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) มีน้ำหนักฟางต่อไร่ต่ำที่สุด (868 kg/rai)

3.4.2 ผลผลิตของเมล็ดที่ความชื้น 14%

1. น้ำหนักเมล็ดต่อกระถาง

จากผลการวิเคราะห์น้ำหนักเมล็ดต่อกระถางของข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ตารางที่ 3.7) พบว่าชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีน้ำเมล็ดต่อกระถางอยู่ในช่วง 45.6-61.4 g/pot โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) จะมีน้ำหนักเมล็ดต่อกระถางสูงที่สุด (61.4 g/pot) รองลงมาคือตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) (54.2 g/pot) และในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) มีน้ำหนักเมล็ดต่อกระถางต่ำที่สุด (45.6 g/pot) ส่วนการจัดการน้ำพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีน้ำเมล็ดต่อกระถางอยู่ในช่วง 52.7-56.9 g/pot โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) จะมีน้ำหนักเมล็ดต่อกระถางสูงที่สุด (56.9 g/pot) ซึ่งไม่แตกต่างกับตำรับที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) (56.0 g/pot) และในตำรับที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีน้ำหนักเมล็ดต่อกระถางต่ำสุด (52.7 g/pot) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์น้ำหนักเมล็ดต่อกระถางทุกตำรับการทดลอง เมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีน้ำหนักเมล็ดต่อกระถางอยู่ในช่วง 40.8-69.4 g/pot โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) และที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีน้ำหนักเมล็ดต่อกระถางสูงที่สุด (69.4 g/pot) ส่วนในตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (No P) และที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) มีน้ำหนักเมล็ดต่อกระถางต่ำที่สุด (40.8 g/pot)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. น้ำหนักเมล็ดต่อไร่

น้ำหนักเมล็ดต่อไร่ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ตารางที่ 3.7) ที่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสต่างชนิดกัน พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีน้ำหนักเมล็ดต่อไร่อยู่ในช่วง 825-1011 kg/rai โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) จะมีน้ำหนักเมล็ดต่อไร่สูงที่สุด (1011 kg/rai) รองลงมาคือตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) (966 kg/rai) และในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) มีน้ำหนักเมล็ดต่อไร่ต่ำที่สุด (825 kg/rai) ส่วนการจัดการน้ำพบว่าไม่ส่งผลให้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีน้ำหนักเมล็ดต่อไร่อยู่ในช่วง 868-938 kg/rai โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) จะมีน้ำหนักเมล็ดต่อไร่สูงที่สุด (938 kg/rai) รองลงมาคือตำรับที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) (924 kg/rai) และในตำรับที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีน้ำหนักเมล็ดต่อไร่ต่ำสุด (868 kg/rai) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์น้ำหนักเมล็ดต่อกระถางทุกตำรับการทดลอง เมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีน้ำหนักเมล็ดต่อไร่อยู่ในช่วง 673-1144 kg/rai โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) และที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีน้ำหนักเมล็ดต่อไร่สูงที่สุด (1144 kg/rai) ส่วนในตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (No P) และที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) มีน้ำหนักเมล็ดต่อไร่ต่ำที่สุด (673 kg/rai) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลของกรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (515 kg/rai) พบว่าน้ำหนักเมล็ด 14% ต่อไร่ให้ผลผลิตสูงกว่า

3.4.3 สัดส่วนเมล็ดต่อฟาง

ชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองไม่ส่งผลให้สัดส่วนเมล็ดต่อฟางของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3.7) ซึ่งมีสัดส่วนเมล็ดต่อฟางอยู่ในช่วง 0.64-0.68 โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) จะมีสัดส่วนเมล็ดต่อฟางสูงที่สุด (0.68) รองลงมาคือตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) (0.66) และในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) มีสัดส่วนเมล็ดต่อฟางต่ำที่สุด (0.64) ส่วนการจัดการน้ำไม่ส่งผลให้สัดส่วนเมล็ดต่อฟางของข้าวแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีสัดส่วนเมล็ดต่อฟางอยู่ในช่วง 0.64-0.68 โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) จะมีค่าสูงที่สุด (0.69) รองลงมาคือตำรับที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) (0.67) และในตำรับที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) มีสัดส่วนเมล็ดต่อฟางต่ำสุด (0.64) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์สัดส่วนเมล็ดต่อฟางทุกตำรับการทดลอง เมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีสัดส่วนเมล็ดต่อฟางอยู่ในช่วง 0.61-0.81 โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (No P) และที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีสัดส่วนเมล็ดต่อฟางสูงที่สุด (0.807) ส่วนในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) และที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีสัดส่วนเมล็ดต่อฟางต่ำที่สุด (0.613)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 ผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105

parameter	Straw (g/pot)				Straw (kg/rai)			
	water irrigation				water irrigation			
Phosphorus (P)	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean
No P	58.5 a	52.7 b	67.2 a	-	964 a	868 b	1108 a	-
TSP	69.2 a	72.7 ab	72.9 a	71.6 a	1140 a	1358 a	1202 a	1233 a
DAP	76.3 a	83.7 a	74.1 a	78.0 a	1258 a	1379 a	1221 a	1286 a
RP	55.5 a	80.5 a	57.1 a	64.4 a	915 a	1327 a	941 a	1061 a
Mean	64.7 A	78.9 A	68.1 A		1104 A	1354 A	1121 A	
P	ns	ns	ns		ns	ns	ns	
Water	ns	ns	ns		ns	ns	ns	
P x Water	ns	ns	ns		ns	ns	ns	

parameter	14% grain (g/pot)				14% grain (kg/rai)				Grain/Straw			
	water irrigation				water irrigation				water irrigation			
Phosphorus (P)	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean
No P	54.9 a	40.8 b	58.7 a	-	904 a	673 a	967 a	-	0.81 a	0.66 a	0.76 a	-
TSP	55.3 a	46.8 ab	60.6 a	54.2 a	912 a	773 a	998 a	966 a	0.65 a	0.62 a	0.72 a	0.66 a
DAP	69.4 a	61.0 a	53.7 a	61.4 a	1144 a	1005 a	885 a	1011 a	0.79 a	0.65 a	0.61 a	0.68 a
RP	46.0 a	60.3 a	43.8 a	45.6 a	759 a	994 a	722 a	825 a	0.61 a	0.65 a	0.67 a	0.64 a
Mean	56.9 A	56.0 A	52.7 A		938 A	924 A	868 A		0.68 A	0.64 A	0.67 A	
P	ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns	
Water	ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns	
P x Water	ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns	

หมายเหตุ : a) Well water : WW = ให้น้ำอย่างเพียงพอ , Slightly dry-wet alternate irrigation : SD = ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย , Moderate dry-wet alternate irrigation : MD = ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง, No - Phosphate = - ,Triple super phosphate = TSP, Diammonium phosphate = DAP, Phosphate rock = PR ,ns = non significant ,* = significant at P< 0.05 ,** = significant at P < 0.001

b) values followed by the same lowercase letter in a column are not significantly different at $P < 0.05$

c) values followed by the same uppercase letter in a row within a not significantly different at $P < 0.05$

3.5 ความเข้มข้นและการดูดดึงธาตุอาหารในพืช

3.5.1. ความเข้มข้นของธาตุอาหารในฟางข้าว

1. ไนโตรเจน

จากผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นไนโตรเจนในฟางของข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ตารางที่ 3.8) พบว่าชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.001) โดยในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) มีความเข้มข้นไนโตรเจนสูงที่สุด (1.26%) รองลงมาคือในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) (0.93%) และในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) มีความเข้มข้นไนโตรเจนต่ำที่สุด (0.58%) ส่วนการจัดการน้ำพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.001) โดยในตำรับที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีความเข้มข้นไนโตรเจนสูงที่สุด (0.99%) และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในตำรับที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) มีความเข้มข้นไนโตรเจนต่ำสุด (0.86%) ซึ่งไม่แตกต่างกับตำรับที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) (0.91%) โดยจากผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นไนโตรเจนในเมล็ดข้าวทุกตำรับการทดลอง เมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$) โดยที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีความเข้มข้นไนโตรเจนสูงที่สุด (1.50%) ส่วนในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) และในตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (No P) และที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) มีความเข้มข้นไนโตรเจนต่ำที่สุด (0.35%)

2. ฟอสฟอรัส

ความเข้มข้นฟอสฟอรัสในฟางของข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ตารางที่ 3.8) ที่มีการปุ๋ยฟอสฟอรัสต่างชนิดกัน พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 2.10-2.96% โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) จะมีความเข้มข้นฟอสฟอรัสสูงที่สุด (2.96%) รองลงมาคือตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) (2.53%) และในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) มีความเข้มข้นฟอสฟอรัสต่ำที่สุด (2.10%) ส่วนการจัดการน้ำพบว่าไม่ส่งผลให้ความเข้มข้นฟอสฟอรัสแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีความเข้มข้นฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 2.06-2.84% โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) จะมีความเข้มข้นฟอสฟอรัสสูงที่สุด (2.84%) รองลงมาคือตำรับที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) (2.68%) และในตำรับที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีความเข้มข้นฟอสฟอรัสต่ำสุด (2.06%) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นฟอสฟอรัสในเมล็ดทุกตำรับการทดลองเมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าอยู่ในช่วง 1.41–3.98% โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) และที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) มีความเข้มข้นฟอสฟอรัสสูงที่สุด (3.98%) ส่วนในตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (No P) และที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่ำสุด (1.41%)

3. โพแทสเซียม

ชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองส่งผลให้ความเข้มข้นโพแทสเซียมในฟางของข้าวขาวดอกมะลิ 105 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 3.8) โดยในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) มีความเข้มข้นโพแทสเซียมสูงที่สุด (2.17%) และในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) มีความเข้มข้นโพแทสเซียมต่ำที่สุด (1.97%) ซึ่งไม่แตกต่างกับตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) (1.98%) ส่วนการจัดการน้ำส่งผลให้ความเข้มข้นโพแทสเซียมของข้าวแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$) โดยในตำรับที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีความเข้มข้นโพแทสเซียมสูงที่สุด (2.28%) และในตำรับที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) มีความเข้มข้นโพแทสเซียมต่ำสุด (1.90%) ซึ่งไม่แตกต่างกับตำรับที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) (1.94%) โดยจากผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นโพแทสเซียมในพืชทุกตำรับการทดลอง เมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้มข้นโพแทสเซียมอยู่ในช่วง 1.78–2.66% โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (No P) และที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีความเข้มข้นโพแทสเซียมสูงที่สุด (2.66%) ส่วนในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) และที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) มีความเข้มข้นโพแทสเซียมต่ำสุด (1.78 %)

ตารางที่ 3.8 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในฟางข้าวขาวดอกมะลิ 105

parameter	Total N (%)				Available P (%)				Exchangeable K (%)			
Phosphorus (P)	Water irrigation				Water irrigation				Water irrigation			
	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean
No P	0.93 b	0.35 c	0.53 b	-	2.31 a	2.15 a	1.41 b	-	2.27 a	2.06 a	2.66 a	-
TSP	0.81 c	0.55 b	0.38 c	0.58 c	2.64 a	3.98 a	2.25 a	2.96 a	1.87 a	1.78 a	2.29 ab	1.98 b
DAP	0.67 d	0.97 a	1.14 a	0.93 b	2.86 a	2.39 a	2.34 a	2.53 a	2.03 a	1.81 a	2.05 b	1.97 b
RP	1.50 a	1.07 a	1.22 a	1.26 a	2.54 a	2.16 a	1.59 b	2.10 a	1.92 a	2.10 a	2.50 ab	2.17 a
Mean	0.99 A	0.86 B	0.91 B		2.68 A	2.84 A	2.06 A		1.94 B	1.90 B	2.28 A	
P	**	**	**		ns	ns	ns		*	*	*	
Water	**	**	**		ns	ns	ns		**	**	**	
P x Water	**	**	**		ns	ns	ns		ns	ns	ns	

หมายเหตุ : a) Well water : WW = ให้น้ำอย่างเพียงพอ , Slightly dry-wet alternate irrigation : SD = ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย , Moderate dry-wet alternate irrigation : MD = ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง, No – Phosphate = - ,Triple super phosphate = TSP, Diammonium phosphate = *DAP*, Phosphate rock = *PR* ,ns = non significant ,* = significant at $P< 0.05$,** = significant at $P < 0.001$

b) values followed by the same lowercase letter in a column are not significantly different at $P < 0.05$

c) values followed by the same uppercase letter in a row within a not significantly different at $P < 0.05$

3.5.2 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในเมล็ดข้าว

1. ไนโตรเจน

จากผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นไนโตรเจนในเมล็ดของข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ตารางที่ 3.9) พบว่าชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีความเข้มข้นในโตรเจนอยู่ในช่วง 1.56-1.64% โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) จะมีความเข้มข้นไนโตรเจนสูงที่สุด (1.64%) รองลงมาคือตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) (1.62%) และในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) มีความเข้มข้นไนโตรเจนต่ำที่สุด (1.56%) ส่วนการจัดการน้ำพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$) โดยในตำรับที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีความเข้มข้นไนโตรเจนสูงที่สุด (1.70%) ซึ่งไม่แตกต่างกับตำรับที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) (1.65%) และในตำรับที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีความเข้มข้นไนโตรเจนต่ำสุด (1.46%) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ค่าความเข้มข้นไนโตรเจนในพืชทุกตำรับการทดลอง เมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีความเข้มข้นไนโตรเจนอยู่ในช่วง 1.42–1.76% โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) และที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีความเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไนโตรเจนสูงที่สุด (1.76%) ส่วนในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) และที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีความเข้มข้นไนโตรเจนต่ำสุด (1.42%)

2. ฟอสฟอรัส

ความเข้มข้นฟอสฟอรัสในเมล็ดของข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ตารางที่ 3.9) ที่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสต่างชนิดกัน พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีความเข้มข้นฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 3.08-3.82% โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) จะมีความเข้มข้นฟอสฟอรัสสูงที่สุด (3.82%) รองลงมาคือตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) (3.71%) และในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) มีความเข้มข้นฟอสฟอรัสต่ำที่สุด (3.08 %) ส่วนการจัดการน้ำพบว่าส่งผลให้ความเข้มข้นฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยในตำรับที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีค่าสูงที่สุด (4.30%) และในตำรับที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีความเข้มข้นฟอสฟอรัสต่ำสุด (3.00%) ซึ่งไม่แตกต่างกับตำรับที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) (3.31%) โดยจากผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นฟอสฟอรัสในฟางข้าวทุกตำรับการทดลอง เมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีความเข้มข้นฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 1.42-4.86% โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) และที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีความเข้มข้นฟอสฟอรัสสูงที่สุด (4.86%)ส่วนในตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (No P) และที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีความเข้มข้นฟอสฟอรัสต่ำที่สุด (1.42%)

3. โพแทสเซียม

ชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองไม่ส่งผลให้ความเข้มข้นโพแทสเซียมในฟางของข้าวขาวดอกมะลิ 105 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3.9) ซึ่งมีความเข้มข้นโพแทสเซียมมีค่าใกล้เคียงกันมาก อยู่ในช่วง 0.35-0.37% ส่วนการจัดการน้ำไม่ส่งผลให้ความเข้มข้นโพแทสเซียมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีความเข้มข้นโพแทสเซียมอยู่ในช่วง 0.35-0.38% โดยจากผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นโพแทสเซียมในฟางข้าวทุกตำรับการทดลอง เมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีความเข้มข้นโพแทสเซียมอยู่ในช่วง 0.32–0.41 % โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) และที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีความเข้มข้นโพแทสเซียมสูงที่สุด (0.41%) ส่วนในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) และที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) มีความเข้มข้นโพแทสเซียมต่ำที่สุด (0.32%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105

parameter	Total N (%)				Available P (%)				Exchangeable K (%)			
Phosphorus (P)	Water irrigation				Water irrigation				Water irrigation			
	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean
No P	1.70 b	1.70 ab	1.57 b	-	2.96 a	3.05 a	1.42 b	-	0.34 a	0.35 a	0.35 a	-
TSP	1.49 a	1.56 c	1.61 ab	1.56 b	4.86 a	3.67 a	2.93 a	3.82 a	0.38 a	0.38 a	0.35 a	0.37 a
DAP	1.46 a	1.66 b	1.74 a	1.62 ab	4.24 a	3.30 a	3.57 a	3.71 a	0.36 a	0.34 a	0.37 a	0.36 a
RP	1.42 a	1.75 a	1.76 a	1.64 a	3.79 a	2.94 a	2.50 ab	3.08 a	0.41 a	0.32 a	0.33 a	0.35 a
Mean	1.46 B	1.65 A	1.70 A		4.30 A	3.31 B	3.00 B		0.38 A	0.35 A	0.35 A	
P	ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns	
Water	**	**	**		*	*	*		ns	ns	ns	
P x Water	ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns	

หมายเหตุ : a) Well water : WW = ให้น้ำอย่างเพียงพอ , Slightly dry-wet alternate irrigation : SD = ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย , Moderate dry-wet alternate irrigation : MD = ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง, No – Phosphate = - ,Triple super phosphate = TSP, Diammonium phosphate = DAP, Phosphate rock = PR ,ns = non significant ,* = significant at P< 0.05 ,** = significant at P < 0.001

b) values followed by the same lowercase letter in a column are not significantly different at P < 0.05

c) values followed by the same uppercase letter in a row within a not significantly different at *P < 0.05*

3.5.3 การดูดดึงธาตุอาหารของฟางข้าว

1. ไนโตรเจน

จากผลการวิเคราะห์การดูดดึงไนโตรเจนในฟางของข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ตารางที่ 3.10) พบว่าชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.001) โดยในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) มีการดูดดึงไนโตรเจนสูงที่สุด (13.12 kg/rai) ซึ่งไม่แตกต่างกับตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) (11.83 kg/rai) และในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) มีการดูดดึงไนโตรเจนต่ำที่สุด (7.05 kg/rai) ส่วนการจัดการน้ำพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีการดูดดึงไนโตรเจนอยู่ในช่วง 9.93-11.69 kg/rai ซึ่งจากผลการวิเคราะห์การดูดดึงไนโตรเจนในเมล็ดทุกตำรับการทดลองเมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการ พบว่าน้ำไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อยู่ในช่วง 3.00–14.31 kg/rai โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) และที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) มีการดูดดึงไนโตรเจนสูงที่สุด (14.31 kg/rai) ส่วนในตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (No P) และที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) มีการดูดดึงไนโตรเจนต่ำสุด (3.00 kg/rai)

2. ฟอสฟอรัส

การดูดดึงฟอสฟอรัสในฟางของข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ตารางที่ 3.10) ที่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสต่างชนิดกัน พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีการดูดดึงฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 22.0-37.5 kg/rai โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) มีการดูดดึงฟอสฟอรัสสูงที่สุด (37.5 kg/rai) รองลงมาคือตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) (32.3 kg/rai) และในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) มีการดูดดึงฟอสฟอรัสต่ำที่สุด (22.0 kg/rai) ส่วนการจัดการน้ำพบว่าไม่ส่งผลให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดูดดึงฟอสฟอรัสในฟางข้าวแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีการดูดดึงฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 23.6-38.5 kg/rai โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) มีการดูดดึงฟอสฟอรัสสูงที่สุด (38.5 kg/rai) รองลงมาคือตำรับที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) (29.7 kg/rai) และในตำรับที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีการดูดดึงฟอสฟอรัสต่ำสุด (23.6 kg/rai) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในเมล็ดทุกตำรับการทดลอง เมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อยู่ในช่วง 15.2–54.3 kg/rai โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) และที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) มีการดูดดึงฟอสฟอรัสสูงที่สุด (54.3 kg/rai) ส่วนในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) และที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีการดูดดึงฟอสฟอรัสต่ำสุด (15.2 kg/rai)

