ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

การใช้ประโยชน์ของชุดตรวจดินภาคสนามสำหรับให้คำแนะนำปุ๋ย ในการปลูกข้าว ในจังหวัดนครสวรรค์

The use of LDD test kit for chemical fertilizer recommendation for rice cultivation at Nakhon Sawan province

โดย

นายสุทธิพงศ์ วทานียเวช

นายดานิเอล มูลอย

นางพัชรีภรณ์ ดีมุกข์ดา

กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน

สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต ๙ กรมพัฒนาที่ดิน

ตุลาคม ๒๕๖๑

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

การใช้ประโยชน์ของชุดตรวจดินภาคสนามสำหรับให้คำแนะนำปุ๋ย ในการปลูกข้าว ในจังหวัดนครสวรรค์

The use of LDD test kit for chemical fertilizer recommendation for rice cultivation at Nakhon Sawan province

โดย

นายสุทธิพงศ์ วทานียเวช

นายดานิเอล มูลอย

นางพัชรีภรณ์ ดีมุกข์ดา

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน
วันที่ 06 พ.ย. 2562
เลขหมู่ ว633.71 ร773ก
เลขทะเบียน ล 10211

กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน

สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต ๙ กรมพัฒนาที่ดิน

ตุลาคม ๒๕๖๑

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
สารบัญตารางภาคผนวก	(4)
สารบัญภาพภาคผนวก	(6)
บทคัดย่อ	
หลักการและเหตุผล	1
วัตถุประสงค์	1
การตรวจเอกสาร	2
ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ	6
อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ	7
ผลการทดลองและวิจารณ์	12
สรุปผลการทดลอง	21
ประโยชน์ที่ได้รับ	22
ข้อเสนอแนะ	22
เอกสารอ้างอิง	23
ภาคผนวก	25

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สรุปอัตราการใช้ปุ๋ยในแต่ละกรรมวิธีของแปลงทดลอง	10
2	สมบัติทางเคมีดินก่อนการทดลอง	12
3	สมบัติทางเคมีดินก่อนและหลังการทดลอง แบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์	13
4	การเจริญเติบโตของต้นข้าว(ความสูง)หลังปลูก 30 วัน และ 70 วัน (เซนติเมตร)	14
5	เปรียบเทียบสีใบธงข้าว	15
6	น้ำหนักฟางข้าว และผลผลิต	16
7	เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในใบธง ฟางข้าว และเมล็ดข้าว	18
8	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในแปลงทดลองการใช้ประโยชน์ชุดตรวจสอบดินภาคสนาม สำหรับให้คำแนะนำปุ๋ยในการปลูกข้าว จังหวัดนครสวรรค์	20

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนผังแปลงทดลองการใช้ประโยชน์ชุดตรวจสอบดินภาคสนาม สำหรับให้คำแนะนำปุ๋ยในการปลูกข้าว จังหวัดนครสวรรค์	8

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	การแปลผลระดับไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินโดย LDD Test Kit	26
2	คำแนะนำปุ๋ยสำหรับข้าวโพด ของกรมวิชาการเกษตร	26
3	ระดับอินทรียวัตถุ (organic matter) (%organic carbon ×1.724)	27
4	ระดับความรุนแรงของความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (soil reaction), pH (ดิน : น้ำ = 1 : 1) (Land Classification Division FAO Project Staff, 1973; Soil Survey Division Staff, 1993)	27
5	ระดับของปริมาณฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน (Available phosphorus; avail. P) (USDA)	28
6	ระดับของปริมาณโพแทสเซียมในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน (Available potassium; avail. K) (USDA)	28
7	ปริมาณน้ำฝนรายเดือนระหว่างปี 2557 – 2558	29
8	วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ความสูงของต้นข้าวที่อายุ 30 วัน	29
9	วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ความสูงของต้นข้าวที่อายุ 70 วัน	30
10	วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ สีใบธงข้าว	30
11	วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ น้ำหนักเมล็ดข้าวที่ระยะเก็บเกี่ยวความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์	30
12	วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ น้ำหนักแห้งฟางข้าว	31
13	วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ความเข้มข้นธาตุอาหารไนโตรเจนในฟางข้าว	31
14	วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ความเข้มข้นธาตุอาหารฟอสฟอรัสในฟางข้าว	31
15	วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ความเข้มข้นธาตุอาหารโพแทสเซียมในฟางข้าว	32
16	วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ความเข้มข้นธาตุอาหารไนโตรเจนในเมล็ดข้าว	32