3. โพแทสเซียม

ชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองไม่ส่งผลให้การดูดดึงโพแทสเซียมในฟางข้าวขาวดอกมะลิ 105 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3.10) ซึ่งมีการดูดดึงโพแทสเซียมอยู่ในช่วง 22.9-25.2 kg/rai ส่วนการจัดการน้ำไม่ส่งผลให้การดูดดึงโพแทสเซียมในฟางข้าวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีการดูดดึงโพแทสเซียมอยู่ในช่วง 21.3-25.6 kg/rai ซึ่งจากผลการวิเคราะห์การดูดดึงโพแทสเซียมในเมล็ดทุกตำรับการทดลอง เมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อยู่ในช่วง 17.4–29.9 kg/rai โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (No P) และที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีการดูดดึงโพแทสเซียมสูงที่สุด (29.9 kg/rai) ส่วนในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) และที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีการดูดดึงโพแทสเซียมต่ำสุด (17.4 kg/rai)

ตารางที่ 3.10 การดึงดูดธาตุอาหารในฟางข้าวขาวดอกมะลิ 105

parameter	N uptake (kg/rai)				P uptake (kg/rai)				K uptake (kg/rai)			
Phosphorus (P)	Water irrigation				Water irrigation				Water irrigation			
	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean
No P	8.90 a	3.00 c	5.91 c	-	22.8 a	18.7 a	15.6 b	-	21.6 a	17.8 b	29.9 a	-
TSP	9.10 a	7.47 b	4.56 c	7.05 b	31.3 a	54.3 a	26.0 a	37.5 a	20.7 a	24 ab	27.5 a	24.0 a
DAP	8.44 a	13.30 a	13.75 a	11.83 a	35.4 a	32.8 a	28.6 a	32.3 a	25.7 a	24.9 ab	24.9 a	25.2 a
RP	13.59 a	14.31 a	11.47 b	13.12 a	22.4 a	28.3 a	15.2 b	22.0 a	17.4 a	27.9 a	23.5 a	22.9 a
Mean	10.38 A	11.69 A	9.93 A		29.7 A	38.5 A	23.6 A		21.3 A	25.6 A	25.3 A	
P	**	**	**		ns	ns	ns		ns	ns	ns	
Water	ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns	
P x Water	ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns	

หมายเหตุ : a) Well water : WW = ให้น้ำอย่างเพียงพอ , Slightly dry-wet alternate irrigation : SD = ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย , Moderate dry-wet alternate irrigation : MD = ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง, No – Phosphate = - ,Triple super phosphate = TSP, Diammonium phosphate = DAP, Phosphate rock = PR ,ns = non significant ,* = significant at P< 0.05 ,** = significant at P < 0.001

b) values followed by the same lowercase letter in a column are not significantly different at *P < 0.05*

c) values followed by the same uppercase letter in a row within a not significantly different at *P < 0.05*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.4 การดึงดูดธาตุอาหารของเมล็ดข้าว

1. ไนโตรเจน

จากผลการวิเคราะห์การดูดดึงไนโตรเจนในเมล็ดของข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ตารางที่ 3.11) พบว่าชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีการดูดดึงไนโตรเจนอยู่ในช่วง 11.48-13.97 kg/rai โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) มีค่าสูงที่สุด (13.97 kg/rai) ซึ่งไม่แตกต่างกับตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) (13.33 kg/rai) และในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) มีการดูดดึงไนโตรเจนต่ำที่สุด (11.48 kg/rai) ส่วนการจัดการน้ำพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมรการดูดดึงไนโตรเจนอยู่ในช่วง 11.62-14.16 kg/rai ซึ่งจากผลการวิเคราะห์การดูดดึงไนโตรเจนในฟางข้าวทุกตำรับการทดลอง เมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอยู่ในช่วง 8.72–15.00 kg/rai โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) และที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีการดูดดึงไนโตรเจนสูงที่สุด (15.00 kg/rai) ส่วนในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) และที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีการดูดดึงไนโตรเจนต่ำสุด (8.72 kg/rai)

2. ฟอสฟอรัส

การดูดดึงฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ตารางที่ 3.11) ที่มีการใส่ชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสต่างชนิดกัน พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) มีการดูดดึงฟอสฟอรัสสูงที่สุด (32.7 kg/rai) รองลงมาคือตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) (30.7 kg/rai) และในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) มีการดูดดึงฟอสฟอรัสต่ำที่สุด (19.7 kg/rai) ส่วนการจัดการน้ำพบว่าไม่ส่งผลให้การดูดดึงฟอสฟอรัสแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีการดูดดึงฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 22.9-32.8 kg/rai โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีการดูดดึงฟอสฟอรัสสูงที่สุด (32.8 kg/rai) รองลงมาคือตำรับที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) (21.4 kg/rai) และในตำรับที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีการดูดดึงฟอสฟอรัสต่ำสุด (22.9 kg/rai) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์การดูดดึงฟอสฟอรัสในฟางทุกตำรับการทดลอง เมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อยู่ในช่วง 12.1-42.4 kg/rai โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) และที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีการดูดดึงฟอสฟอรัสสูงที่สุด (42.4 kg/rai) ส่วนในตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (No P) และที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีการดูดดึงฟอสฟอรัสต่ำสุด (12.1 kg/rai)

3. โพแทสเซียม

ชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองไม่ส่งผลให้การดูดดึงโพแทสเซียมในเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3.11) ซึ่งมีการดูดดึงโพแทสเซียมอยู่ในช่วง (2.36-3.14 kg/rai) โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) มีการดูดดึงโพแทสเซียมสูงที่สุด (3.14 kg/rai) รองลงมาคือตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) (3.00 kg/rai) และในตำรับที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) มีการดูดดึงโพแทสเซียมต่ำที่สุด (2.36 kg/rai) ส่วนการจัดการน้ำไม่ส่งผลให้การดูดดึงโพแทสเซียมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีการดูดดึงโพแทสเซียมอยู่ในช่วง 2.63-2.94 kg/rai ซึ่งจากผลการวิเคราะห์การดูดดึงโพแทสเซียมในฟางทุกตำรับการทดลอง เมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อยู่ในช่วง 2.01–3.66 kg/rai โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) และที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีการดูดดึงโพแทสเซียมสูงที่สุด (3.66 kg/rai) ส่วนในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) และที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีการดูดดึงโพแทสเซียมต่ำสุด (2.01 kg/rai)

ตารางที่ 3.11 การดึงดูดธาตุอาหารในเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105

parameter	N uptake (kg/rai)				P uptake (kg/rai)				K uptake (kg/rai)			
Phosphorus (P)	Water irrigation				Water irrigation				Water irrigation			
	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean
No P	13.21 a	9.79 a	13.01 a	-	23.6 a	17.4 a	12.1 a	-	2.70 a	2.04 a	2.93 a	-
TSP	11.32 a	13.26 a	15.00 a	13.33 a	37.0 a	28.8 a	26.3 a	30.7 ab	2.82 a	3.14 a	3.04 a	3.00 a
DAP	14.41 a	14.33 a	13.16 a	13.97 a	42.4 a	28.6 a	27.2 a	32.7 a	3.66 a	2.92 a	2.83 a	3.14 a
RP	8.72 a	14.89 a	10.84 a	11.48 a	19.1 a	24.8 ab	15.3 a	19.7 b	2.32 a	2.76 a	2.01 a	2.36 a
Mean	11.62 A	14.16 A	13.00 A		32.8 A	27.4 A	22.9 A		2.93 A	2.94 A	2.63 A	
P	ns	ns	ns		*	*	*		ns	ns	ns	
Water	ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns	
P x Water	ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns	

หมายเหตุ : a) Well water : WW = ให้น้ำอย่างเพียงพอ , Slightly dry-wet alternate irrigation : SD = ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย , Moderate dry-wet alternate irrigation : MD = ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง, No - Phosphate = - ,Triple super phosphate = TSP, Diammonium phosphate = DAP, Phosphate rock = PR ,ns = non significant ,* = significant at P< 0.05 ,** = significant at P < 0.001

b) values followed by the same lowercase letter in a column are not significantly different at P < 0.05

c) values followed by the same uppercase letter in a row within a not significantly different at *P < 0.05*

3.6 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีหลังการเก็บเกี่ยว

3.6.1 ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH)

จากผลการวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่างของดิน (ตารางที่ 3.12) พบว่าชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) มี pH สูงที่สุด (6.81) ซึ่งไม่แตกต่างกับตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) (6.77) และในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) มี pH ต่ำที่สุด (6.56) ส่วนการจัดการน้ำพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยในตำรับที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มี pH สูงที่สุด (6.78) ซึ่งไม่แตกต่างกับตำรับที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) (6.76) และในตำรับที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มี pH ต่ำสุด (6.60) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์การดูดดึงโพแทสเซียมในพืชทุกตำรับการทดลอง เมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จัดการน้ำ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยในตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (No P) และที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มี pH สูงที่สุด (6.91) ส่วนในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) และที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มี pH ต่ำสุด (6.26) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับความเป็นกรด-ด่างของดินก่อนการทดลอง (7.57) จะเห็นได้ว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของดินลดลง

3.6.2 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (EC)

ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (ตารางที่ 3.12) ที่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสต่างชนิดกัน พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 190-208 μS/cm ส่วนการจัดการน้ำไม่ส่งผลให้ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 187-205 μS/cm ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินทุกตำรับการทดลอง เมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 166-225 μS/cm โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) และที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุด (225 μS/cm) ส่วนในตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (No P) และที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำสุด (166 μS/cm) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (EC) ก่อนการทดลอง (139 μS/cm) จะเห็นได้ว่ามีค่าเพิ่มสูงขึ้น

3.6.3 ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic metter)

ชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองไม่ส่งผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3.12) ซึ่งมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในช่วง 4.28-4.37% ส่วนการจัดการน้ำไม่ส่งผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในช่วง 4.30-4.39% ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุทุกตำรับการทดลองเมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในช่วง 4.18-4.49% โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) และที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงที่สุด (4.49%) ส่วนในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) และที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำสุด (4.18%) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณอินทรียวัตถุของดินก่อนการทดลอง (3.23%) จะเห็นได้ว่ามีค่าเพิ่มสูงขึ้น

3.6.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สำหรับพืช (Available P)

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สำหรับพืช(Available P) (ตารางที่ 3.12) พบว่า ชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สำหรับพืชสูงที่สุด (5.32 mg/kg) และในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด (3.21 mg/kg) ซึ่งไม่แตกต่างกับตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) (3.65 mg/kg) ส่วนการจัดการน้ำพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยตำรับที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สำหรับพืชสูงที่สุด (5.00 mg/kg) รองลงมาคือตำรับที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) (3.87 mg/kg) และตำรับที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สำหรับพืชต่ำที่สุด (3.31 mg/kg) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สำหรับพืชทุกตำรับการทดลอง เมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สำหรับพืชอยู่ในช่วง 1.61-6.92 mg/kg โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) และที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สำหรับพืชสูงที่สุด (6.92 mg/kg) ส่วนในตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (No P) และมีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สำหรับพืชต่ำที่สุด (1.61 mg/kg) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินก่อนการทดลอง (2.08 mg/kg) จะเห็นได้ว่ามีการสะสมฟอสฟอรัสในดินเพิ่มมากขึ้นในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส

3.6.5 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K^+)

ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสต่างชนิดกัน พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 3.12) โดยในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด (74.7 mg/kg) และในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำที่สุด (61.2 mg/kg) ซึ่งไม่แตกต่างกับตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) (66.7 mg/kg) ส่วนการจัดการน้ำพบว่าส่งผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยในตำรับที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด (72.9 mg/kg) รองลงมาคือตำรับที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) (66.7 mg/kg) และในตำรับที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำสุด (63.1 mg/kg) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ทุกตำรับการทดลองเมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) และที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด (83.7 mg/kg) ส่วนในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) และที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำสุด (54.8 mg/kg) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินก่อนการทดลอง (64.37 mg/kg) พบว่าสูงขึ้น

3.6.6 ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Ca^{2+})

ชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองไม่ส่งผลให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3.12) ซึ่งมีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในช่วง 3848-4096 mg/kg โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) จะมีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด (4096 mg/kg) รองลงมาคือตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) (3929 mg/kg) และในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ย ทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำที่สุด (3848 mg/kg) ส่วนการจัดการน้ำส่งผลให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยในตำรับที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) ซึ่งไม่แตกต่างกับตำรับที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) (4041 mg/kg) มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด (4162 mg/kg) และในตำรับที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW)) มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำสุด (3671 mg/kg) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ทุกตำรับการทดลองเมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในช่วง 3445-4243 mg/kg โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) และที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด (4243 mg/kg) ส่วนในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) และที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW)) มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำสุด (3445 mg/kg) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินก่อนการทดลอง (8577 mg/kg) พบว่าลดลง

3.6.7 ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Mg^{2+})

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ตารางที่ 3.12) พบว่าชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในช่วง 256-261 mg/kg ส่วนการจัดการน้ำพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในช่วง 252-261 mg/kg ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ทุกตำรับการทดลอง เมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในช่วง 243-278 mg/kg โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (No P) และที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด (278 mg/kg) ส่วนในตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (No P) และที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำสุด (243 mg/kg) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินก่อนการทดลอง (409.78 mg/kg) พบว่าลดลง

3.6.8 ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Na^{+})

ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่มีการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสต่างชนิดกัน พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทาง (ตารางที่ 3.12) ซึ่งมีปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในช่วง 77.6-80.1 mg/kg ส่วนการจัดการน้ำพบว่าไม่ส่งผลให้ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในช่วง 78.1-80.8 mg/kg ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ทุกตำรับการทดลอง เมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ออยู่ในช่วง 69.7-92.7 mg/kg โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (No P) และที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) มีปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด (92.7 mg/kg) ส่วนในตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (No P) และที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำสุด (69.7 mg/kg) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินก่อนการทดลอง (265.88 mg/kg) พบว่าลดลงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.9 ปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในดิน (Total Cd)

ชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองไม่ส่งผลให้ปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในดินแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3.12) ซึ่งมีปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในดินอยู่ในช่วง 83.0-88.8 mg/kg โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) จะมีปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในดินสูงที่สุด (88.8 mg/kg) รองลงมาคือตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) (84.0 mg/kg) และในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) มีปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในดินต่ำที่สุด (83.0 mg/kg) ส่วนการจัดการน้ำไม่ส่งผลให้ปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในดินแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในดินอยู่ในช่วง 82.1-87.3 mg/kg โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) จะมีปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในดินสูงที่สุด (87.3 mg/kg) รองลงมาคือตำรับที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) (86.4 mg/kg) และในตำรับที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในดินต่ำสุด (82.1 mg/kg) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในดินทุกตำรับการทดลอง เมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในดินอยู่ในช่วง 76.4–90.8 mg/kg โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) และที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) มีปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในดินสูงที่สุด (90.8 mg/kg) ส่วนในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) และที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีปริมาณแคดเมียมทั้งหมดต่ำสุด (76.4 mg/kg) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณแคดเมียมในดินก่อนการทดลอง (98.3 mg/kg) พบว่าลดลง

3.6.10 ปริมาณสังกะสี (Zn)

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณสังกะสี (ตารางที่ 3.12) พบว่าชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีปริมาณสังกะสีอยู่ในช่วง 1440-1534 mg/kg โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) จะมีปริมาณสังกะสีสูงที่สุด (1534 mg/kg) รองลงมาคือตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) (1461 mg/kg) และในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) มีปริมาณสังกะสีต่ำที่สุด (1440 mg/kg) ส่วนการจัดการน้ำพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีปริมาณสังกะสีอยู่ในช่วง 1429-1516 mg/kg โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) จะมีปริมาณสังกะสีสูงที่สุด (1516 mg/kg) รองลงมาคือตำรับที่มีจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) (1491 mg/kg) และในตำรับที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีปริมาณสังกะสีต่ำสุด (1429 mg/kg) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ปริมาณสังกะสี (Zn) ทุกตำรับการทดลอง เมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ในการทดลองและการจัดการน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อยู่ในช่วง 1303–1547 mg/kg โดยมีแนวโน้มว่าในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ย ทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต(TSP) และที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีปริมาณสังกะสีสูงที่สุด (1547 mg/kg) ส่วนในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) และที่มีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) มีปริมาณสังกะสีต่ำสุด (1303 mg/kg)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.12 สมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง

parameter	pH 1:1				EC 1:5 (µS/cm)				OM (%)				Available P (mg/kg)				K (mg/kg)			
Phosphorus	Water irrigation				Water irrigation				Water irrigation				Water irrigation				Water irrigation			
	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean
No P	6.85 a	6.85 a	6.91 a	-	168 a	200 a	166 a	-	4.46 a	4.40 a	4.36 a	-	2.40 b	1.77 b	1.61 b	-	69.7 a	72.2 a	69.7 ab	-
TSP	6.26 b	6.75 a	6.66 a	6.56 b	182 a	184 a	209 a	192 a	4.31 a	4.18 a	4.34 a	4.28 a	3.89 b	3.55 b	3.53 a	3.65 b	70.5 a	58.3 b	54.8 c	61.2 b
DAP	6.80 a	6.73 a	6.78 a	6.77 a	189 a	200 a	182 a	190 a	4.38 a	4.39 a	4.30 a	4.36 a	4.19 ab	2.72 b	2.72 ab	3.21 b	64.7 a	68.7 ab	66.8 b	66.7 b
RP	6.72 a	6.79 a	6.90 a	6.81 a	189 a	209 a	225 a	208 a	4.49 a	4.32 a	4.30 a	4.37 a	6.92 a	5.35 a	3.69 a	5.32 a	83.7 a	62.2 ab	78.3 a	74.7 a
Mean	6.60 B	6.76 A	6.78 A		187 A	198 A	205 A		4.39 A	4.30 A	4.31 A		5.00 A	3.87 AB	3.31 B		72.9 A	63.1 B	66.7 AB	
P	*	*	*		ns	ns	ns		ns	ns	ns		*	*	*		*	*	*	
Water	*	*	*		ns	ns	ns		ns	ns	ns		*	*	*		*	*	*	
P x Water	*	*	*		ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns		*	*	*	

parameter	Ca (mg/kg)				Mg (mg/kg)				Na (mg/kg)				Cd (mg/kg)				Zn (mg/kg)			
Phosphorus	Water irrigation				Water irrigation				Water irrigation				Water irrigation				Water irrigation			
	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean	WW	SD	MD	Mean
No P	3923 a	4092 a	4073 a	-	260 a	278 a	243 a	-	72.5 a	92.7 a	69.7 a	-	86.5 a	88.9 a	82.3 a	-	1477 ab	1510 a	1427 a	-
TSP	3445 b	3960 a	4140 a	3848 a	263 a	265 a	255 a	261 a	82.2 a	73.7 a	85.0 a	80.1 a	88.2 a	87.3 a	90.8 a	88.8 a	1547 a	1518 a	1537 a	1534 a
DAP	3713 a	3972 a	4103 a	3929 a	257 a	262 a	248 a	256 a	73.8 a	84.7 a	74.3 a	77.6 a	81.6 a	86.2 a	84.1 a	84.0 a	1436 ab	1480 a	1468 a	1461 a
RP	3853 a	4190 a	4243 a	4096 a	263 a	253 a	253 a	257 a	78.2 a	77.0 a	83.2 a	79.4 a	76.4 a	85.7 a	86.9 a	83.0 a	1303 b	1474 a	1544 a	1440 a
Mean	3671 B	4041 A	4162 A		261 A	260 A	252 A		78.1 A	78.3 A	80.8 A		82.1 A	86.4 A	87.3 A		1429 A	1491 A	1516 A	
P	ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns	
Water	*	*	*		ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns	
P x Water	ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns	

หมายเหตุ : a) Well water : WW = ให้น้ำอย่างเพียงพอ , Slightly dry-wet alternate irrigation : SD = ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย , Moderate dry-wet alternate irrigation : MD = ให้น้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง, No – Phosphate = - ,Triple super phosphate = TSP, Diammonium phosphate = DAP, Phosphate rock = PR ,ns = non significant ,* = significant at P< 0.05 ,** = significant at P < 0.001

b) values followed by the same lowercase letter in a column are not significantly different at $P < 0.05$

c) values followed by the same uppercase letter in a row within a not significantly different at $P < 0.05$

(4) สรุปผลการทดลอง

4.1 คุณสมบัติทางเคมีของดิน

หลังจากการทดลองปลูกข้าวแล้ว พบว่าดินมี pH ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ pH ของดินก่อนการทดลอง (7.57) โดยจะลดสูงสุดในตำรับที่ใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) ร่วมกับการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) (6.26) สำหรับชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสและการจัดการน้ำที่แตกต่างกัน ไม่ส่งผลต่อปริมาณอินทรียวัตถุในดิน แต่จะส่งผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สำหรับพืชและปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยการใส่หินฟอสเฟต (RP) จะทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สำหรับพืชและปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด (5.32 และ 74.7 mg/kg ตามลำดับ) ส่วนการจัดการน้ำที่แตกต่างกัน พบว่าการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) จะส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สำหรับพืชและปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด (5.00 และ 72.9 mg/kg ตามลำดับ) ส่วนปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในดิน พบว่าชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสและการจัดการน้ำไม่ส่งผลให้ปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในดินแตกต่างกัน ซึ่งมีปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในดินอยู่ในช่วง 76.4-90.8 mg/kg โดยลดลงจากดินก่อนการทดลองคิดเป็น 7.6-22.3% (ความเข้มข้นก่อนการทดลอง 98.3 mg/kg)

4.2 องค์ประกอบของผลผลิตของข้าว

ชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้และการจัดการน้ำไม่ส่งผลให้ความสูง, น้ำหนัก 1000 เมล็ดและเปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มของข้าวแตกต่างกัน แต่จะส่งผลต่อจำนวนรวงต่อกระถาง โดยพบว่าชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้ส่งผลให้จำนวนรวงต่อกระถางมีความแตกต่างกัน ซึ่งปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) จะให้จำนวนรวงต่อกระถางสูงสุด (22.4 รวง/กระถาง) ส่วนการจัดการน้ำที่แตกต่างกันไม่ส่งผลต่อจำนวนรวง และเมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้และการจัดการน้ำ พบว่ามีความแตกต่างกัน โดยตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (TSP) และมีการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) จะให้จำนวนรวงสูงที่สุด (28.0 รวง/กระถาง)

4.3 ผลผลิตของข้าว

ชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้และรูปแบบของการจัดการน้ำ รวมถึงเมื่อพิจารณาถึง interaction ระหว่างชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้และการจัดการน้ำ ไม่ส่งผลให้น้ำหนักฟาง, น้ำหนักเมล็ด และสัดส่วนเมล็ดต่อฟางที่ได้มีความแตกต่างกัน โดยน้ำหนักฟางต่อไร่อยู่ในช่วง 868-1379 kg/rai ส่วนน้ำหนักเมล็ดต่อไร่อยู่ในช่วง 673-1144 kg/rai และสัดส่วนเมล็ดต่อฟางอยู่ในช่วง 0.61-0.68

4.4 ความเข้มข้นและการดูดดึงธาตุอาหารพืช

ชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสและการจัดการน้ำไม่ส่งผลต่อความเข้มข้นฟอสฟอรัสในฟาง, ความเข้มข้นโพแทสเซียมในเมล็ด, การดูดดึงฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในฟางและการดูดดึงไนโตรเจนและโพแทสเซียมในเมล็ด ยกเว้นความเข้มข้นไนโตรเจนและโพแทสเซียมในฟางข้าวพบว่า การใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) จะทำให้มีการสะสมของไนโตรเจนและโพแทสเซียมสูงที่สุด โดยมีความเข้มข้น 1.26 และ 2.14% ตามลำดับ ส่วนการจัดการน้ำพบว่าการจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) และการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทำให้มีการสะสมไนโตรเจนและโพแทสเซียมสูงที่สุด โดยมีความเข้มข้น 0.99 และ 2.28% ตามลำดับ สำหรับเมล็ดข้าว ในกรณีของไนโตรเจนพบว่า การใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) จะทำให้มีการสะสมความเข้มข้นไนโตรเจนสูงสุดเช่นเดียวกับในฟางข้าว (1.64%) และเมื่อมีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งเล็กน้อย (SD) กับการจัดการน้ำแบบเปียกสลับกับแห้งปานกลาง (MD) จะทำให้ความเข้มข้นไนโตรเจนสูงที่สุด 1.65 และ 1.70% ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นฟอสฟอรัสในเมล็ดพบว่า การจัดการน้ำอย่างเพียงพอ (WW) จะทำให้มีการสะสมความเข้มข้นฟอสฟอรัสสูงสุด (4.30%) ส่วนการดูดดึงธาตุอาหาร โดยการดูดดึงไนโตรเจนในฟางข้าว พบว่าการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (RP) จะทำให้มีการดูดดึงไนโตรเจนสูงสุด (13.12 kg/rai) ส่วนการจัดการน้ำพบว่าไม่ส่งผลให้มีการดูดดึงไนโตรเจนในฟางข้าว และสำหรับการดูดดึงฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวพบว่า การใช้ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) จะทำให้มีการดูดดึงฟอสฟอรัสสูงสุด (32.7 kg/rai) และการจัดการน้ำพบว่า ไม่ส่งผลให้มีการดูดดึงฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าว

4.5 ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองในครั้งนี้พบว่าการจัดการน้ำโดยการทำให้ข้าวขาดน้ำที่ศักย์ของน้ำมีค่าเท่ากับ -10 kPa และ -20 kPa ไม่ส่งผลให้ผลผลิตของข้าวที่ได้แตกต่างกัน ดังนั้นผู้ทดลองจึงเสนอแนะให้มีการจัดการน้ำโดยการปรับความเครียดของน้ำให้เพิ่มสูงขึ้น เพื่อจะศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในการทดลองถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กองวิเคราะห์ดิน : 2540. คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีดินกับการวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการ. กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ. 59 หน้า.

คณะกรรมการจัดทำปทานุกรมปฐพีวิทยา: 2541. ปทานุกรมปฐพีวิทยา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 169 หน้า.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา : 2530. คู่มือปฏิบัติการปฐพีวิทยาเบื้องต้น. คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรงเทพฯ. 119 หน้า.

พิชิต พงษ์สกุล และสุรสิทธิ์ อรรถจารุสิทธิ์: 2442. การประเมินการปนเปื้อนโลหะหนักในดิน วารสารดินและปุ๋ย 21: หน้า 71-82

พีระยศ แข็งขัน และอนัตน์ พลธานี: 2539. ผลของการขาดน้ำในระยะการเจริญเติบโตต่างๆที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ105.วารสารเกษตร.ปีที่ 12 ฉบับที่ 3 : หน้า 256-262

ดนัย บุณยเกียรติ : 2533. สรีรวิทยาของพืชสวน (Physiology of Horticultural Crops). คณะเกษตรศาสตร์ , มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่: 176 หน้า

สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. 2547. คู่มือวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า เล่ม 1. กรมพัฒนาที่ดิน : 184 หน้า

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์, ศุภรัตน์ จิตต์จำนง, เกรียงศักดิ์ บุญเที่ยง, จินตนา จิตต์จำนง, พักตร์ทิพา เดชพละ, ธรรมรัตน์ จำกอง และอรุณี บุญหรรษา : 2540. ผลของปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อคุณภาพเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105. Agricultural Extension and Communication and Agro-Industry, Bangkok (Thailand): หน้า 145-157.

Allison, L.E. 1965.Organic Carbon. *In* Methods of soil analysis, part 2 no. 9 p 1367-1378. Amer. Soc. Agron. Madison, Wisconsin

Arao, T. and Ae, N. 2003. Genotypic variations in cadmium concentration of rice grain. Soil Sci. Plant Nutr. 49: 473-479.

Arao, T. and Makino, T. 2010. Countermeasures against heavy metal contamination of agriculture soil in Japan. Seminar at the Office of Research and Development of Agricultural Production, Department of Agriculture, Bangkok Thailand.2 March 2010.

Beck, R. 1999. Soil Analysis Handbook of Reference Methods. Soil and Plant Analysis Council, Inc. CRC Press, USA. 247 p.

Blakemore, L.C. , P.L. Searle and B.K. Daly. 1987. Methods for Chemical Analysis of Soils. NZ Soil Bureau Scientific Report 80. Lower Hutt, New Zealand. 103 p.

Bower , C.A. and L.V.Wilcox. 1965. Soluble salts. pp 933-951. In Methods of Soil Analysis Part 2. C.A. Black (ed). American Society of Agronomy Inc., Publisher. USA.

Brown, S., Chaney, R., Hallfrisch, J., Ryan, J.A., Berti, W.R., 2004. In situ soil treatments to reducethe phyto- and bioavailability of lead, zinc, and cadmium.Journal of

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

environmental quality 33 : 522-531.

Chapman, H.D. 1965. Cation. Exchange Capacity. In Methods of soil analysis, part 2 No. 9 pp 891-913 Amer. Soc. Agron., Madison, Wis.

Cheng Wang-da, Yao Hai-gen, Zhang Hong-mei, Tao Xian-guo. 2009. Influences of Cadmium on Grain Mineral Nutrient Contents of Two Rice Genotypes Differing in Grain Cadmium Accumulation. Rice Science (June 2009), 16 (2): 151-156.

Chuanping Liu, Fangbai Li, ChunlingLuo, Xinming Liu, Shihua Wang, Tongxu Liu, Xiangdong Li. 2008. Foliar application of two silica sols reduced cadmium accumulation in rice grains. Journal of Hazardous Materials. 161: 1466-1472.

FAO. 1979 a. Soil Survey Investigation for Irrigation. Soil Bull. No. 42. FAO, Rome.Landon, J.R. 1991. Booker Tropical Soil Manual. Addison Wesley Longman Limited. England.

Honda, R., Swaddiwudhipong, W., Nishijo, M., Mahasakpan, P., Teeyakasem, W.,Ruangyuttikarn,W., Satarug, S., Padungtod, C. and Nakagawa, H. 2010. Cadmium induced renal dysfunction among residents of rice farming area downstream from a zinc-mineralized belt in Thailand. Toxicology Letters.

Huang Dong-Fen, Xi Ling-Lin,Wang Zhi-Qin, Liu Li-Jun, and Yang Jian-Chang. 2008.Effect of Irrigation Patterns during Grain Filling on Grian Quality and Concentration and Distribution of Cadmium in Different Organs of Rice. Acta Agronomica Sinica, 34 (3): 456-464.

Liu J G, Zhu Q S, Zhang Z J, Xu J K, Yang J C, Wong M H. 2005. Variantions in cadmium accumulation among rice cultivars and types and selection of cultivars for reducing cadmium in the diet. J Sci Food Agric, 85: 147-153.

Morishita, T., Fumoto, N., Yoshizawa, T. and Kagawa, K. 1987. Varietal differences in cadmium levels of rice grains of japonica, indica, javanica, and hybrid varieties produced in the same plot of field, Soil Sci. Plant Nutr. 33: 629-637.

Peech , M. 1965. Hydrogen-Ion Activity. pp. 914-926. In Methods of Soil Analysis Part 2. C.A. Black (ed.) American society of Agronomy, Inc., Publisher. USA

Rayment, G.E. and F.R. Higginson. 1992.Austrain Laboratory Handbook of Soil and Water Chemical Methods. Inkata Press, Sydney, Australia. 330 p.

Shi, X., Zhang, C., Wang, H. and Zhang, F. 2005. Effect of Si on the distribution of Cd in rice seedlings. Plant and Soil 272: 53-60.

Simmons, R. W., Pongsakul, P., Saiyasitpanich, D., Klinpholap, S., 2005. Elevated levels of cadmium and zinc mineralized area and elevated levels of cadmium in rice Grain downstream of a zinc mineralized aera in Thailand: implications for public health. Environ. Geochem. Health: 27, 501-511.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Simmons, R. W., Noble, A.D., Pongsakul, P., Sukreeyapongse, O., Chinabut, N., 2009. assessment. Cadmium-hazard mapping using a general linear regression model (Irr-Cad) for rapid risk Environ. Geochem. Health: 31, 71-79. Environ. Geochem. Health: 27, 501-511

Soil Survey Laboratory Staff. 1992. Reaction (pH). pp 274-276. In Soil Survey Laboratory Method Manual. Soil Survey Investigations report No. 42 , V.2.0.

Takijima, Y., Katsumi, F. and Koizumi, S. 1973. Cadmium contamination of soils and rice plants caused by zinc mining. III. Effects of water management and applied organic wastes on the control of Cd uptake by plants. Soil Sci. Plant Nutr. 19, 183-193

Thawornchaisit, U. and Polprasert, C. 2009. Evaluation of phosphate fertilizers for the stabilization of cadmium in highly contaminated soil. Journal of Hazardous Materials. 165: 1109-1113.

Walkley, A. and I.A. Black, 1947. Chromic acid titration method for determination of soil organic matter. Soil. Sci. Amer. Proc. 63: p 257.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
ตารางเปรียบเทียบผลผลิต

ภาคผนวก ก.1) การเจริญเติบโต

ภาคผนวก ก 1.1 ความเขียว (SPAD)

ตารางผนวก ก 1.1.1 ค่าความเขียว (SPAD) ในสัปดาห์ที่ 1-8

#	Management	Treat.	Rep.	SPAD 1	SPAD 2	SPAD 3	SPAD 4	SPAD 5	SPAD 6	SPAD 7	SPAD 8
1	TSP/WW	1	1	39.3	40.7	43.7	43.3	45.6	47.9	42.8	45.5
2	TSP/WW	1	2	40.9	38.4	39.1	39.8	41.5	43.2	42.7	45.3
3	TSP/WW	1	3	41.8	40.6	43.4	49.6	46.4	43.1	41.6	42.1
4	TSP/SD	2	1	41.1	39.6	44.5	39.9	40.3	40.7	43.7	42.0
5	TSP/SD	2	2	34.8	33.0	35.8	42.3	44.9	47.5	42.7	39.8
6	TSP/SD	2	3	42.1	41.8	43.6	46.9	45.3	43.6	42.5	42.5
7	TSP/MD	3	1	40.6	39.6	43.6	44.8	45.9	47.0	46.0	46.1
8	TSP/MD	3	2	40.1	38.5	42.8	46.4	45.6	44.7	43.3	43.5
9	TSP/MD	3	3	42.1	40.0	38.1	45.1	44.9	44.7	43.6	42.5
10	DAP/WW	4	1	40.1	38.2	43.9	47.1	45.4	43.6	41.1	42.8
11	DAP/WW	4	2	40.8	36.6	40.5	45.7	45.0	44.3	44.8	45.2
12	DAP/WW	4	3	39.5	33.7	38.6	45.2	44.1	42.9	45.6	43.3
13	DAP/SD	5	1	41.4	39.6	43.7	44.8	45.6	46.3	44.1	43.9
14	DAP/SD	5	2	41.4	36.5	41.2	44.1	43.5	42.8	45.0	42.2
15	DAP/SD	5	3	39.6	36.3	37.5	47.6	44.6	41.5	42.9	43.7
16	DAP/MD	6	1	38.5	36.6	35.2	42.6	44.3	45.9	44.6	45.5
17	DAP/MD	6	2	40.8	38.5	40.6	45.1	45.4	45.6	44.7	41.2
18	DAP/MD	6	3	41	36.8	43.2	45.8	46.3	46.7	44.9	42.8
19	PR/WW	7	1	31.1	33.1	36.6	34.4	38.5	42.6	39.3	42.7
20	PR/WW	7	2	41.1	38.2	45.6	47.8	48.0	48.2	45.8	38.5
21	PR/WW	7	3	39.3	33.5	39.0	41.5	42.6	43.6	44.9	42.5
22	PR/SD	8	1	40.2	42.8	46.1	43.6	45.3	46.9	41.9	43.7
23	PR/SD	8	2	43.8	41.0	42.0	43.5	45.7	47.9	46.9	44.0
24	PR/SD	8	3	39.2	38.1	35.4	41.4	41.2	41.0	42.4	42.3
25	PR/MD	9	1	43.5	41.3	40.6	43.6	44.3	44.9	45.9	44.5
26	PR/MD	9	2	40.3	37.4	39.1	43.2	45.2	47.1	45.0	42.3
27	PR/MD	9	3	41.2	38.6	42.7	41.8	42.4	43.0	46.6	42.8
28	-/WW	10	1	40.8	39.9	44.3	44.3	44.0	43.6	43.3	43.0
29	-/WW	10	2	36	36.6	43.2	44.6	46.9	49.1	45.2	42.2
30	-/WW	10	3	42.3	40.3	40.6	43.1	44.5	45.8	46.9	41.8
31	-/SD	11	1	40.9	40.3	43.7	44.0	45.1	46.2	44.2	42.5
32	-/SD	11	2	41.1	41.7	45.3	44.8	43.4	41.9	44.1	44.7
33	-/SD	11	3	42.8	42.2	41.2	43.5	42.9	42.2	41.5	44.6
34	-/MD	12	1	41.4	42.6	44.9	45.9	43.4	40.9	45.3	40.6
35	-/MD	12	2	42.2	42.6	45.1	44.3	43.5	42.6	40.3	42.0
36	-/MD	12	3	40.7	41.6	41.7	43.1	42.1	41.0	41.6	42.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก 1.1.2 เปรียบเทียบความเขียว (SPAD) ระหว่างการจัดการน้ำและชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัส

Analysis of Variance Table for SPAD (week1)

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	0.787	0.39370	0.06	0.9417
WATER	2	11.703	5.85148	0.90	0.4256
P*WATER	4	29.461	7.36537	1.13	0.3746
Error	18	117.547	6.53037		
Total	26	159.499			