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

สารบัญตารางภาคผนวก(ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
17	วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ความเข้มข้นธาตุอาหารฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าว	32
18	วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ความเข้มข้นธาตุอาหารโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว	33
19	วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ การสะสมธาตุไนโตรเจนในใบธง	33
20	วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ การสะสมธาตุฟอสฟอรัสในใบธง	33
21	วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ การสะสมธาตุโพแทสเซียมในใบธง	34

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่		หน้า
1	การไถเตรียมแปลง และเก็บตัวอย่างก่อนการทดลอง	35
2	การแบ่งแปลงย่อยตามแต่ละตำรับ	35
3	การใส่ปุ๋ยในแต่ละตำรับ	36
4	การเก็บผลการทดลอง (สีใบ ความสูง และผลผลิต)	36
5	ชุดตรวจสอบดิน LDD Test Kit	37

ชื่อโครงการ	การใช้ประโยชน์ของชุดตรวจดินภาคสนามสำหรับให้คำแนะนำปุ๋ยในการปลูกข้าวในจังหวัดนครสวรรค์ The use of LDD test kit for chemical fertilizer recommendation for rice cultivation at Nakhon Sawan province	
ทะเบียนวิจัยเลขที่	57 58 01 99 021600 023 102 11 13	
กลุ่มชุดดิน/ชุดดิน	กลุ่มชุดดินที่ 4 ชุดดิน ราชบุรี (Ratdhaburi: Rb)	
ผู้ดำเนินการ	นายสุทธิพงศ์ วทานียเวช	Mr. Suttnipong Wathaneeyawech
ผู้ร่วมดำเนินการ	นายดานิเอล มูลอย	Mr. Daniel Muloi
	นางพัชรีภรณ์ ดีมุกข์ดา	Mrs. Patchareeporn Deemukda

บทคัดย่อ

การศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์ชุดตรวจสอบดินภาคสนามสำหรับให้คำแนะนำปุ๋ยในการปลูกข้าวในจังหวัดนครสวรรค์ ดำเนินการโดยใช้ข้าวพันธุ์ กข31 (ปทุมธานี 80) กลุ่มชุดดินที่ 4 ชุดดินราชบุรี (Rb) ณ อำเภอโกรกพระ จังหวัดนครสวรรค์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการใช้ LDD Test Kit และศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ด้วยการจัดการดิน เพื่อปลูกข้าวด้วยวิธีการต่างๆ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) จำนวน 6 ตำรับการทดลอง 4 ซ้ำ ประกอบด้วย ตำรับการทดลองที่ 1 ชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) ตำรับการทดลองที่ 2 วิธีการตามเกษตรกรเคยปฏิบัติ ตำรับการทดลองที่ 3 ประเมินอัตราปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดิน ตามเกณฑ์ของกรมวิชาการเกษตร ตำรับการทดลองที่ 4 ประเมินอัตราปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดิน โดยใช้ปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจนของพืช และค่าวิกฤตของฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินเป็นเกณฑ์ พิจารณาร่วมกับ การปลดปล่อยไนโตรเจนจากอินทรียวัตถุในดิน และประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนของพืชที่ 50 เปอร์เซ็นต์ ตำรับการทดลองที่ 5 ประเมินอัตราปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดินด้วย LDD test kit โดยใช้ปริมาณการดูด ใช้ธาตุอาหารหลักของพืชร่วมกับการชดเชยปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียจากกระบวนการชะล้างของดิน คิดเป็นปริมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ของการดูดใช้ของพืชเป็นเกณฑ์ ตำรับการทดลองที่ 6 ประเมินอัตราปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดินด้วย LDD test kit โดยใช้คำแนะนำของสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน โดยศึกษาผลวิเคราะห์ดินก่อนและหลัง สีใบ ความสูง และปริมาณผลผลิต ผลการวิจัยพบว่า การใช้ประโยชน์ชุดตรวจสอบดินภาคสนามกรมพัฒนาที่ดิน ในตำรับการทดลองที่ 5 สามารถใช้ประโยชน์ในการกำหนดคำแนะนำปุ๋ยสำหรับปลูกข้าวได้ ซึ่งให้ผลการเจริญเติบโต ความเข้มสีใบ ผลผลิตของข้าว 742 กิโลกรัมต่อไร่ และการสะสมธาตุอาหารรวม ไม่แตกต่างทางสถิติ จากวิธีการประเมินปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดินของกรมวิชาการเกษตร และวิธีการประเมินแบบอื่นๆ ที่มีความซับซ้อนในห้องปฏิบัติการ วิธีการจัดการปุ๋ยโดยประเมินจากชุดตรวจสอบดินภาคสนามกรมพัฒนาที่ดิน ในตำรับการทดลองที่ 5 ร่วมกับการชดเชยธาตุอาหารจากการชะล้าง 30 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มีรายได้สุทธิเพิ่ม 110 บาทต่อไร่