Grand Mean 40.207 CV 6.36

LSD All-Pairwise Comparisons Test of SPAD (week1) for P

P	Mean	Homogeneous Groups
2	40.344	A
1	40.311	A
3	39.967	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.2047
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 2.5309
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of SPAD (week1) for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
3	40.900	A
2	40.400	A
1	39.322	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.2047
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 2.5309
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Analysis of Variance Table for SPAD (week2)

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	21.076	10.5378	1.87	0.1824
WATER	2	16.776	8.3878	1.49	0.2517
P*WATER	4	43.356	10.8389	1.93	0.1497
Error	18	101.280	5.6267		
Total	26	182.487			

Grand Mean 38.111 CV 6.22

LSD All-Pairwise Comparisons Test of SPAD (week2) for P

P	Mean	Homogeneous Groups
1	39.133	A
3	38.222	A
2	36.978	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.1182
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 2.3493
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LSD All-Pairwise Comparisons Test of SPAD (week2) for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
2	38.744	A
3	38.589	A
1	37.000	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.1182
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 2.3493
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Analysis of Variance Table for SPAD (week3)

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	6.207	3.1033	0.22	0.8034
WATER	2	1.327	0.6633	0.05	0.9539
P*WATER	4	3.607	0.9017	0.06	0.9917
Error	18	252.140	14.0078		
Total	26	263.280			

Grand Mean 40.967 CV 9.14

LSD All-Pairwise Comparisons Test of SPAD (week3) for P

P	Mean	Homogeneous Groups
1	41.622	A
3	40.789	A
2	40.489	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.7643
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 3.7067
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of SPAD (week3) for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
1	41.156	A
2	41.089	A
3	40.656	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.7643
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 3.7067
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Analysis of Variance Table for SPAD (week4)

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	42.116	21.0581	2.05	0.1583
WATER	2	1.281	0.6404	0.06	0.9399
P*WATER	4	16.088	4.0220	0.39	0.8125
Error	18	185.300	10.2944		
Total	26	244.785			

Grand Mean 43.959 CV 7.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LSD All-Pairwise Comparisons Test of SPAD (week4) for P

P	Mean	Homogeneous Groups
2	45.333	A
1	44.233	A
3	42.311	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.5125
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 3.1776
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of SPAD (week4) for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
3	44.267	A
1	43.822	A
2	43.789	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.5125
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 3.1776
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Analysis of Variance Table for SPAD (week5)

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	6.936	3.46815	0.64	0.5364
WATER	2	4.250	2.12481	0.40	0.6793
P*WATER	4	4.410	1.10259	0.21	0.9323
Error	18	96.787	5.37704		
Total	26	112.383			

Grand Mean 44.363 CV 5.23

LSD All-Pairwise Comparisons Test of SPAD (week5) for P

P	Mean	Homogeneous Groups
2	44.911	A
1	44.489	A
3	43.689	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.0931
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 2.2965
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of SPAD (week5) for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
3	44.922	A
1	44.122	A
2	44.044	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.0931
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 2.2965
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Analysis of Variance Table for SPAD (week6)

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	1.742	0.87111	0.14	0.8680
WATER	2	8.720	4.36000	0.71	0.5029
P*WATER	4	7.644	1.91111	0.31	0.8655
Error	18	109.880	6.10444		
Total	26	127.987			

Grand Mean 44.711 CV 5.53

LSD All-Pairwise Comparisons Test of SPAD (week6) for P

P	Mean	Homogeneous Groups
3	45.022	A
1	44.711	A
2	44.400	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.1647
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 2.4470
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of SPAD (week6) for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
3	45.511	A
1	44.378	A
2	44.244	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.1647
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 2.4470
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Analysis of Variance Table for SPAD (week7)

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	6.4622	3.23111	0.95	0.4049
WATER	2	15.7222	7.86111	2.31	0.1275
P*WATER	4	2.3489	0.58722	0.17	0.9495
Error	18	61.1467	3.39704		
Total	26	85.6800			

Grand Mean 43.900 CV 4.20

LSD All-Pairwise Comparisons Test of SPAD (week7) for P

P	Mean	Homogeneous Groups
3	44.300	A
2	44.189	A
1	43.211	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.8688
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 1.8254
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of SPAD (week7) for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
3	44.956	A
2	43.567	A
1	43.178	A

เอกสารนี้มีไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.8688
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 1.8254
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Analysis of Variance Table for SPAD (week8)

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	3.3696	1.68481	0.63	0.5445
WATER	2	2.8052	1.40259	0.52	0.6012
P*WATER	4	21.1593	5.28981	1.97	0.1418
Error	18	48.2267	2.67926		
Total	26	75.5607			

Grand Mean 43.081 CV 3.80

LSD All-Pairwise Comparisons Test of SPAD (week8) for P

P	Mean	Homogeneous Groups
2	43.400	A
1	43.256	A
3	42.589	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.7716
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 1.6211
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

***LSD* All-Pairwise *Comparisons* Test of SPAD (week8) for WATER**

WATER	Mean	Homogeneous Groups
3	43.467	A
1	43.100	A
2	42.678	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.7716
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 1.6211
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก 1.2 กอ (Clump)

ตารางภาคผนวก ก 1.2.1 จำนวนกอในสัปดาห์ที่ 1-8 ตั้งแต่วันที่ 21 ก.ย. 54 – 27 ต.ค. 54

#	Management	Treat.	Rep.	กอ 1	กอ 2	กอ 3	กอ 4	กอ 5	กอ 6	กอ 7	กอ 8
1	TSP/WW	1	1	10	11	12	15	18	18	18	18
2	TSP/WW	1	2	8	9	10	10	10	11	11	11
3	TSP/WW	1	3	10	11	14	20	25	25	25	25
4	TSP/SD	2	1	7	8	15	19	19	19	19	19
5	TSP/SD	2	2	5	5	5	5	5	6	6	6
6	TSP/SD	2	3	9	12	18	22	24	24	24	24
7	TSP/MD	3	1	10	11	13	17	18	18	18	18
8	TSP/MD	3	2	11	12	15	17	18	18	18	18
9	TSP/MD	3	3	10	10	14	17	17	17	17	17
10	DAP/WW	4	1	9	10	15	19	19	20	20	20
11	DAP/WW	4	2	10	11	11	12	16	16	16	16
12	DAP/WW	4	3	8	9	10	12	13	13	13	13
13	DAP/SD	5	1	8	8	16	20	20	20	20	20
14	DAP/SD	5	2	10	14	14	15	19	19	19	19
15	DAP/SD	5	3	6	8	11	14	17	17	17	17
16	DAP/MD	6	1	9	9	9	9	10	11	11	11
17	DAP/MD	6	2	16	16	17	19	21	21	21	21
18	DAP/MD	6	3	12	16	16	18	22	22	22	22
19	PR/WW	7	1	3	4	4	4	4	5	5	5
20	PR/WW	7	2	7	7	10	15	16	16	16	16
21	PR/WW	7	3	8	8	10	14	18	18	18	18
22	PR/SD	8	1	4	6	8	14	17	17	17	17
23	PR/SD	8	2	7	10	12	14	14	14	14	14
24	PR/SD	8	3	4	4	6	7	7	9	9	9
25	PR/MD	9	1	5	7	10	12	13	13	13	13
26	PR/MD	9	2	6	6	7	9	13	13	13	13
27	PR/MD	9	3	5	7	10	14	14	14	14	14
28	-/WW	10	1	5	6	10	12	14	14	14	14
29	-/WW	10	2	4	4	6	9	11	12	12	12
30	-/WW	10	3	9	9	12	15	15	15	15	15
31	-/SD	11	1	4	5	7	9	9	9	9	9
32	-/SD	11	2	5	7	11	12	12	12	12	12
33	-/SD	11	3	9	10	16	20	20	20	20	20
34	-/MD	12	1	8	8	13	16	16	16	16	16
35	-/MD	12	2	8	10	13	17	20	20	20	20
36	-/MD	12	3	5	8	11	13	17	17	17	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก 1.2.2 เปรียบเทียบกอ (Clump) ระหว่างการจัดการน้ำและชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัส

Analysis of Variance Table for clump (week1)

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	94.296	47.1481	12.73	0.0004
WATER	2	32.074	16.0370	4.33	0.0292
P*WATER	4	17.926	4.4815	1.21	0.3409
Error	18	66.667	3.7037		
Total	26	210.963			

Grand Mean 8.0370 CV 23.95

LSD All-Pairwise Comparisons Test of clump (week1) for P

P	Mean	Homogeneous Groups
2	9.7778	A
1	8.8889	A
3	5.4444	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.9072
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 1.9060
Error term used: Error, 18 DF
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of clump (week1) for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
3	9.3333	A
1	8.1111	AB
2	6.6667	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.9072
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 1.9060
Error term used: Error, 18 DF
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

Analysis of Variance Table for clump (week2)

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	104.000	52.0000	8.07	0.0032
WATER	2	21.556	10.7778	1.67	0.2157
P*WATER	4	17.111	4.2778	0.66	0.6252
Error	18	116.000	6.4444		
Total	26	258.667			

Grand Mean 9.2222 CV 27.53

LSD All-Pairwise Comparisons Test of clump (week2) for P

P	Mean	Homogeneous Groups
2	11.222	A
1	9.889	A
3	6.556	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.1967
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 2.5142
Error term used: Error, 18 DF
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LSD All-Pairwise Comparisons Test of clump (week2) for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
3	10.444	A
1	8.889	A
2	8.333	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.1967
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 2.5142
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Analysis of Variance Table for clump (week3)

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	122.000	61.0000	5.08	0.0178
WATER	2	12.667	6.3333	0.53	0.5988
P*WATER	4	2.000	0.5000	0.04	0.9964
Error	18	216.000	12.0000		
Total	26	352.667			

Grand Mean 11.556 CV 29.98

LSD All-Pairwise Comparisons Test of clump (week3) for P

P	Mean	Homogeneous Groups
2	13.222	A
1	12.889	A
3	8.556	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.6330
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 3.4308
Error term used: Error, 18 DF
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of clump (week3) for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
3	12.333	A
2	11.667	A
1	10.667	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.6330
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 3.4308
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Analysis of Variance Table for clump (week4)

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	102.296	51.1481	2.06	0.1571
WATER	2	7.630	3.8148	0.15	0.8590
P*WATER	4	6.148	1.5370	0.06	0.9923
Error	18	448.000	24.8889		
Total	26	564.074			

Grand Mean 14.185 CV 35.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LSD All-Pairwise Comparisons Test of clump (week4) for P

P	Mean	Homogeneous Groups
1	15.778	A
2	15.333	A
3	11.444	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 2.3518
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 4.9409
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of clump (week4) for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
3	14.667	A
2	14.444	A
1	13.444	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 2.3518
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 4.9409
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Analysis of Variance Table for clump (week5)

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	116.074	58.0370	1.78	0.1970
WATER	2	2.741	1.3704	0.04	0.9589
P*WATER	4	14.593	3.6481	0.11	0.9767
Error	18	586.667	32.5926		
Total	26	720.074			

Grand Mean 15.815 CV 36.10

LSD All-Pairwise Comparisons Test of clump (week5) for P

P	Mean	Homogeneous Groups
2	17.444	A
1	17.111	A
3	12.889	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 2.6912
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 5.6541
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of clump (week5) for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
3	16.222	A
2	15.778	A
1	15.444	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 2.6912
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 5.6541
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Analysis of Variance Table for clump (week6)

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	110.296	55.1481	1.96	0.1695
WATER	2	1.407	0.7037	0.03	0.9753
P*WATER	4	12.148	3.0370	0.11	0.9782
Error	18	506.000	28.1111		
Total	26	629.852			

Grand Mean 16.074 CV 32.98

LSD All-Pairwise Comparisons Test of clump (week6) for P

P	Mean	Homogeneous Groups
2	17.667	A
1	17.333	A
3	13.222	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 2.4994
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 5.2510
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of clump (week6) for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
3	16.333	A
2	16.111	A
1	15.778	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 2.4994
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 5.2510
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Analysis of Variance Table for clump (week7)

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	110.296	55.1481	1.96	0.1695
WATER	2	1.407	0.7037	0.03	0.9753
P*WATER	4	12.148	3.0370	0.11	0.9782
Error	18	506.000	28.1111		
Total	26	629.852			

Grand Mean 16.074 CV 32.98

LSD All-Pairwise Comparisons Test of clump (week7) for P

P	Mean	Homogeneous Groups
2	17.667	A
1	17.333	A
3	13.222	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 2.4994
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 5.2510
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LSD All-Pairwise Comparisons Test of clump (week7) for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
3	16.333	A
2	16.111	A
1	15.778	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 2.4994
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 5.2510
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Analysis of Variance Table for clump (week8)

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	110.296	55.1481	1.96	0.1695
WATER	2	1.407	0.7037	0.03	0.9753
P*WATER	4	12.148	3.0370	0.11	0.9782
Error	18	506.000	28.1111		
Total	26	629.852			

Grand Mean 16.074 CV 32.98

LSD All-Pairwise Comparisons Test of clump (week8) for P

P	Mean	Homogeneous Groups
2	17.667	A
1	17.333	A
3	13.222	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 2.4994
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 5.2510
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of clump (week8) for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
3	16.333	A
2	16.111	A
1	15.778	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 2.4994
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 5.2510
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก 1.3 ความสูง (height)

ตารางภาคผนวก ก 1.3.1 ความสูงของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

#	Management	Treat.	Rep.	hight (cm)
1	TSP/WW	1	1	155
2	TSP/WW	1	2	156
3	TSP/WW	1	3	157
4	TSP/SD	2	1	156
5	TSP/SD	2	2	154
6	TSP/SD	2	3	173
7	TSP/MD	3	1	163
8	TSP/MD	3	2	157
9	TSP/MD	3	3	166
10	DAP/WW	4	1	164
11	DAP/WW	4	2	166
12	DAP/WW	4	3	165
13	DAP/SD	5	1	165
14	DAP/SD	5	2	169
15	DAP/SD	5	3	161
16	DAP/MD	6	1	156
17	DAP/MD	6	2	171
18	DAP/MD	6	3	162
19	PR/WW	7	1	152
20	PR/WW	7	2	161
21	PR/WW	7	3	166
22	PR/SD	8	1	167
23	PR/SD	8	2	163
24	PR/SD	8	3	165
25	PR/MD	9	1	165
26	PR/MD	9	2	165
27	PR/MD	9	3	155
28	-/ww	10	1	158
29	-/ww	10	2	171
30	-/ww	10	3	155
31	-/SD	11	1	160
32	-/SD	11	2	161
33	-/SD	11	3	147
34	-/MD	12	1	151
35	-/MD	12	2	152
36	-/MD	12	3	151

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก 1.3.2 เปรียบเทียบความสูง (height) ระหว่างการจัดการน้ำและชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัส

Analysis of Variance Table for Height

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	98.027	49.0133	1.53	0.2438
WATER	2	52.560	26.2800	0.82	0.4565
P*WATER	4	61.087	15.2717	0.48	0.7528
Error	18	577.407	32.0781		
Total	26	789.080			

Grand Mean 161.97 CV 3.50

LSD All-Pairwise Comparisons Test of Height for P

P	Mean	Homogeneous Groups
2	164.28	A
3	162.01	A
1	159.61	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 2.7233
Critical T Value 2.120 Critical Value for Comparison 5.7732
Error term used: REP*P*WATER, 16 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of Height for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
2	163.57	A
3	162.17	A
1	160.17	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 2.7233
Critical T Value 2.120 Critical Value for Comparison 5.7732
Error term used: REP*P*WATER, 16 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.2) องค์ประกอบของผลผลิต

ตารางภาคผนวก ก 2.1 องค์ประกอบของผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105

#	Management	Treat.	Rep.	panicle	1000 seed wt. (g)	Filled (%)
1	TSP/WW	1	1	22	26.1	83
2	TSP/WW	1	2	31	26.1	76
3	TSP/WW	1	3	31	25.7	82
4	TSP/SD	2	1	18	20.9	88
5	TSP/SD	2	2	17	25.8	96
6	TSP/SD	2	3	11	24.3	81
7	TSP/MD	3	1	23	24.3	66
8	TSP/MD	3	2	27	24.4	79
9	TSP/MD	3	3	22	23.8	84
10	DAP/WW	4	1	27	24.5	74
11	DAP/WW	4	2	20	24	72
12	DAP/WW	4	3	27	25.9	76
13	DAP/SD	5	1	16	25.2	70
14	DAP/SD	5	2	22	24.8	70
15	DAP/SD	5	3	22	25.6	85
16	DAP/MD	6	1	16	24.2	72
17	DAP/MD	6	2	24	15.1	84
18	DAP/MD	6	3	16	25	76
19	PR/WW	7	1	7	23.5	78
20	PR/WW	7	2	8	24.8	66
21	PR/WW	7	3	9	24.5	79
22	PR/SD	8	1	21	25.3	81
23	PR/SD	8	2	17	24.8	71
24	PR/SD	8	3	23	24.5	72
25	PR/MD	9	1	15	25.7	77
26	PR/MD	9	2	13	25.5	80
27	PR/MD	9	3	16	17.6	73
28	-/ww	10	1	19	25.6	78
29	-/ww	10	2	14	26.7	74
30	-/ww	10	3	19	26.1	68
31	-/SD	11	1	13	25.4	64
32	-/SD	11	2	16	26.1	83
33	-/SD	11	3	14	26.0	83
34	-/MD	12	1	19	24.7	74
35	-/MD	12	2	20	25.7	73
36	-/MD	12	3	19	26.2	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก 2.2 เปรียบเทียบองค์ประกอบของผลผลิตระหว่างการจัดการน้ำและชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัส

Analysis of Variance Table for PANICLE

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	340.52	170.259	13.85	0.0002
WATER	2	12.96	6.481	0.53	0.5991
P*WATER	4	526.81	131.704	10.71	0.0001
Error	18	221.33	12.296		
Total	26	1101.63			

Grand Mean 19.296 CV 18.17

LSD All-Pairwise Comparisons Test of PANICLE for P

P	Mean	Homogeneous Groups
1	22.444	A
2	21.111	A
3	14.333	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.7021
Critical T Value 2.120 Critical Value for Comparison 3.6083
Error term used: REP*P*WATER, 16 DF
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of PANICLE for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
1	20.222	A
3	19.111	A
2	18.556	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.7021
Critical T Value 2.120 Critical Value for Comparison 3.6083
Error term used: REP*P*WATER, 16 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Analysis of Variance Table for 1000 SEED WT.

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	3.002	1.5011	0.23	0.8000
WATER	2	23.660	11.8300	1.78	0.1970
P*WATER	4	16.678	4.1694	0.63	0.6491
Error	18	119.607	6.6448		
Total	26	162.947			

Grand Mean 24.144 CV 10.68

LSD All-Pairwise Comparisons Test of 1000 SEED WT. for P

P	Mean	Homogeneous Groups
1	24.600	A
3	24.022	A
2	23.811	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.2829
Critical T Value 2.120 Critical Value for Comparison 2.7197
Error term used: REP*P*WATER, 16 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LSD All-Pairwise Comparisons Test of 1000 SEED WT. for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
1	25.011	A
2	24.578	A
3	22.844	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.2829
Critical T Value 2.120 Critical Value for Comparison 2.7197
Error term used: REP*P*WATER, 16 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Analysis of Variance Table for FILLED GRAIN

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	240.89	120.444	2.94	0.0784
WATER	2	49.56	24.778	0.61	0.5566
P*WATER	4	201.56	50.389	1.23	0.3327
Error	18	736.67	40.926		
Total	26	1228.67			

Grand Mean 77.444 CV 8.26

LSD All-Pairwise Comparisons Test of FILLED GRAIN for P

P	Mean	Homogeneous Groups
1	81.667	A
2	75.444	A
3	75.222	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 3.1515
Critical T Value 2.120 Critical Value for Comparison 6.6809
Error term used: REP*P*WATER, 16 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of FILLED GRAIN for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
2	79.333	A
3	76.778	A
1	76.222	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 3.1515
Critical T Value 2.120 Critical Value for Comparison 6.6809
Error term used: REP*P*WATER, 16 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.3) ผลผลิต

ตารางภาคผนวก ก 3.1 ผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

#	Management	Treat.	Rep.	Straw (g/plot)	straw (kg/rai)	14%grain (g /plo	14%grain (kg/rai)	Grain/Straw
1	TSP/WW	1	1	75.7	1360	60.7	1000	0.689
2	TSP/WW	1	2	36.5	651	22.1	364	0.521
3	TSP/WW	1	3	95.2	1628	83.2	1371	0.751
4	TSP/SD	2	1	83.6	1517	55.2	910	0.568
5	TSP/SD	2	2	67.8	1241	43.3	714	0.549
6	TSP/SD	2	3	66.5	1772	42.1	1341	0.731
7	TSP/MD	3	1	73.5	1338	44.9	740	0.526
8	TSP/MD	3	2	74.1	1334	72.3	1191	0.839
9	TSP/MD	3	3	71.2	1341	64.5	1063	0.779
10	DAP/WW	4	1	86.1	1556	65.5	1080	0.655
11	DAP/WW	4	2	65.5	1183	61.2	1008	0.804
12	DAP/WW	4	3	77.5	1393	81.6	1344	0.906
13	DAP/SD	5	1	102.7	1890	57.9	954	0.485
14	DAP/SD	5	2	74.0	1327	58.2	959	0.676
15	DAP/SD	5	3	74.2	1406	66.8	1101	0.774
16	DAP/MD	6	1	67.2	1248	48.5	799	0.620
17	DAP/MD	6	2	89.6	1625	72.4	1193	0.695
18	DAP/MD	6	3	65.6	1191	40.2	662	0.527
19	PR/WW	7	1	33.8	630	29.2	316	0.488
20	PR/WW	7	2	55.3	1013	31.6	521	0.492
21	PR/WW	7	3	77.5	1501	77.2	1273	0.858
22	PR/SD	8	1	84.5	1527	63.4	1044	0.645
23	PR/SD	8	2	66.1	1206	50.7	836	0.660
24	PR/SD	8	3	90.9	1651	66.8	1101	0.632
25	PR/MD	9	1	64.8	1112	46.5	766	0.616
26	PR/MD	9	2	56.8	1042	35.3	581	0.534
27	PR/MD	9	3	49.7	899	49.7	819	0.860
28	-/WW	10	1	65.6	1173	55.4	913	0.725
29	-/WW	10	2	48.2	890	44.3	730	0.791
30	-/WW	10	3	61.7	1105	64.9	1069	0.905
31	-/SD	11	1	48.9	892	28.9	477	0.508
32	-/SD	11	2	56.1	1005	52.8	870	0.810
33	-/SD	11	3	53.0	970	40.7	671	0.661
34	-/MD	12	1	61.1	1112	45.9	757	0.647
35	-/MD	12	2	78.8	1352	63.4	1044	0.692
36	-/MD	12	3	61.9	1091	66.7	1099	0.926

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก 3.2 เปรียบเทียบผลผลิตระหว่างการจัดการน้ำและชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัส

Analysis of Variance Table for STRAW (g/plot)

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	840.54	420.271	1.68	0.2135
WATER	2	785.45	392.725	1.57	0.2344
P*WATER	4	563.49	140.871	0.56	0.6914
Error	18	4490.20	249.455		
Total	26	6679.67			

Grand Mean 71.330 CV 22.14

LSD All-Pairwise Comparisons Test of ASTRAW for P

P	Mean	Homogeneous Groups
2	78.033	A
1	71.582	A
3	64.373	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 7.4454
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 15.642
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of ASTRAW for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
2	78.933	A
3	68.051	A
1	67.004	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 7.4454
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 15.642
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Analysis of Variance Table for STRAW(kg/Rai)

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	92942	46471	0.67	0.5181
WATER	2	207274	103637	1.50	0.2406
P*WATER	4	353122	88281	1.28	0.3023
Error	27	1862107	68967		
Total	35				

Grand Mean 1164.5 CV 22.55

LSD All-Pairwise Comparisons Test of STRAW kg/rai for P

P	Mean	Homogeneous Groups
1	1203.8	A
2	1200.9	A
3	1088.7	A

Alpha 0.05
Critical T Value 2.052
Error term used: Error, 27 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of STRAW kg/rai for WATER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WATER	Mean	Homogeneous Groups

2	1269.1	A
3	1149.3	A
1	1074.9	A

Alpha 0.05
Critical T Value 2.052
Error term used: Error, 27 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Analysis of Variance Table for GRAIN (g/plot)

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	170.59	85.295	0.35	0.7109
WATER	2	94.52	47.260	0.19	0.8268
P*WATER	4	1174.85	293.712	1.19	0.3376
Error	27	6663.15	246.783		
Total	35				

Grand Mean 54.898 CV 28.62

LSD All-Pairwise Comparisons Test of GRAIN (g/plot) for P

P	Mean	Homogeneous Groups
2	57.998	A
1	54.178	A
3	52.517	A

Alpha 0.05
Critical T Value 2.052
Error term used: Error, 27 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of GRAIN (g/plot) for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
1	56.846	A
3	55.161	A
2	52.687	A

Alpha 0.05
Critical T Value 2.052
Error term used: Error, 27 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Analysis of Variance Table for Grain (kg/Rai)

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	46387	23193.6	0.35	0.7105
WATER	2	25552	12776.2	0.19	0.8275
P*WATER	4	319300	79825.0	1.19	0.3371
Error	27	1808930	66997.4		
Total	35				

Grand Mean 904.67 CV 28.61

LSD All-Pairwise Comparisons Test of Grain (kg/Rai) for P

P	Mean	Homogeneous Groups
2	955.78	A
1	892.83	A
3	865.39	A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Alpha 0.05
Critical T Value 2.052
Error term used: Error, 27 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of Grain (kg/Rai) for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
1	936.72	A
3	908.94	A
2	868.33	A

Alpha 0.05
Critical T Value 2.052
Error term used: Error, 27 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Analysis of Variance Table for Grain/Straw

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	0.00709	0.00354	0.19	0.8309 ns
WATER	2	0.01117	0.00558	0.29	0.7482 ns
P*WATER	4	0.06057	0.01514	0.80	0.5412 ns
Error	18	0.34097	0.01894		
Total	26	0.41979			

Grand Mean 0.6622 CV 20.78

LSD All-Pairwise Comparisons Test of Grain/Straw for P

P	Mean	Homogeneous Groups
2	0.6824	A
1	0.6614	A
3	0.6428	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.0649
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 0.1363
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of Grain/Straw for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
1	0.6849	A
3	0.6662	A
2	0.6356	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.0649
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 0.1363
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ตารางเปรียบเทียบความเข้มข้นและการดูดดึงธาตุอาหาร

ภาคผนวก ข.1) ความเข้มข้นและการดูดดึงธาตุอาหารในฟางข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

ตารางภาคผนวก ข 1.1 ความเข้มข้นและการดูดดึงธาตุอาหารในฟางข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

#	Management	Treat.	Rep.	N (%)	Uptake N (kg/rai)	P_2O_5 (%)	Uptake P(kg/rai)	K_2O (%)	Uptake K(kg/rai)
1	TSP/WW	1	1	0.8452	10.55	2.59	32.29	2.10	26.19
2	TSP/WW	1	2	0.8203	4.94	2.29	13.81	2.00	12.02
3	TSP/WW	1	3	0.7536	11.82	3.04	47.71	1.51	23.77
4	TSP/SD	2	1	0.5214	7.19	8.20	113.06	1.53	21.14
5	TSP/SD	2	2	0.5218	5.83	2.01	22.45	2.06	23.03
6	TSP/SD	2	3	0.5957	9.39	1.73	27.27	1.76	27.76
7	TSP/MD	3	1	0.4816	5.83	2.01	24.32	2.20	26.64
8	TSP/MD	3	2	0.3442	4.20	2.15	26.27	2.48	30.29
9	TSP/MD	3	3	0.3114	3.65	2.59	30.35	2.18	25.58
10	DAP/WW	4	1	0.7205	10.22	2.89	40.95	2.21	31.40
11	DAP/WW	4	2	0.6246	6.74	3.67	39.65	1.99	21.50
12	DAP/WW	4	3	0.6558	8.37	2.01	25.64	1.89	24.14
13	DAP/SD	5	1	0.9031	15.28	2.29	38.82	1.72	29.14
14	DAP/SD	5	2	0.9566	11.67	2.59	31.56	1.97	24.07
15	DAP/SD	5	3	1.0584	12.95	2.29	28.07	1.76	21.54
16	DAP/MD	6	1	1.1909	13.19	2.44	27.02	2.23	24.74
17	DAP/MD	6	2	1.0059	14.85	2.29	33.87	1.91	28.20
18	DAP/MD	6	3	1.2217	13.20	2.29	24.79	2.00	21.63
19	PR/WW	7	1	1.5914	8.87	2.89	16.10	1.93	10.79
20	PR/WW	7	2	1.4308	13.03	2.59	23.56	2.03	18.50
21	PR/WW	7	3	1.4780	18.87	2.15	27.45	1.80	22.97
22	PR/SD	8	1	1.0702	14.90	2.74	38.11	1.96	27.28
23	PR/SD	8	2	1.0021	10.91	2.29	24.97	2.04	22.21
24	PR/SD	8	3	1.1421	17.11	1.46	21.83	2.29	34.26
25	PR/MD	9	1	1.2295	13.13	1.87	19.95	2.54	27.11
26	PR/MD	9	2	1.2261	11.48	1.59	14.90	2.35	21.99
27	PR/MD	9	3	1.1981	9.81	1.32	10.84	2.61	21.41
28	-/WW	10	1	0.9118	9.86	2.74	29.60	1.91	20.66
29	-/WW	10	2	0.9413	7.47	1.59	12.64	2.60	20.68
30	-/WW	10	3	0.9222	9.37	2.59	26.29	2.31	23.43
31	-/SD	11	1	0.3436	2.77	2.01	16.19	2.13	17.19
32	-/SD	11	2	0.3198	2.95	2.01	18.55	2.16	19.92
33	-/SD	11	3	0.3752	3.28	2.44	21.32	1.88	16.40
34	-/MD	12	1	0.5482	5.52	1.32	13.32	2.50	25.19
35	-/MD	12	2	0.5317	6.90	1.32	17.18	3.11	40.38
36	-/MD	12	3	0.5199	5.31	1.59	16.25	2.37	24.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข 1.2 เปรียบเทียบความเข้มข้นและการดูดดึงธาตุอาหารระหว่างการจัดการน้ำและชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสในฟาง

Analysis of Variance Table for N

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	2.11729	1.05865	204.99	0.0000
WATER	2	0.07470	0.03735	7.23	0.0050
P*WATER	4	0.83283	0.20821	40.32	0.0000
Error	18	0.09296	0.00516		
Total	26	3.11778			

Grand Mean 0.9223 CV 7.79

LSD All-Pairwise Comparisons Test of N for P

P	Mean	Homogeneous Groups
3	1.2631	A
2	0.9264	B
1	0.5772	C

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.0339
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 0.0712
Error term used: Error, 18 DF
All 3 means are significantly different from one another.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of N for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
1	0.9911	A
3	0.9122	B
2	0.8635	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.0339
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 0.0712
Error term used: Error, 18 DF
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

Analysis of Variance Table for N UPTAKE

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	184.581	92.2907	13.17	0.0003
WATER	2	15.140	7.5698	1.08	0.3606
P*WATER	4	81.572	20.3930	2.91	0.0510
Error	18	126.150	7.0084		
Total	26	407.443			

Grand Mean 10.666 CV 24.82

LSD All-Pairwise Comparisons Test of N UPTAKE for P

P	Mean	Homogeneous Groups
3	13.123	A
2	11.830	A
1	7.044	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.2480
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 2.6219
Error term used: Error, 18 DF
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of N UPTAKE for WATER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WATER	Mean	Homogeneous Groups
2	11.692	A
1	10.379	A
3	9.927	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.2480
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 2.6219
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Analysis of Variance Table for P

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	3.3051	1.65257	0.99	0.3903
WATER	2	3.0663	1.53315	0.92	0.4164
P*WATER	4	3.7297	0.93243	0.56	0.6948
Error	18	29.9900	1.66611		
Total	26	40.0911			

Grand Mean 2.5288 CV 51.04

LSD All-Pairwise Comparisons Test of P for P

P	Mean	Homogeneous Groups
1	2.9565	A
2	2.5303	A
3	2.0995	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.6085
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 1.2784
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of P for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
2	2.8449	A
1	2.6796	A
3	2.0619	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.6085
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 1.2784
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Analysis of Variance Table for P UPTAKE

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	1124.43	562.214	1.61	0.2281
WATER	2	1005.81	502.904	1.44	0.2636
P*WATER	4	614.26	153.565	0.44	0.7789
Error	18	6299.31	349.962		
Total	26	9043.81			

Grand Mean 30.578 CV 61.18

LSD All-Pairwise Comparisons Test of P UPTAKE for P

P	Mean	Homogeneous Groups
1	37.503	A
2	32.263	A
3	21.968	A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 8.8187

Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 18.527
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of P UPTAKE for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
2	38.460	A
1	29.684	A
3	23.590	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 8.8187
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 18.527
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Analysis of Variance Table for K

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	0.23817	0.11909	3.25	0.0492
WATER	2	0.77701	0.38850	10.61	0.0009
P*WATER	4	0.28365	0.07091	1.94	0.1479
Error	18	0.65890	0.03661		
Total	26	1.95773			

Grand Mean 2.0398 CV 9.38

LSD All-Pairwise Comparisons Test of K for P

P	Mean	Homogeneous Groups
3	2.1724	A
1	1.9805	B
2	1.9666	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.0902
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 0.1895
Error term used: Error, 18 DF
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of K for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
3	2.2785	A
1	1.9414	B
2	1.8996	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.0902
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 0.1895
Error term used: Error, 18 DF
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

Analysis of Variance Table for K UPTAKE

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	21.868	10.9341	0.46	0.6355
WATER	2	105.896	52.9482	2.25	0.1341
P*WATER	4	132.301	33.0753	1.41	0.2719
Error	18	423.305	23.5169		
Total	26	683.371			

Grand Mean 24.048 CV 20.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LSD All-Pairwise Comparisons Test of K UPTAKE for P

P	Mean	Homogeneous Groups
2	25.151	A
1	24.047	A
3	22.947	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 2.2860
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 4.8028
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of K UPTAKE for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
2	25.603	A
3	25.288	A
1	21.253	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 2.2860
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 4.8028
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข2.) ความเข้มข้นและการดูดดึงธาตุอาหารในเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

ตารางภาคผนวก ข 2.1 ความเข้มข้นและการดูดดึงธาตุอาหารในเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

#	Management	Treat.	Rep.	N (%)	Uptake N(kg/ไร่)	P_2O_5 (%)	Uptake P(kg/ไร่)	K_20 (%)	Uptake K(kg/ไร่)
1	TSP/WW	1	1	1.54	13.22	3.35	28.85	0.3599	3.10
2	TSP/WW	1	2	1.96	6.13	5.82	18.22	0.4322	1.35
3	TSP/WW	1	3	1.35	15.86	5.43	64.01	0.3396	4.00
4	TSP/SD	2	1	1.58	12.35	4.17	32.68	0.3743	2.93
5	TSP/SD	2	2	1.54	9.46	4.70	28.82	0.4052	2.49
6	TSP/SD	2	3	1.56	17.97	2.15	24.80	0.3483	4.02
7	TSP/MD	3	1	1.64	10.46	2.29	14.61	0.2837	1.81
8	TSP/MD	3	2	1.62	16.58	4.35	44.52	0.4149	4.25
9	TSP/MD	3	3	1.64	14.96	2.15	19.65	0.3358	3.07
10	DAP/WW	4	1	1.39	12.93	4.35	40.36	0.4351	4.04
11	DAP/WW	4	2	1.44	12.45	3.51	30.46	0.2152	1.87
12	DAP/WW	4	3	1.54	17.84	4.88	56.37	0.4380	5.06
13	DAP/SD	5	1	1.67	13.67	3.35	27.52	0.3444	2.83
14	DAP/SD	5	2	1.64	13.50	3.04	25.09	0.2952	2.44
15	DAP/SD	5	3	1.67	15.84	3.51	33.27	0.3705	3.51
16	DAP/MD	6	1	1.72	11.84	3.84	26.38	0.3705	2.55
17	DAP/MD	6	2	1.70	17.42	3.51	36.04	0.3898	4.00
18	DAP/MD	6	3	1.80	10.22	3.35	19.09	0.3425	1.95
19	PR/WW	7	1	1.33	3.61	5.43	14.78	0.4506	1.23
20	PR/WW	7	2	1.49	6.69	3.51	15.74	0.4399	1.97
21	PR/WW	7	3	1.45	15.86	2.44	26.71	0.3435	3.76
22	PR/SD	8	1	1.80	16.14	2.89	25.93	0.3300	2.96
23	PR/SD	8	2	1.76	12.68	3.35	24.10	0.3222	2.32
24	PR/SD	8	3	1.67	15.84	2.59	24.49	0.3155	2.99
25	PR/MD	9	1	1.69	11.11	1.73	11.39	0.2856	1.88
26	PR/MD	9	2	1.88	9.42	3.04	15.20	0.3493	1.75
27	PR/MD	9	3	1.70	12.00	2.74	19.27	0.3406	2.40
28	-/WW	10	1	1.67	13.08	2.59	20.30	0.3464	2.72
29	-/WW	10	2	1.67	10.49	2.44	15.32	0.3087	1.94
30	-/WW	10	3	1.75	16.08	3.84	35.30	0.3753	3.45
31	-/SD	11	1	1.75	7.19	4.01	16.42	0.3859	1.58
32	-/SD	11	2	1.65	12.34	3.67	27.50	0.3878	2.90
33	-/SD	11	3	1.70	9.83	1.46	8.41	0.2846	1.64
34	-/MD	12	1	1.63	10.59	1.19	7.75	0.3087	2.01
35	-/MD	12	2	1.57	14.12	1.06	9.52	0.3222	2.89
36	-/MD	12	3	1.51	14.31	2.01	18.98	0.4110	3.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข 2.2 เปรียบเทียบความเข้มข้นและการดูดดึงธาตุอาหารระหว่างการจัดการน้ำและชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105

Analysis of Variance Table for N

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	0.03483	0.01742	3.38	0.0565
WATER	2	0.32830	0.16415	31.90	0.0000
P*WATER	4	0.04954	0.01238	2.41	0.0875
Error	18	0.09261	0.00515		
Total	26	0.50528			