หลักการและเหตุผล

กรมพัฒนาที่ดินได้พัฒนาชุดตรวจสอบดินภาคสนาม (LDD Test Kit) ขึ้นมาชุดหนึ่ง เพื่อใช้แทนชุดตรวจดินภาคสนามที่ผลิตโดยองค์กรอื่น และกรมฯได้นำมาใช้ในการปฏิบัติงานของหมอดินทั่วประเทศมาเป็นเวลานาน ซึ่งการพัฒนา LDD Test Kit ขึ้นมาใช้เอง นอกจากจะเป็นการแสดงถึงศักยภาพของกรมฯ ในฐานะที่เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบงานด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาดินของรัฐโดยตรงแล้ว ยังเป็นการประหยัดงบประมาณได้อีกด้วย ย่อมก่อให้เกิดประโยชน์แก่เกษตรกรอย่างกว้างขวาง เพราะหากเกษตรกรสามารถใส่ปุ๋ยในการเพาะปลูกได้อย่างเหมาะสม และอัตราการใส่ปุ๋ยเป็นไปตามคุณภาพของดินแทนที่จะใช้ตามวิธีการที่เคยปฏิบัติ ซึ่งไม่ค่อยได้คำนึงถึงเรื่องคุณภาพของดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปริมาณธาตุอาหารหลักที่มีอยู่ในดิน ตลอดจนปริมาณความต้องการธาตุอาหารหลักของพืชที่จะปลูก เกษตรกรไม่เพียงแต่จะสามารถลดต้นทุนการผลิตด้านปุ๋ย แต่ยังเกิดผลดีในแง่ของการช่วยลดปัญหาเรื่องการเสื่อมโทรมของดินที่เกิดจากการใช้ปุ๋ยไม่ถูกต้อง ซึ่งปัญหาที่พบบ่อย ได้แก่ การที่ดินขาดสมดุลของธาตุอาหารพืช เพราะมีการสะสมของ P และ K ในดินในระดับสูง และเป็นกรดเพิ่มขึ้นเพราะใช้ปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไป

อย่างไรก็ดี การเผยแพร่ LDD Test Kit ไปสู่ผู้ใช้ในวงกว้าง จำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติม โดยเฉพาะการทดลองในภาคสนาม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถยืนยันได้ว่า LDD Test Kit สามารถใช้ตรวจสอบสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินขั้นพื้นฐานได้ โดยค่าวิเคราะห์ที่ได้มีความเหมาะสม และน่าเชื่อถือในระดับที่เพียงพอสำหรับการใช้ประเมินความต้องการปุ๋ยของพืชที่เกษตรกรจะปลูกได้ ดังนั้นการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมโดยการทดลองภาคสนาม จึงเป็นเรื่องที่จำเป็นต้องมีการดำเนินการ โดยการทดลองนี้ดำเนินการทดลองกับข้าวที่ปลูกในจังหวัดนครสวรรค์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการใช้ LDD Test Kit สำหรับใช้ประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน ก่อนและหลังการทดลอง
3. เพื่อศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการจัดการดินเพื่อปลูกข้าวด้วยวิธีการต่างๆ