Grand Mean 1.6057 CV 4.47

LSD All-Pairwise Comparisons Test of N for P

P	Mean	Homogeneous Groups
3	1.6422	A
2	1.6181	AB
1	1.5569	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.0338
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 0.0710
Error term used: Error, 18 DF
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of N for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
3	1.7099	A
2	1.6541	A
1	1.4531	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.0338
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 0.0710
Error term used: Error, 18 DF
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

Analysis of Variance Table for N UPTAKE

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	27.883	13.9414	0.95	0.4066
WATER	2	32.462	16.2309	1.10	0.3536
P*WATER	4	40.891	10.2228	0.69	0.6057
Error	18	265.117	14.7287		
Total	26	366.353			

Grand Mean 12.770 CV 30.05

LSD All-Pairwise Comparisons Test of N UPTAKE for P

P	Mean	Homogeneous Groups
2	13.968	A
1	12.859	A
3	11.483	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.8092
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 3.8009
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LSD All-Pairwise Comparisons Test of N UPTAKE for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
2	14.161	A
3	12.668	A
1	11.481	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.8092
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 3.8009
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Analysis of Variance Table for P

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	2.8755	1.43774	1.51	0.2480
WATER	2	8.3427	4.17134	4.38	0.0283
P*WATER	4	1.3945	0.34862	0.37	0.8299
Error	18	17.1618	0.95343		
Total	26	29.7744			

Grand Mean 3.5362 CV 27.61

LSD All-Pairwise Comparisons Test of P for P

P	Mean	Homogeneous Groups
1	3.8236	A
2	3.7052	A
3	3.0797	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.4603
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 0.9670
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of P for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
1	4.3022	A
2	3.3062	B
3	3.0002	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.4603
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 0.9670
Error term used: Error, 18 DF
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

Analysis of Variance Table for P UPTAKE

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	879.01	439.507	3.39	0.0464
WATER	2	444.78	222.392	1.71	0.2082
P*WATER	4	308.08	77.020	0.59	0.6717
Error	18	2335.09	129.727		
Total	26	3966.97			

Grand Mean 27.717 CV 41.09

LSD All-Pairwise Comparisons Test of P UPTAKE for P

P	Mean	Homogeneous Groups
2	32.731	A
1	30.684	AB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 19.734 B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 5.3692
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 11.280
Error term used: Error, 18 DF
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of P UPTAKE for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
1	32.833	A
2	27.411	A
3	22.906	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 5.3692
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 11.280
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Analysis of Variance Table for K

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	0.00084	0.00042	0.12	0.8841
WATER	2	0.00881	0.00441	1.29	0.2984
P*WATER	4	0.01018	0.00254	0.75	0.5722
Error	18	0.06126	0.00340		
Total	26	0.08110			

Grand Mean 0.3582 CV 16.29

LSD All-Pairwise Comparisons Test of K for P

P	Mean	Homogeneous Groups
1	0.3660	A
2	0.3557	A
3	0.3530	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.0275
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 0.0578
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of K for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
1	0.3838	A
3	0.3459	A
2	0.3451	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.0275
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 0.0578
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Analysis of Variance Table for K UPTAKE

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	3.0945	1.54723	1.40	0.2719
WATER	2	0.5711	0.28554	0.26	0.7749
P*WATER	4	1.6636	0.41591	0.38	0.8223
Error	18	19.8743	1.10413		
Total	26	25.2035			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Grand Mean 2.8344 CV 37.07

LSD All-Pairwise Comparisons Test of K UPTAKE for P

P	Mean	Homogeneous Groups
2	3.1389	A
1	3.0022	A
3	2.3622	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.4953
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 1.0407
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of K UPTAKE for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
2	2.9433	A
1	2.9311	A
3	2.6289	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.4953
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 1.0407
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

ตารางเปรียบเทียบค่าวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง

ตารางภาคผนวก ค.1) ค่าวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง

#	Management	Rep.	pH 1:1	Ec 1:5 (µS/cm)	OM (%)	T. P (mg/kg)	Avail. P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Zn (mg/kg)
1	TSP/WW	1	6.56	188	4.1	418	6.55	69.5	3435	275	84.5	93.1	1575
2	TSP/WW	2	6.03	186	4.5	471	3.04	82.0	3415	265	81.0	88.8	1583
3	TSP/WW	3	6.20	172	4.3	335	2.08	60.0	3485	250	81.0	82.7	1486
4	TSP/SD	1	6.85	163	3.8	335	5.52	62.5	3700	275	75.0	79.9	1414
5	TSP/SD	2	6.84	163	4.6	334	2.08	62.5	3970	255	64.0	92.5	1583
6	TSP/SD	3	6.57	226	4.2	374	3.04	50.0	4210	265	80.5	89.5	1557
7	TSP/MD	1	6.46	204	4.4	527	3.04	55.0	4330	260	78.5	91.0	1546
8	TSP/MD	2	6.93	240	4.4	419	4.51	52.5	3875	240	93.5	93.4	1576
9	TSP/MD	3	6.60	183	4.2	335	3.04	57.0	4215	265	83.0	87.9	1491
10	DAP/WW	1	6.81	211	4.5	335	3.04	52.5	3540	240	67.5	88.9	1536
11	DAP/WW	2	6.91	189	4.4	297	4.51	69.5	3810	260	70.5	69.4	1256
12	DAP/WW	3	6.69	168	4.3	298	5.01	72.0	3790	270	83.5	86.5	1516
13	DAP/SD	1	6.70	176	4.3	299	3.04	70.5	4045	255	87.5	84.6	1448
14	DAP/SD	2	6.70	227	4.4	334	3.04	66.0	3605	270	95.5	88.7	1526
15	DAP/SD	3	6.78	196	4.5	419	2.08	69.5	4265	260	71.0	85.4	1465
16	DAP/MD	1	6.80	188	4.2	333	2.08	68.5	3870	240	66.0	90.4	1561
17	DAP/MD	2	6.78	176	4.5	240	3.52	68.0	4335	260	94.0	76.3	1369
18	DAP/MD	3	6.76	183	4.2	299	2.56	64.0	4105	245	63.0	85.7	1474
19	PR/WW	1	6.66	189	4.5	419	6.55	94.0	3740	270	79.5	85.5	1485
20	PR/WW	2	6.77	188	4.4	335	8.68	87.0	3810	255	82.0	67.9	1137
21	PR/WW	3	6.74	189	4.6	375	5.52	70.0	4010	265	73.0	75.7	1287
22	PR/SD	1	6.77	224	4.3	300	5.01	70.0	4475	300	96.0	84.9	1429
23	PR/SD	2	6.80	182	4.4	299	5.52	57.5	3415	195	65.5	87.6	1489
24	PR/SD	3	6.80	222	4.3	469	5.52	59.0	4680	265	69.5	84.5	1503
25	PR/MD	1	6.84	277	4.1	376	4.51	80.5	3990	240	92.5	86.9	1433
26	PR/MD	2	6.91	189	4.4	422	3.52	86.0	4220	270	91.5	83.0	1540
27	PR/MD	3	6.96	209	4.4	376	3.04	68.5	4520	250	65.5	90.9	1659
28	-/WW	1	6.87	176	4.7	268	2.56	71.5	3845	255	69.0	86.8	1485
29	-/WW	2	6.86	160	4.3	268	2.08	71.5	3970	275	72.0	83.8	1453
30	-/WW	3	6.83	169	4.4	300	2.56	66.0	3955	250	76.5	88.9	1494
31	-/SD	1	6.86	194	4.0	298	2.08	69.5	4030	290	98.5	91.5	1565
32	-/SD	2	6.89	200	4.6	267	1.61	70.0	3965	255	88.5	87.5	1525
33	-/SD	3	6.81	205	4.6	221	1.61	77.0	4280	290	91.0	87.9	1440
34	-/MD	1	6.82	193	4.4	300	1.61	70.0	4495	280	79.5	78.0	1398
35	-/MD	2	6.95	153	4.3	300	1.61	74.5	3725	215	70.0	78.9	1383
36	-/MD	3	6.95	152	4.3	243	1.61	64.5	4000	235	59.5	89.9	1500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ค.2) เปรียบเทียบค่าวิเคราะห์ดินหลังการทดลองระหว่างการจัดการน้ำและชนิดของปุ๋ยฟอสฟอรัสของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105

Analysis of Variance Table for pH

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	0.31699	0.15849	7.99	0.0033
WATER	2	0.18205	0.09103	4.59	0.0245
P*WATER	4	0.28510	0.07128	3.59	0.0254
Error	18	0.35707	0.01984		
Total	26	1.14121			

Grand Mean 6.7119 CV 2.10

LSD All-Pairwise Comparisons Test of pH for P

P	Mean	Homogeneous Groups
3	6.8056	A
2	6.7700	A
1	6.5600	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.0664
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 0.1395
Error term used: Error, 18 DF
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of pH for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
3	6.7822	A
2	6.7567	A
1	6.5967	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.0664
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 0.1395
Error term used: Error, 18 DF
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

Analysis of Variance Table for Ec

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	1662.3	831.148	1.23	0.3156
WATER	2	1602.3	801.148	1.19	0.3282
P*WATER	4	2204.6	551.148	0.82	0.5315
Error	18	12157.3	675.407		
Total	26	17626.5			

Grand Mean 196.59 CV 13.22

LSD All-Pairwise Comparisons Test of Ec for P

P	Mean	Homogeneous Groups
3	207.67	A
1	191.67	A
2	190.44	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 12.251
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 25.739
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LSD All-Pairwise Comparisons Test of Ec for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
3	205.44	A
2	197.67	A
1	186.67	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 12.251
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 25.739
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Analysis of Variance Table for OM

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	0.04494	0.02247	0.72	0.5011
WATER	2	0.04690	0.02345	0.75	0.4868
P*WATER	4	0.07441	0.01860	0.59	0.6711
Error	18	0.56320	0.03129		
Total	26	0.72945			

Grand Mean 4.3341 CV 4.08

LSD All-Pairwise Comparisons Test of OM for P

P	Mean	Homogeneous Groups
3	4.3678	A
2	4.3578	A
1	4.2767	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.0834
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 0.1752
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of OM for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
1	4.3922	A
3	4.3133	A
2	4.2967	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.0834
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 0.1752
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Analysis of Variance Table for TOTAL P

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	28711	14355.6	3.92	0.0387
WATER	2	1616	808.1	0.22	0.8042
P*WATER	4	16081	4020.3	1.10	0.3878
Error	18	65941	3663.4		
Total	26	112349			

Grand Mean 361.97 CV 16.72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LSD All-Pairwise Comparisons Test of P for P

P	Mean	Homogeneous Groups
1	394.19	A
3	374.44	AB
2	317.28	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 28.532
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 59.944
Error term used: Error, 18 DF
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of P for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
3	369.73	A
1	364.76	A
2	351.41	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 28.532
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 59.944
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Analysis of Variance Table for AVAILABLE P

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	22.2549	11.1274	6.88	0.0060
WATER	2	13.2498	6.6249	4.10	0.0341
P*WATER	4	6.9216	1.7304	1.07	0.3999
Error	18	29.0952	1.6164		
Total	26	71.5215			

Grand Mean 4.0611 CV 31.31

LSD All-Pairwise Comparisons Test of AVAILABLE P for P

P	Mean	Homogeneous Groups
3	5.3189	A
1	3.6556	B
2	3.2089	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.5993
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 1.2592
Error term used: Error, 18 DF
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of AVAILABLE P for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
1	4.9978	A
2	3.8722	AB
3	3.3133	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.5993
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 1.2592
Error term used: Error, 18 DF
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Analysis of Variance Table for K

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	829.50	414.750	6.41	0.0079
WATER	2	450.72	225.361	3.48	0.0526
P*WATER	4	731.11	182.778	2.83	0.0557
Error	18	1164.33	64.685		
Total	26	3175.67			

Grand Mean 67.556 CV 11.91

LSD All-Pairwise Comparisons Test of K for P

P	Mean	Homogeneous Groups
3	74.722	A
2	66.722	B
1	61.222	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 3.7914
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 7.9654
Error term used: Error, 18 DF
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of K for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
1	72.944	A
3	66.667	AB
2	63.056	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 3.7914
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 7.9654
Error term used: Error, 18 DF
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

Analysis of Variance Table for Ca

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	285872	142936	1.49	0.2518
WATER	2	1180317	590158	6.15	0.0092
P*WATER	4	104794	26199	0.27	0.8914
Error	18	1726483	95916		
Total	26	3297467			

Grand Mean 3957.8 CV 7.83

LSD All-Pairwise Comparisons Test of Ca for P

P	Mean	Homogeneous Groups
3	4095.6	A
2	3929.4	A
1	3848.3	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 146.00
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 306.72
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LSD All-Pairwise Comparisons Test of Ca for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
3	4162.2	A
2	4040.6	A
1	3670.6	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 146.00
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 306.72
Error term used: Error, 18 DF
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

Analysis of Variance Table for Mg

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	155.56	77.778	0.18	0.8403
WATER	2	422.22	211.111	0.48	0.6283
P*WATER	4	222.22	55.556	0.13	0.9713
Error	18	7966.67	442.593		
Total	26	8766.67			

Grand Mean 257.78 CV 8.16

LSD All-Pairwise Comparisons Test of Mg for P

P	Mean	Homogeneous Groups
1	261.11	A
3	256.67	A
2	255.56	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 9.9174
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 20.836
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of Mg for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
1	261.11	A
2	260.00	A
3	252.22	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 9.9174
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 20.836
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Analysis of Variance Table for Na

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	30.17	15.083	0.11	0.8924
WATER	2	42.89	21.444	0.16	0.8510
P*WATER	4	474.94	118.736	0.90	0.4837
Error	18	2370.67	131.704		
Total	26	2918.67			

Grand Mean 79.056 CV 14.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LSD All-Pairwise Comparisons Test of Na for P

P	Mean	Homogeneous Groups
1	80.111	A
3	79.444	A
2	77.611	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 5.4099
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 11.366
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of Na for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
3	80.833	A
2	78.278	A
1	78.056	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 5.4099
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 11.366
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Analysis of Variance Table for Cd

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	170.93	85.4633	2.24	0.1356
WATER	2	140.75	70.3744	1.84	0.1871
P*WATER	4	110.71	27.6778	0.72	0.5865
Error	18	687.58	38.1989		
Total	26	1109.97			

Grand Mean 85.244 CV 7.25

LSD All-Pairwise Comparisons Test of Cd for P

P	Mean	Homogeneous Groups
1	88.756	A
2	83.989	A
3	82.989	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 2.9135
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 6.1211
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of Cd for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
3	87.278	A
2	86.400	A
1	82.056	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 2.9135
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 6.1211
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Analysis of Variance Table for Zn

Source	DF	SS	MS	F	P
P	2	44153	22076.3	2.13	0.1475
WATER	2	36370	18184.8	1.76	0.2009
P*WATER	4	60246	15061.4	1.46	0.2570

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Error	18	186316	10350.9
Total	26	327084	

Grand Mean 1478.7 CV 6.88

LSD All-Pairwise Comparisons Test of Zn for P

P	Mean	Homogeneous Groups
1	1534.6	A
2	1461.2	A
3	1440.2	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 47.960
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 100.76
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of Zn for WATER

WATER	Mean	Homogeneous Groups
3	1516.6	A
2	1490.4	A
1	1429.0	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 47.960
Critical T Value 2.101 Critical Value for Comparison 100.76
Error term used: Error, 18 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

ตารางค่าวิเคราะห์ของดินและพืช

ตารางผนวก ง.1) น้ำหนักและเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าว (ฟาง, เมล็ด, ราก)

#	Management	Rep.	Straw wt. (g)		Moist (%)	Grain wt. (g)		Moist (%)	Root wt. (g)		Moist (%)
			Before	After		Before	After		Before	After	
1	TSP/WW	1	82.50	75.74	8.2	57.47	52.21	9.2	166.25	31.93	80.8
2	TSP/WW	2	39.50	36.52	7.5	20.99	19.01	9.4	49.79	12.17	75.6
3	TSP/WW	3	98.79	95.21	3.6	79.65	71.52	10.2	98.05	27.84	71.6
4	TSP/SD	1	92.07	83.62	9.2	52.45	47.50	9.4	77.90	18.76	75.9
5	TSP/SD	2	75.28	67.83	9.9	41.20	37.24	9.6	48.20	13.89	71.2
6	TSP/SD	3	107.53	95.67	11.0	79.51	69.98	12.0	96.63	27.53	71.5
7	TSP/MD	1	81.16	73.48	9.5	42.72	38.64	9.6	92.59	18.51	80.0
8	TSP/MD	2	80.93	74.13	8.4	68.36	62.17	9.1	76.60	20.53	73.2
9	TSP/MD	3	81.40	71.19	12.5	60.51	55.46	8.3	95.56	20.84	78.2
10	DAP/WW	1	94.39	86.06	8.8	62.07	56.35	9.2	139.96	38.98	72.1
11	DAP/WW	2	71.76	65.47	8.8	57.59	52.61	8.6	82.88	17.75	78.6
12	DAP/WW	3	84.53	77.46	8.4	76.69	70.15	8.5	74.75	12.97	82.6
13	DAP/SD	1	114.68	102.69	10.5	54.84	49.79	9.2	59.43	17.25	71.0
14	DAP/SD	2	80.54	74.02	8.1	54.94	50.07	8.9	62.30	13.53	78.3
15	DAP/SD	3	85.34	74.24	13.0	63.87	57.46	10.0	90.01	25.54	71.6
16	DAP/MD	1	75.71	67.21	11.2	45.90	41.70	9.2	64.55	17.51	72.9
17	DAP/MD	2	98.58	89.58	9.1	68.44	62.25	9.0	124.90	47.86	61.7
18	DAP/MD	3	72.28	65.57	9.3	38.25	34.54	9.7	61.40	14.93	75.7
19	PR/WW	1	38.23	33.84	11.5	18.37	16.51	10.1	25.36	4.81	81.0
20	PR/WW	2	61.44	55.27	10.0	30.22	27.19	10.0	68.68	22.35	67.5
21	PR/WW	3	91.08	77.47	14.9	73.73	66.45	9.9	68.70	16.89	75.4
22	PR/SD	1	92.65	84.51	8.8	59.79	54.49	8.9	92.19	34.26	62.8
23	PR/SD	2	73.20	66.06	9.8	48.29	43.61	9.7	109.27	44.22	59.5
24	PR/SD	3	100.21	90.91	9.3	63.11	57.44	9.0	106.73	34.13	68.0
25	PR/MD	1	67.49	64.82	4.0	44.26	39.95	9.7	76.14	21.70	71.5
26	PR/MD	2	63.25	56.79	10.2	33.40	30.34	9.2	47.70	11.46	76.0
27	PR/MD	3	54.58	49.69	9.0	47.26	42.74	9.6	50.41	9.61	80.9
28	#/WW	1	71.16	65.64	7.8	52.29	47.62	8.9	74.68	14.14	81.1
29	#/WW	2	53.99	48.17	10.8	42.07	38.11	9.4	46.85	7.98	83.0
30	#/WW	3	67.03	61.66	8.0	61.27	55.79	8.9	84.62	14.77	82.5
31	#/SD	1	54.11	48.91	9.6	28.20	24.87	11.8	38.84	7.14	81.6
32	#/SD	2	60.99	56.06	8.1	49.72	45.41	8.7	84.65	26.66	68.5
33	#/SD	3	58.84	53.03	9.9	38.58	35.03	9.2	64.91	17.99	72.3
34	#/MD	1	67.45	61.05	9.5	43.58	39.49	9.4	64.64	22.37	65.4
35	#/MD	2	82.02	78.75	4.0	60.67	54.50	10.2	102.23	27.03	73.6
36	#/MD	3	66.22	61.93	6.5	63.26	57.35	9.3	141.80	39.13	72.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ง.2) การเจริญเติบโตและองค์ประกอบของผลผลิต