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

การตรวจเอกสาร

ข้าว (rice: *Oryza* spp.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญเป็นอันดับต้นๆ ของโลก ข้าวแต่พันธุ์ที่รู้จักและนำมาปลูกสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ *Oryza Savita* ที่นิยมเพาะปลูกในทวีปเอเชีย และ Oryza glaberrina ที่นิยมเพาะปลูก ในทวีปแอฟริกา แต่ข้าวที่ปลูกและซื้อขายกัน ในตลาดโลกเกือบทั้งหมดจะเป็นข้าวจากทวีปเอเชีย แบ่งเป็น 3 กลุ่มตามลักษณะและพื้นที่ปลูกได้ดังนี้ 1.ข้าวอินดิกา (Indica) 2. ข้าวจาปอนิกา (Japonica) และ 3. ข้าวจาวานิกา (Javanica) เนื่องจากข้าวเป็นอาหารหลักของประชากรทั่วโลก อีกทั้งยังปลูกได้ง่าย จึงทำให้ข้าวเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญ โดยประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกข้าวรายใหญ่ ที่สุดของโลกมาเป็นระยะเวลานาน ไทยเราส่งออกข้าวเป็นอันดับ 1 ของโลก สามารถทำรายได้เข้าประเทศไม่ต่ำกว่า 2 แสนล้านบาทในแต่ละปี

ปัจจุบันไทยมีพันธุ์ข้าวมากกว่า 100 สายพันธุ์ มีทั้งพันธุ์ข้าว กข. และข้าวหอม ข้าว กข. นั้นตอนนี้มีถึง กข.43 ให้สังเกตว่า ถ้าเป็นเลขคี่ หมายถึง ข้าวเจ้า ส่วนเลขคู่ จะหมายถึง ข้าวเหนียว

ข้าวพันธุ์ กข 31 (ปทุมธานี 80) เป็นข้าวนาสวน ไม่ไวต่อช่วงแสง (เป็นข้าวที่ออกดอกเมื่อข้าวมีระยะเวลาการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตตามอายุ) คือ ปลูกในนาที่มีน้ำขังหรือกักเก็บน้ำได้ระดับน้ำลึกไม่เกิน 50 เซนติเมตร ข้าวนาสวนมีปลูกทุกภาคของประเทศไทย แบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ ข้าวนาสวนนาน้ำฝน เป็นข้าวที่ปลูกในฤดูนาปีและอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การกระจายตัวของฝนประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวนาน้ำฝนประมาณ 70เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมดและ ข้าวนาสวนนาชลประทานเป็นข้าวที่ปลูกได้ตลอดทั้งปีในนาที่สามารถควบคุมระดับน้ำได้ โดยอาศัยน้ำจากการชลประทานประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวนาในพื้นที่เขตชลประทาน 24 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด และพื้นที่ส่วนใหญ่จะอยู่ในภาคกลาง

ลักษณะประจำพันธุ์ข้าว

- ทรงกอตั้งตรง ต้นแข็งไม่ล้มง่าย ใบ-กาบใบสีเขียว ใบธงตั้ง คอรวงยาว รวงยาว 29.9 เซนติเมตร
- เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง เมล็ดไม่มีหาง ข้าวกล้องสีขาว เป็นท้องไข่น้อย รูปร่างเรียว
- อายุเก็บเกี่ยว 111 วัน (โดยวิธีหว่านน้ำตม) และ 118 วัน (โดยวิธีปักดำ)
- ระยะพักตัวของเมล็ดพันธุ์ประมาณ 5 สัปดาห์
- เมล็ดข้าวเปลือก ยาว x กว้าง x หนา = 10.4 x 2.6 x 2.0 มิลลิเมตร
- เมล็ดข้าวกล้อง ยาว x กว้าง x หนา = 7.4 x 2.1 x 1.8 มิลลิเมตร
- ปริมาณอมิโลสสูง (27.3 – 29.8 เปอร์เซ็นต์)
- ผลผลิตเฉลี่ย 738 กิโลกรัมต่อไร่ (*โดยวิธีหว่านน้ำตม*) และ 745 กิโลกรัมต่อไร่ (โดยวิธี ปักดำ)