#	Treatment	Rep.	height (cm)	Panicle/plot	Straw (g)	Grain (g)	1000 seed wt. (g)	Filled grain (%)
1	TSP/WW	1	155	22	75.7	60.7	26.1	83
2	TSP/WW	2	156	31	36.5	22.1	26.1	76
3	TSP/WW	3	157	31	95.2	83.2	25.7	82
4	TSP/SD	1	156	18	83.6	55.2	20.9	88
5	TSP/SD	2	154	17	67.8	43.3	25.8	96
6	TSP/SD	3	173	11	66.5	42.1	24.3	81
7	TSP/MD	1	163	23	73.5	44.9	24.3	66
8	TSP/MD	2	157	27	74.1	72.3	24.4	79
9	TSP/MD	3	166	22	71.2	64.5	23.8	84
10	DAP/WW	1	164	27	86.1	65.5	24.5	74
11	DAP/WW	2	166	20	65.5	61.2	24	72
12	DAP/WW	3	165	27	77.5	81.6	25.9	76
13	DAP/SD	1	165	16	102.7	57.9	25.2	70
14	DAP/SD	2	169	22	74.0	58.2	24.8	70
15	DAP/SD	3	161	22	74.2	66.8	25.6	85
16	DAP/MD	1	156	16	67.2	48.5	24.2	72
17	DAP/MD	2	171	24	89.6	72.4	15.1	84
18	DAP/MD	3	162	16	65.6	40.2	25	76
19	PR/WW	1	152	7	33.8	29.2	23.5	78
20	PR/WW	2	161	8	55.3	31.6	24.8	66
21	PR/WW	3	166	9	77.5	77.2	24.5	79
22	PR/SD	1	167	21	84.5	63.4	25.3	81
23	PR/SD	2	163	17	66.1	50.7	24.8	71
24	PR/SD	3	165	23	90.9	66.8	24.5	72
25	PR/MD	1	165	15	64.8	46.5	25.7	77
26	PR/MD	2	165	13	56.8	35.3	25.5	80
27	PR/MD	3	155	16	49.7	49.7	17.6	73
28	-/ww	1	158	19	65.6	55.4	25.6	78
29	-/ww	2	171	14	48.2	44.3	26.7	74
30	-/ww	3	155	19	61.7	64.9	26.1	68
31	-/SD	1	160	13	48.9	28.9	25.4	64
32	-/SD	2	161	16	56.1	52.8	26.1	83
33	-/SD	3	147	14	53.0	40.7	26.0	83
34	-/MD	1	151	19	61.1	45.9	24.7	74
35	-/MD	2	152	20	78.8	63.4	25.7	73
36	-/MD	3	151	19	61.9	66.7	26.2	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ง.3) ความเขียวและจำนวนกอ

#	Management	Treat.	Rep.	SPAD 1	SPAD 2	SPAD 3	SPAD 4	SPAD 5	SPAD 6	SPAD 7	SPAD 8
1	TSP/WW	1	1	39.3	40.7	43.7	43.3	45.6	47.9	42.8	45.5
2	TSP/WW	1	2	40.9	38.4	39.1	39.8	41.5	43.2	42.7	45.3
3	TSP/WW	1	3	41.8	40.6	43.4	49.6	46.4	43.1	41.6	42.1
4	TSP/SD	2	1	41.1	39.6	44.5	39.9	40.3	40.7	43.7	42.0
5	TSP/SD	2	2	34.8	33.0	35.8	42.3	44.9	47.5	42.7	39.8
6	TSP/SD	2	3	42.1	41.8	43.6	46.9	45.3	43.6	42.5	42.5
7	TSP/MD	3	1	40.6	39.6	43.6	44.8	45.9	47.0	46.0	46.1
8	TSP/MD	3	2	40.1	38.5	42.8	46.4	45.6	44.7	43.3	43.5
9	TSP/MD	3	3	42.1	40.0	38.1	45.1	44.9	44.7	43.6	42.5
10	DAP/WW	4	1	40.1	38.2	43.9	47.1	45.4	43.6	41.1	42.8
11	DAP/WW	4	2	40.8	36.6	40.5	45.7	45.0	44.3	44.8	45.2
12	DAP/WW	4	3	39.5	33.7	38.6	45.2	44.1	42.9	45.6	43.3
13	DAP/SD	5	1	41.4	39.6	43.7	44.8	45.6	46.3	44.1	43.9
14	DAP/SD	5	2	41.4	36.5	41.2	44.1	43.5	42.8	45.0	42.2
15	DAP/SD	5	3	39.6	36.3	37.5	47.6	44.6	41.5	42.9	43.7
16	DAP/MD	6	1	38.5	36.6	35.2	42.6	44.3	45.9	44.6	45.5
17	DAP/MD	6	2	40.8	38.5	40.6	45.1	45.4	45.6	44.7	41.2
18	DAP/MD	6	3	41	36.8	43.2	45.8	46.3	46.7	44.9	42.8
19	PR/WW	7	1	31.1	33.1	36.6	34.4	38.5	42.6	39.3	42.7
20	PR/WW	7	2	41.1	38.2	45.6	47.8	48.0	48.2	45.8	38.5
21	PR/WW	7	3	39.3	33.5	39.0	41.5	42.6	43.6	44.9	42.5
22	PR/SD	8	1	40.2	42.8	46.1	43.6	45.3	46.9	41.9	43.7
23	PR/SD	8	2	43.8	41.0	42.0	43.5	45.7	47.9	46.9	44.0
24	PR/SD	8	3	39.2	38.1	35.4	41.4	41.2	41.0	42.4	42.3
25	PR/MD	9	1	43.5	41.3	40.6	43.6	44.3	44.9	45.9	44.5
26	PR/MD	9	2	40.3	37.4	39.1	43.2	45.2	47.1	45.0	42.3
27	PR/MD	9	3	41.2	38.6	42.7	41.8	42.4	43.0	46.6	42.8
28	-/WW	10	1	40.8	39.9	44.3	44.3	44.0	43.6	43.3	43.0
29	-/WW	10	2	36	36.6	43.2	44.6	46.9	49.1	45.2	42.2
30	-/WW	10	3	42.3	40.3	40.6	43.1	44.5	45.8	46.9	41.8
31	-/SD	11	1	40.9	40.3	43.7	44.0	45.1	46.2	44.2	42.5
32	-/SD	11	2	41.1	41.7	45.3	44.8	43.4	41.9	44.1	44.7
33	-/SD	11	3	42.8	42.2	41.2	43.5	42.9	42.2	41.5	44.6
34	-/MD	12	1	41.4	42.6	44.9	45.9	43.4	40.9	45.3	40.6
35	-/MD	12	2	42.2	42.6	45.1	44.3	43.5	42.6	40.3	42.0
36	-/MD	12	3	40.7	41.6	41.7	43.1	42.1	41.0	41.6	42.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ) ความเขียวและจำนวนกอ

#	Management	Treat.	Rep.	กอ 1	กอ 2	กอ 3	กอ 4	กอ 5	กอ 6	กอ 7	กอ 8
1	TSP/WW	1	1	10	11	12	15	18	18	18	18
2	TSP/WW	1	2	8	9	10	10	10	11	11	11
3	TSP/WW	1	3	10	11	14	20	25	25	25	25
4	TSP/SD	2	1	7	8	15	19	19	19	19	19
5	TSP/SD	2	2	5	5	5	5	5	6	6	6
6	TSP/SD	2	3	9	12	18	22	24	24	24	24
7	TSP/MD	3	1	10	11	13	17	18	18	18	18
8	TSP/MD	3	2	11	12	15	17	18	18	18	18
9	TSP/MD	3	3	10	10	14	17	17	17	17	17
10	DAP/WW	4	1	9	10	15	19	19	20	20	20
11	DAP/WW	4	2	10	11	11	12	16	16	16	16
12	DAP/WW	4	3	8	9	10	12	13	13	13	13
13	DAP/SD	5	1	8	8	16	20	20	20	20	20
14	DAP/SD	5	2	10	14	14	15	19	19	19	19
15	DAP/SD	5	3	6	8	11	14	17	17	17	17
16	DAP/MD	6	1	9	9	9	9	10	11	11	11
17	DAP/MD	6	2	16	16	17	19	21	21	21	21
18	DAP/MD	6	3	12	16	16	18	22	22	22	22
19	PR/WW	7	1	3	4	4	4	4	5	5	5
20	PR/WW	7	2	7	7	10	15	16	16	16	16
21	PR/WW	7	3	8	8	10	14	18	18	18	18
22	PR/SD	8	1	4	6	8	14	17	17	17	17
23	PR/SD	8	2	7	10	12	14	14	14	14	14
24	PR/SD	8	3	4	4	6	7	7	9	9	9
25	PR/MD	9	1	5	7	10	12	13	13	13	13
26	PR/MD	9	2	6	6	7	9	13	13	13	13
27	PR/MD	9	3	5	7	10	14	14	14	14	14
28	-/WW	10	1	5	6	10	12	14	14	14	14
29	-/WW	10	2	4	4	6	9	11	12	12	12
30	-/WW	10	3	9	9	12	15	15	15	15	15
31	-/SD	11	1	4	5	7	9	9	9	9	9
32	-/SD	11	2	5	7	11	12	12	12	12	12
33	-/SD	11	3	9	10	16	20	20	20	20	20
34	-/MD	12	1	8	8	13	16	16	16	16	16
35	-/MD	12	2	8	10	13	17	20	20	20	20
36	-/MD	12	3	5	8	11	13	17	17	17	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ง.4) ผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105

#	Management	Rep.	Straw (kg/rai)	14% grain (kg/rai)	เมล็ด/ฟาง
1	TSP/WW	1	1248	1000	0.689
2	TSP/WW	2	602	364	0.521
3	TSP/WW	3	1569	1371	0.751
4	TSP/SD	1	1378	910	0.568
5	TSP/SD	2	1118	714	0.549
6	TSP/SD	3	1577	1341	0.731
7	TSP/MD	1	1211	740	0.526
8	TSP/MD	2	1222	1191	0.839
9	TSP/MD	3	1173	1063	0.779
10	DAP/WW	1	1418	1080	0.655
11	DAP/WW	2	1079	1008	0.804
12	DAP/WW	3	1277	1344	0.906
13	DAP/SD	1	1692	954	0.485
14	DAP/SD	2	1220	959	0.676
15	DAP/SD	3	1223	1101	0.774
16	DAP/MD	1	1180	799	0.620
17	DAP/MD	2	1476	1193	0.695
18	DAP/MD	3	1081	662	0.527
19	PR/WW	1	558	316	0.488
20	PR/WW	2	11	521	0.492
21	PR/WW	3	1277	1273	0.858
22	PR/SD	1	1393	1044	0.645
23	PR/SD	2	1089	836	0.660
24	PR/SD	3	1498	1101	0.632
25	PR/MD	1	1068	766	0.616
26	PR/MD	2	936	581	0.534
27	PR/MD	3	819	819	0.860
28	-/WW	1	1082	913	0.725
29	-/WW	2	794	730	0.791
30	-/WW	3	1016	1069	0.905
31	-/SD	1	806	477	0.508
32	-/SD	2	924	870	0.810
33	-/SD	3	874	671	0.661
34	-/MD	1	1006	757	0.647
35	-/MD	2	1298	1044	0.692
36	-/MD	3	1021	1099	0.926

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ง.5) ปริมาณเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในฟางและเมล็ดข้าว

ฟาง	นน.ตัวอย่างพืช (g)	ปริมาตร Titate	Blank	H_2SO_4	N (%)
1	0.2527	2.8	0.1	0.0565	0.8452
2	0.2515	2.7	0.1	0.0565	0.8203
3	0.2519	2.5	0.1	0.0565	0.7536
4	0.2508	1.8	0.1	0.0565	0.5214
5	0.2536	1.8	0.1	0.0565	0.5218
6	0.2523	2.0	0.1	0.0565	0.5957
7	0.2530	1.6	0.1	0.0565	0.4816
8	0.2525	1.2	0.1	0.0565	0.3442
9	0.2540	1.1	0.1	0.0565	0.3114
10	0.2525	2.4	0.1	0.0565	0.7205
11	0.2530	2.1	0.1	0.0565	0.6246
12	0.2533	2.2	0.1	0.0565	0.6558
13	0.2540	3.0	0.1	0.0565	0.9031
14	0.2506	3.2	0.1	0.0565	0.9566
15	0.2541	3.5	0.1	0.0565	1.0584
16	0.2524	3.9	0.1	0.0565	1.1909
17	0.2534	3.9	0.1	0.0565	1.0059
18	0.2525	4.0	0.1	0.0565	1.2217
19	0.2535	5.2	0.1	0.0565	1.5914
20	0.2543	4.7	0.1	0.0565	1.4308
21	0.2523	4.9	0.1	0.0565	1.4780
22	0.2513	3.5	0.1	0.0565	1.0702
23	0.2526	3.3	0.1	0.0565	1.0021
24	0.2531	3.6	0.1	0.0565	1.1421
25	0.2509	4.0	0.1	0.0565	1.2295
26	0.2516	4.0	0.1	0.0565	1.2261
27	0.2515	3.9	0.1	0.0565	1.1981
28	0.2522	3.0	0.1	0.0565	0.9118
29	0.2521	3.1	0.1	0.0565	0.9413
30	0.2505	3.0	0.1	0.0565	0.9222
31	0.2532	1.2	0.1	0.0565	0.3436
32	0.2523	1.1	0.1	0.0565	0.3198
33	0.2530	1.3	0.1	0.0565	0.3752
34	0.2508	1.8	0.1	0.0565	0.5482
35	0.2529	1.8	0.1	0.0565	0.5317
36	0.2510	1.7	0.1	0.0565	0.5199

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ) ปริมาณเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในฟางและเมล็ดข้าว

เมล็ด	นน.ตัวอย่างพืช (g)	ปริมาตร Titrate	Blank	H_2SO_4	N (%)
124	0.2523	5.0	0.1	0.0565	1.5362
125	0.2508	5.1	0.1	0.0565	1.5554
126	0.2528	4.4	0.1	0.0565	1.3455
127	0.2507	5.1	0.1	0.0565	1.5776
128	0.2503	4.9	0.1	0.0565	1.5422
129	0.2518	5.0	0.1	0.0565	1.5578
130	0.2513	5.4	0.1	0.0565	1.6421
131	0.2518	5.1	0.1	0.0565	1.6181
132	0.2513	5.3	0.1	0.0565	1.6368
133	0.2520	4.3	0.1	0.0565	1.3922
134	0.2533	4.7	0.1	0.0565	1.4365
135	0.2511	5.0	0.1	0.0565	1.5436
136	0.2517	5.4	0.1	0.0565	1.6656
137	0.2514	5.3	0.1	0.0565	1.6361
138	0.2507	5.4	0.1	0.0565	1.6722
139	0.2526	5.2	0.1	0.0565	1.7222
140	0.2511	4.8	0.1	0.0565	1.6982
141	0.2510	5.8	0.1	0.0565	1.7963
142	0.2514	4.2	0.1	0.0565	1.3278
143	0.2512	5.2	0.1	0.0565	1.4931
144	0.2513	4.7	0.1	0.0565	1.4479
145	0.2508	5.8	0.1	0.0565	1.7977
146	0.2511	5.7	0.1	0.0565	1.7641
147	0.2523	4.8	0.1	0.0565	1.6735
148	0.2531	5.3	0.1	0.0565	1.6876
149	0.2519	6.1	0.1	0.0565	1.8841
150	0.2507	5.5	0.1	0.0565	1.7038
151	0.2516	5.4	0.1	0.0565	1.6663
152	0.2510	5.5	0.1	0.0565	1.6702
153	0.2533	5.7	0.1	0.0565	1.7488
154	0.2524	5.7	0.1	0.0565	1.7550
155	0.2511	4.7	0.1	0.0565	1.6491
156	0.2508	5.5	0.1	0.0565	1.7031
157	0.2527	5.3	0.1	0.0565	1.6277
158	0.2515	5.1	0.1	0.0565	1.5726
159	0.2507	4.9	0.1	0.0565	1.5145

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ง.6) ปริมาณเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส (P_2O_5) ในฟางและเมล็ดข้าว

ฟาง	นน.ตัวอย่างพืช (g)	dilution factor	fill up	T(%)	Conc%	P_2O_5 (%)
1	0.2506	10	1	78	0.473	2.59
2	0.2517	10	1	80	0.417	2.29
3	0.2549	10	1	75	0.546	3.04
4	0.2520	10	1	48	1.491	8.20
5	0.2562	10	1	82	0.359	2.01
6	0.2554	10	1	84	0.310	1.73
7	0.2524	10	1	82	0.364	2.01
8	0.2522	10	1	81	0.390	2.15
9	0.2506	10	1	78	0.473	2.59
10	0.2509	10	1	76	0.527	2.89
11	0.2520	10	1	71	0.668	3.67
12	0.2509	10	1	82	0.367	2.01
13	0.2532	10	1	80	0.415	2.29
14	0.2514	10	1	78	0.471	2.59
15	0.2504	10	1	80	0.420	2.29
16	0.2513	10	1	79	0.445	2.44
17	0.2501	10	1	80	0.420	2.29
18	0.2516	10	1	80	0.418	2.29
19	0.2512	10	1	76	0.526	2.89
20	0.2512	10	1	78	0.472	2.59
21	0.2504	10	1	81	0.393	2.15
22	0.2513	10	1	77	0.499	2.74
23	0.2518	10	1	80	0.417	2.29
24	0.2502	10	1	86	0.267	1.46
25	0.2506	10	1	83	0.341	1.87
26	0.2502	10	1	85	0.292	1.59
27	0.2504	10	1	87	0.242	1.32
28	0.2527	10	1	77	0.496	2.74
29	0.2509	10	1	85	0.291	1.59
30	0.2507	10	1	78	0.473	2.59
31	0.2530	10	1	82	0.364	2.01
32	0.2555	10	1	82	0.360	2.01
33	0.2519	10	1	79	0.444	2.44
34	0.2507	10	1	87	0.242	1.32
35	0.2542	10	1	87	0.238	1.32
36	0.2527	10	1	85	0.289	1.59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ) ปริมาณเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส (P_2O_5) ในฟางและเมล็ดข้าว