ซึ่งต้นทุนการผลิตข้าวส่วนใหญ่นั้นเป็นต้นทุนผันแปร ได้แก่ ค่าเตรียมดิน ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าสารเคมีกำจัดวัชพืช และแมลงปุ๋ย และค่าจ้างแรงงาน ปัจจัยเหล่านี้เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ชาวนาต้องประสบกับสภาพของการขาดทุนอยู่ทุกวันนี้ หนทางในการแก้ไขปัญหาที่เป็นไปได้และเห็นเป็นรูปธรรมเด่นชัดที่สุดคือ ความพยายามใช้เทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาช่วยในการลดต้นทุนการทำนาให้น้อยลง เพื่อให้เกษตรผู้ทำนามีโอกาสและมีกำไรจากการทำนาเพิ่มขึ้นบ้างการทำนาล้มตอซังถือเป็นทางออกที่ชัดเจนที่สุดสำหรับลดต้นทุนการทำนาในขณะนี้

โดยทั่วไปเกษตรกรมีการใช้สารเคมีในระดับสูง โดยเฉพาะปุ๋ยและยาฆ่าแมลงสำหรับการปลูกผัก และการใช้ปุ๋ยในปริมาณมากมีผลทำให้เกิดการสูญเสียไนโตรเจนจากดินและการสะสมฟอสฟอรัสในดิน ซึ่งทำให้เกิดผลเสียต่อสภาพแวดล้อม (Mursheldul and Ladha, 2004) ในการเพาะปลูกพืชหลายชนิดที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมอย่างต่อเนื่องในปริมาณสูง จะทำให้มีการสะสมฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในระดับสูง (Prasad and Sinha, 1981) ซึ่งปุ๋ยเคมีเมื่อใส่ลงไปในดิน จะมีโอกาสสูญเสียไปมากกว่าครึ่งหนึ่ง สำหรับธาตุไนโตรเจน และโพแทสเซียม ส่วนฟอสฟอรัสที่เหลือทั้งหมด จะทำปฏิกิริยากับดิน กลายเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำยาก พืชดึงดูดไปใช้ไม่ได้ ดังนั้นการใส่ปุ๋ยลงไปในดิน เพื่อให้พืชสามารถดึงดูดไปใช้ได้มากที่สุด และสูญเสียน้อยที่สุด จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ปุ๋ยชนิดเดียวกัน สูตรเดียวกันใส่ลงไปในดินโดยวิธีที่แตกต่างกัน พืชจะใช้ประโยชน์จากปุ๋ยได้ไม่เท่ากันฉะนั้น การใช้ปุ๋ยเคมีให้มีประสิทธิภาพจึงควรมีหลักเกณฑ์ ในการใส่ปุ๋ยที่ควรจะยึดถือเป็นแนวทางดังนี้คือ 1) ชนิดของปุ๋ยที่ใช้ถูกต้อง 2) ใช้ปุ๋ยในปริมาณที่เหมาะสม 3) ใส่ปุ๋ยให้พืชขณะที่พืชต้องการ และ 4) ใส่ปุ๋ยที่พืชตรงจุดที่พืชสามารถดึงดูดไปใช้ประโยชน์ได้ง่ายและเร็วที่สุด

ปริมาณธาตุอาหารหลักที่ใส่ในนาข้าวตามค่าวิเคราะห์ดินของ ซึ่งประเมินจากการทดสอบในโครงการจัดเขตศักยภาพการผลิตข้าว ตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยข้าว (2547) มีดังนี้

อินทรียวัตถุ (%) ที่วิเคราะห์ได้	ปริมาณไนโตรเจน		ปริมาณฟอสฟอรัส		ปริมาณโพแทสเซียม	
	ไวแสง (กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่)	ไม่ไวแสง (กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่)	ที่วิเคราะห์ได้ (ส่วนในล้านส่วน)	ที่ต้องใส่ (กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อไร่)	ที่วิเคราะห์ได้ (ส่วนในล้านส่วน)	ที่ต้องใส่ (กิโลกรัมโพแทสเซียมต่อไร่)
น้อยกว่า 1	9	18	น้อยกว่า 5	6	น้อยกว่า 60	6
1-2	6	12	5-10	3	60-80	3
มากกว่า 2	3	6	มากกว่า 10	0	มากกว่า 80	0

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ธีรเดช (2542) ได้ศึกษาการตอบสนองของข้าวหอมมะลิ 105 ต่อปุ๋ยไนโตรเจน ภายใต้สภาวะเตรียมดินน้อย โดยให้อัตราปุ๋ยไนโตรเจน 6 ระดับ ได้แก่ 0, 3, 6, 9, 12 และ 15 พบว่า ผลผลิตของข้าวหอมมะลิ พันธุ์ 105 ที่ปลูกทดลอง จะตอบสนองสูงสุดต่อปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 9 กิโลกรัมต่อไร่