เมล็ด	นน.ตัวอย่างพืช (g)	dilution factor	fill up	T(%)	Conc(%)	P_2O_5 (%)
124	0.2500	10	1	73	0.614	3.35
125	0.2502	10	1	59	1.065	5.82
126	0.2521	10	1	61	0.987	5.43
127	0.2532	10	1	68	0.755	4.17
128	0.2518	10	1	65	0.854	4.70
129	0.2535	10	1	81	0.388	2.15
130	0.2512	10	1	80	0.418	2.29
131	0.2500	10	1	67	0.796	4.35
132	0.2515	10	1	81	0.392	2.15
133	0.2512	10	1	67	0.792	4.35
134	0.2521	10	1	72	0.638	3.51
135	0.2519	10	1	64	0.886	4.88
136	0.2506	10	1	73	0.613	3.35
137	0.2526	10	1	75	0.551	3.04
138	0.2500	10	1	72	0.644	3.51
139	0.2502	10	1	70	0.703	3.84
140	0.2527	10	1	72	0.637	3.51
141	0.2510	10	1	73	0.612	3.35
142	0.2504	10	1	61	0.993	5.43
143	0.2508	10	1	72	0.642	3.51
144	0.2502	10	1	79	0.447	2.44
145	0.2504	10	1	76	0.528	2.89
146	0.2528	10	1	73	0.608	3.35
147	0.2516	10	1	78	0.471	2.59
148	0.2512	10	1	84	0.315	1.73
149	0.2528	10	1	75	0.551	3.04
150	0.2521	10	1	77	0.497	2.74
151	0.2505	10	1	78	0.473	2.59
152	0.2522	10	1	79	0.443	2.44
153	0.2520	10	1	70	0.698	3.84
154	0.2512	10	1	69	0.730	4.01
155	0.2511	10	1	71	0.670	3.67
156	0.2502	10	1	86	0.267	1.46
157	0.2506	10	1	88	0.218	1.19
158	0.2528	10	1	89	0.192	1.06
159	0.2510	10	1	82	0.366	2.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ง.7) ปริมาณเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม (K_2O) ในฟางและเมล็ดข้าว

ฟาง	นน.ตัวอย่างพืช (g)	dilution	Conc.	K_2O (%)
1	0.2500	50	4.35	2.10
2	0.2500	50	4.14	2.00
3	0.2500	50	3.14	1.51
4	0.2500	50	3.18	1.53
5	0.2500	50	4.27	2.06
6	0.2500	50	3.65	1.76
7	0.2500	50	4.56	2.20
8	0.2500	50	5.14	2.48
9	0.2500	50	4.52	2.18
10	0.2500	50	4.59	2.21
11	0.2500	50	4.13	1.99
12	0.2500	50	3.92	1.89
13	0.2500	50	3.57	1.72
14	0.2500	50	4.09	1.97
15	0.2500	50	3.65	1.76
16	0.2500	50	4.63	2.23
17	0.2500	50	3.96	1.91
18	0.2500	50	4.15	2.00
19	0.2500	50	4.01	1.93
20	0.2500	50	4.21	2.03
21	0.2500	50	3.73	1.80
22	0.2500	50	4.06	1.96
23	0.2500	50	4.23	2.04
24	0.2500	50	4.74	2.29
25	0.2500	50	5.26	2.54
26	0.2500	50	4.87	2.35
27	0.2500	50	5.42	2.61
28	0.2500	50	3.96	1.91
29	0.2500	50	5.40	2.60
30	0.2500	50	4.78	2.31
31	0.2500	50	4.42	2.13
32	0.2500	50	4.47	2.16
33	0.2500	50	3.89	1.88
34	0.2500	50	5.19	2.50
35	0.2500	50	6.45	3.11
36	0.2500	50	4.91	2.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ) ปริมาณเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม (K_2O) ในฟางและเมล็ดข้าว

เมล็ด	นน.ตัวอย่างพืช (g)	dilution	Conc.	K_2O (%)
124	0.2500	10	3.73	0.36
125	0.2500	10	4.48	0.43
126	0.2500	10	3.52	0.34
127	0.2500	10	3.88	0.37
128	0.2500	10	4.20	0.41
129	0.2500	10	3.61	0.35
130	0.2500	10	2.94	0.28
131	0.2500	10	4.30	0.41
132	0.2500	10	3.48	0.34
133	0.2500	10	4.51	0.44
134	0.2500	10	2.23	0.22
135	0.2500	10	4.54	0.44
136	0.2500	10	3.57	0.34
137	0.2500	10	3.06	0.30
138	0.2500	10	3.84	0.37
139	0.2500	10	3.84	0.37
140	0.2500	10	4.04	0.39
141	0.2500	10	3.55	0.34
142	0.2500	10	4.67	0.45
143	0.2500	10	4.56	0.44
144	0.2500	10	3.56	0.34
145	0.2500	10	3.42	0.33
146	0.2500	10	3.34	0.32
147	0.2500	10	3.27	0.32
148	0.2500	10	2.96	0.29
149	0.2500	10	3.62	0.35
150	0.2500	10	3.53	0.34
151	0.2500	10	3.59	0.35
152	0.2500	10	3.20	0.31
153	0.2500	10	3.89	0.38
154	0.2500	10	4.00	0.39
155	0.2500	10	4.02	0.39
156	0.2500	10	2.95	0.28
157	0.2500	10	3.2	0.31
158	0.2500	10	3.34	0.32
159	0.2500	10	4.26	0.41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ง.8) ค่าวิเคราะห์ pH และ EC ของดินหลังการทดลอง

No.	pH 1:1	EC 1:5 (µS/cm)
1	6.56	188
2	6.03	186
3	6.20	172
4	6.85	163
5	6.84	163
6	6.57	226
7	6.46	204
8	6.93	240
9	6.60	183
10	6.81	211
11	6.91	189
12	6.69	168
13	6.70	176
14	6.70	227
15	6.78	196
16	6.80	188
17	6.78	176
18	6.76	183
19	6.66	189
20	6.77	188
21	6.74	189
22	6.77	224
23	6.80	182
24	6.80	222
25	6.84	277
26	6.91	189
27	6.96	209
28	6.87	176
29	6.86	160
30	6.83	169
31	6.86	194
32	6.89	200
33	6.81	205
34	6.82	193
35	6.95	153
36	6.95	152

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ง.9) ค่าวิเคราะห์ Organic matter ในดินหลังการทดลอง

No.	นน. ดิน (g)	N FeSO4	Blank (ml)	Sample (ml)	O.C. (%)	O.M. (%)
1	0.4992	0.5	10.1	4.1	2.40	4.13
2	0.4999	0.5	10.1	3.6	2.59	4.47
3	0.4926	0.5	10.1	3.9	2.51	4.33
4	0.5000	0.5	10.1	4.6	2.19	3.78
5	0.4950	0.5	10.1	3.5	2.66	4.59
6	0.4946	0.5	10.1	4.1	2.42	4.17
7	0.4927	0.5	10.1	3.8	2.55	4.40
8	0.4927	0.5	10.1	3.8	2.55	4.40
9	0.4971	0.5	10.1	4	2.45	4.22
10	0.5000	0.5	10.1	3.6	2.59	4.47
11	0.4966	0.5	10.1	3.8	2.53	4.36
12	0.4943	0.5	10.1	3.9	2.50	4.31
13	0.4936	0.5	10.1	4	2.47	4.25
14	0.4956	0.5	10.1	3.7	2.58	4.44
15	0.4908	0.5	10.1	3.7	2.60	4.48
16	0.4947	0.5	10.1	4	2.46	4.24
17	0.4944	0.5	10.1	3.7	2.58	4.45
18	0.4974	0.5	10.1	4	2.45	4.22
19	0.4959	0.5	10.1	3.6	2.61	4.51
20	0.4970	0.5	10.1	3.8	2.53	4.36
21	0.4946	0.5	10.1	3.5	2.66	4.59
22	0.4954	0.5	10.1	3.9	2.50	4.30
23	0.4971	0.5	10.1	3.8	2.53	4.36
24	0.4964	0.5	10.1	3.9	2.49	4.30
25	0.4927	0.5	10.1	4.2	2.39	4.12
26	0.4976	0.5	10.1	3.8	2.53	4.35
27	0.4977	0.5	10.1	3.7	2.57	4.42
28	0.4941	0.5	10.1	3.4	2.71	4.66
29	0.4971	0.5	10.1	3.9	2.49	4.29
30	0.4911	0.5	10.1	3.8	2.56	4.41
31	0.4977	0.5	10.1	4.3	2.32	4.01
32	0.4911	0.5	10.1	3.6	2.64	4.55
33	0.4962	0.5	10.1	3.4	2.69	4.64
34	0.4967	0.5	10.1	3.7	2.57	4.43
35	0.4922	0.5	10.1	3.9	2.51	4.33
36	0.4944	0.5	10.1	3.9	2.50	4.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ง.10) ค่าวิเคราะห์ Available P ในดินหลังการทดลอง

No.	%T	conc. (%)	aliquat (ml)	AvailableP (mg/kg)
1	86	0.0786	3	6.55
2	93	0.0365	3	3.04
3	95	0.0250	3	2.08
4	88	0.0662	3	5.52
5	95	0.0250	3	2.08
6	93	0.0365	3	3.04
7	93	0.0365	3	3.04
8	90	0.0541	3	4.51
9	93	0.0365	3	3.04
10	93	0.0365	3	3.04
11	90	0.0541	3	4.51
12	89	0.0601	3	5.01
13	93	0.0365	3	3.04
14	93	0.0365	3	3.04
15	95	0.0250	3	2.08
16	95	0.0250	3	2.08
17	92	0.0423	3	3.52
18	94	0.0307	3	2.56
19	86	0.0786	3	6.55
20	82	0.1042	3	8.68
21	88	0.0662	3	5.52
22	89	0.0601	3	5.01
23	88	0.0662	3	5.52
24	88	0.0662	3	5.52
25	90	0.0541	3	4.51
26	92	0.0423	3	3.52
27	93	0.0365	3	3.04
28	94	0.0307	3	2.56
29	95	0.0250	3	2.08
30	94	0.0307	3	2.56
31	95	0.0250	3	2.08
32	96	0.0194	3	1.61
33	96	0.0194	3	1.61
34	96	0.0194	3	1.61
35	96	0.0194	3	1.61
36	96	0.0194	3	1.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ง.11) ค่าวิเคราะห์ Total P ในดินหลังการทดลอง

No.	%T	conc. (%)	นน.ตัวอย่างดิน (g)	alique (ml)	ปริมาตรสุดท้าย (ml)	น้ำยาสกัด (ml)	Total P (mg/kg)
1	86	0.8432	1.0092	2	10	100	418
2	85	0.9435	1.0026	2	10	100	471
3	88	0.6714	1.0031	2	10	100	335
4	88	0.6714	1.0010	2	10	100	335
5	88	0.6714	1.0051	2	10	100	334
6	87	0.7525	1.0056	2	10	100	374
7	84	1.0534	1.0001	2	10	100	527
8	86	0.8432	1.0060	2	10	100	419
9	88	0.6714	1.0007	2	10	100	335
10	88	0.6714	1.0012	2	10	100	335
11	89	0.5999	1.0093	2	10	100	297
12	89	0.5999	1.0062	2	10	100	298
13	89	0.5999	1.0043	2	10	100	299
14	88	0.6714	1.0038	2	10	100	334
15	86	0.8432	1.0065	2	10	100	419
16	88	0.6714	1.0067	2	10	100	333
17	91	0.4857	1.0098	2	10	100	240
18	89	0.5999	1.0031	2	10	100	299
19	86	0.8432	1.0060	2	10	100	419
20	88	0.6714	1.0014	2	10	100	335
21	87	0.7525	1.0034	2	10	100	375
22	89	0.5999	1.0013	2	10	100	300
23	89	0.5999	1.0045	2	10	100	299
24	85	0.9435	1.0058	2	10	100	469
25	87	0.7525	1.0007	2	10	100	376
26	86	0.8432	1.0001	2	10	100	422
27	87	0.7525	1.0010	2	10	100	376
28	90	0.5380	1.0022	2	10	100	268
29	90	0.5380	1.0020	2	10	100	268
30	89	0.5999	1.0007	2	10	100	300
31	89	0.5999	1.0060	2	10	100	298
32	90	0.5380	1.0059	2	10	100	267
33	92	0.4430	1.0009	2	10	100	221
34	89	0.5999	1.0004	2	10	100	300
35	89	0.5999	1.0008	2	10	100	300
36	91	0.4857	1.0009	2	10	100	243

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ง.12) ค่าวิเคราะห์ Exchangeable base (Ca,Mg,K,Na) ในดิน

Ca				Mg			
No.	dilution	Conc.	Ca (mg/kg)	No.	dilution	Conc.	Mg (mg/kg)
1	50	6.87	3435	1	50	0.55	275
2	50	6.83	3415	2	50	0.53	265
3	50	6.97	3485	3	50	0.5	250
4	50	7.4	3700	4	50	0.55	275
5	50	7.94	3970	5	50	0.51	255
6	50	8.42	4210	6	50	0.53	265
7	50	8.66	4330	7	50	0.52	260
8	50	7.75	3875	8	50	0.48	240
9	50	8.43	4215	9	50	0.53	265
10	50	7.08	3540	10	50	0.48	240
11	50	7.62	3810	11	50	0.52	260
12	50	7.58	3790	12	50	0.54	270
13	50	8.09	4045	13	50	0.51	255
14	50	7.21	3605	14	50	0.54	270
15	50	8.53	4265	15	50	0.52	260
16	50	7.74	3870	16	50	0.48	240
17	50	8.67	4335	17	50	0.52	260
18	50	8.21	4105	18	50	0.49	245
19	50	7.48	3740	19	50	0.54	270
20	50	7.62	3810	20	50	0.51	255
21	50	8.02	4010	21	50	0.53	265
22	50	8.95	4475	22	50	0.6	300
23	50	6.83	3415	23	50	0.39	195
24	50	9.36	4680	24	50	0.53	265
25	50	7.98	3990	25	50	0.48	240
26	50	8.44	4220	26	50	0.54	270
27	50	9.04	4520	27	50	0.5	250
28	50	7.69	3845	28	50	0.51	255
29	50	7.94	3970	29	50	0.55	275
30	50	7.91	3955	30	50	0.5	250
31	50	8.06	4030	31	50	0.58	290
32	50	7.93	3965	32	50	0.51	255
33	50	8.56	4280	33	50	0.58	290
34	50	8.99	4495	34	50	0.56	280
35	50	7.45	3725	35	50	0.43	215
36	50	8	4000	36	50	0.47	235

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ) ค่าวิเคราะห์ Exchangeable base (Ca,Mg,K,Na) ในดิน

K				Na			
No.	dilution	Conc.	K (mg/kg)	No.	dilution	Conc.	Na (mg/kg)
1	5	1.39	69.5	1	5	1.69	84.5
2	5	1.64	82.0	2	5	1.62	81.0
3	5	1.20	60.0	3	5	1.62	81.0
4	5	1.25	62.5	4	5	1.50	75.0
5	5	1.25	62.5	5	5	1.28	64.0
6	5	1.00	50.0	6	5	1.61	80.5
7	5	1.10	55.0	7	5	1.57	78.5
8	5	1.05	52.5	8	5	1.87	93.5
9	5	1.14	57.0	9	5	1.66	83.0
10	5	1.05	52.5	10	5	1.35	67.5
11	5	1.39	69.5	11	5	1.41	70.5
12	5	1.44	72.0	12	5	1.67	83.5
13	5	1.41	70.5	13	5	1.75	87.5
14	5	1.32	66.0	14	5	1.91	95.5
15	5	1.39	69.5	15	5	1.42	71.0
16	5	1.37	68.5	16	5	1.32	66.0
17	5	1.36	68.0	17	5	1.88	94.0
18	5	1.28	64.0	18	5	1.26	63.0
19	5	1.88	94.0	19	5	1.59	79.5
20	5	1.74	87.0	20	5	1.64	82.0
21	5	1.40	70.0	21	5	1.46	73.0
22	5	1.40	70.0	22	5	1.92	96.0
23	5	1.15	57.5	23	5	1.31	65.5
24	5	1.18	59.0	24	5	1.39	69.5
25	5	1.61	80.5	25	5	1.85	92.5
26	5	1.72	86.0	26	5	1.83	91.5
27	5	1.37	68.5	27	5	1.31	65.5
28	5	1.43	71.5	28	5	1.38	69.0
29	5	1.43	71.5	29	5	1.44	72.0
30	5	1.32	66.0	30	5	1.53	76.5
31	5	1.39	69.5	31	5	1.97	98.5
32	5	1.40	70.0	32	5	1.77	88.5
33	5	1.54	77.0	33	5	1.82	91.0
34	5	1.40	70.0	34	5	1.59	79.5
35	5	1.49	74.5	35	5	1.40	70.0
36	5	1.29	64.5	36	5	1.19	59.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ง.13) ค่าวิเคราะห์ Cd ในดินหลังการทดลอง

No.	นน. ดิน (g)	ปริมาตรของสารละลาย (ml)	ค่าที่วัดได้ (AAS)	คำนวณ(µg/g)
1	1.0092	100	0.94	93.1
2	1.0026	100	0.89	88.8
3	1.0031	100	0.83	82.7
4	1.0010	100	0.80	79.9
5	1.0051	100	0.93	92.5
6	1.0056	100	0.90	89.5
7	1.0001	100	0.91	91.0
8	1.0060	100	0.94	93.4
9	1.0007	100	0.88	87.9
10	1.0012	100	0.89	88.9
11	1.0093	100	0.70	69.4
12	1.0062	100	0.87	86.5
13	1.0043	100	0.85	84.6
14	1.0038	100	0.89	88.7
15	1.0065	100	0.86	85.4
16	1.0067	100	0.91	90.4
17	1.0098	100	0.77	76.3
18	1.0031	100	0.86	85.7
19	1.0060	100	0.86	85.5
20	1.0014	100	0.68	67.9
21	1.0034	100	0.76	75.7
22	1.0013	100	0.85	84.9
23	1.0045	100	0.88	87.6
24	1.0058	100	0.85	84.5
25	1.0007	100	0.87	86.9
26	1.0001	100	0.83	83.0
27	1.0010	100	0.91	90.9
28	1.0022	100	0.87	86.8
29	1.0020	100	0.84	83.8
30	1.0007	100	0.89	88.9
31	1.0060	100	0.92	91.5
32	1.0059	100	0.88	87.5
33	1.0009	100	0.88	87.9
34	1.0004	100	0.78	78.0
35	1.0008	100	0.79	78.9
36	1.0009	100	0.90	89.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ง.14) ค่าวิเคราะห์ Zn ในดินหลังการทดลอง

No.	นน. ดิน (g)	ปริมาตรของสารละลาย (ml)	ค่าที่วัดได้ (AAS)	คำนวณ (µg/g)
1	1.0092	100	1.589	1575
2	1.0026	100	1.587	1583
3	1.0031	100	1.491	1486
4	1.0010	100	1.415	1414
5	1.0051	100	1.591	1583
6	1.0056	100	1.566	1557
7	1.0001	100	1.546	1546
8	1.0060	100	1.585	1576
9	1.0007	100	1.492	1491
10	1.0012	100	1.538	1536
11	1.0093	100	1.268	1256
12	1.0062	100	1.525	1516
13	1.0043	100	1.454	1448
14	1.0038	100	1.532	1526
15	1.0065	100	1.475	1465
16	1.0067	100	1.571	1561
17	1.0098	100	1.382	1369
18	1.0031	100	1.479	1474
19	1.0060	100	1.494	1485
20	1.0014	100	1.139	1137
21	1.0034	100	1.291	1287
22	1.0013	100	1.431	1429
23	1.0045	100	1.496	1489
24	1.0058	100	1.512	1503
25	1.0007	100	1.434	1433
26	1.0001	100	1.540	1540
27	1.0010	100	1.661	1659
28	1.0022	100	1.488	1485
29	1.0020	100	1.456	1453
30	1.0007	100	1.495	1494
31	1.0060	100	1.574	1565
32	1.0059	100	1.534	1525
33	1.0009	100	1.441	1440
34	1.0004	100	1.399	1398
35	1.0008	100	1.384	1383
36	1.0009	100	1.501	1500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้