ณัฐพงศ์ (2544) ทำการศึกษาการประเมินอัตราการให้ปุ๋ยไนโตรเจนแต่งหน้า ที่เหมาะสมในการผลิตข้าว โดยพิจารณาจากความเข้มข้นของปริมาณไนโตรเจน และคลอโรฟิลล์ในใบอ่อนในข้าวหอมมะลิ 105 เป็นอัตราปุ๋ยไนโตรเจนรองพื้น 4 อัตรา คือ 0, 8, 16 และ 32 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ และปุ๋ยไนโตรเจนแต่งหน้า 3 อัตรา ได้แก่ 0, 8 และ 16 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ พบว่า เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนรองพื้น อัตรา 8 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนแต่งหน้า อัตรา 16 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ให้ผลผลิตข้าวสูงที่สุด คือ 760 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถสรุปได้ว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนแต่งหน้า มีความจำเป็นในการเพิ่มผลผลิตข้าวให้สูงขึ้น แต่การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนแต่งหน้าปริมาณมากเกินไปทำให้ผลผลิตลดลง

จัตุรงค์ และ ชุติวัฒน์ (2557) ได้วิจัยเรื่อง ระยะเวลาการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมสำหรับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในนาดินเหนียว และนาดินร่วน โดยวางแผนการทดลอง แบบสุ่มในบลอคสมบูรณ์ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ ตำรับ คือ ระยะเวลาการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ตามระยะการเจริญเติบโตต่างๆ ของข้าว จำนวน 8 ตำรับ ปลูกข้าวด้วยวิธีปักดำระยะ 20 x 20 เซนติเมตร และหว่าน น้ำตม ใช้เมล็ดพันธุ์อัตรา15 กิโลกรัมต่อไร่ ผลการทดลอง พบว่า การแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจำนวน 3–5 ครั้ง สามารถให้ผลผลิตข้าวสูงกว่า การแบ่งใส่ 2 ครั้ง ตามคำแนะนำปกติ โดยควรแบ่งใส่ปุ๋ย จำนวน 4 ครั้ง ให้แก่ข้าวปักดำในนาดินเหนียว และร่วนเหนียวปนทรายที่ มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ที่ระยะ 1 วัน ก่อนปักดำ (2 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่) 20 วันหลังปักดำ (2 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่) กำเนิดช่อดอกหรือ panicle initiation (2.5 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่) และ 7 วัน หลัง panicle initiation (2.5 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่) สำหรับข้าวหว่านน้ำตมในนาดินร่วนเหนียวปนทราย ควรแบ่งใส่ปุ๋ยจำนวน 3 ครั้ง ที่ระยะ 20 วันหลังหว่านข้าว (4 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่) panicle initiation (2.5 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่) และ 7 วันหลัง panicle initiation (2.5 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่)

Doberman and Fairhurst (2000) รายงานว่า ในดินนาที่มีการชลประทาน โดยทั่วไปปลดปล่อยไนโตรเจนได้ ในช่วง 40-70 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ หรือ (6.4 – 11.2 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่) และข้าวให้ผลผลิตเมล็ดในช่วงตั้งแต่ 3-5 ตันต่อเฮกตาร์ (480 – 800 กิโลกรัมต่อไร่) หากถือว่าดินที่มีปริมาณไนโตรเจนที่ปลดปล่อยได้ในช่วง 6.4 – 11.2 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ มีอินทรียวัตถุ 1-2 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปริมาณไนโตรเจน ที่ปลดปล่อยได้จากดินที่มีอินทรียวัตถุ และระดับการประเมินความต้องการ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม ของข้าวโดยใช้ข้อมูลของ Doberman and Fairhurst (2000) เป็นฐานในการคำนวณ ซึ่งจากการประมาณการข้าวที่ให้ผลผลิต

800 กิโลกรัมต่อไร่มีการสะสมธาตุอาหารหลักในเมล็ดและตอซังดังนี้ ไนโตรเจน 14 กิโลกรัม ฟอสฟอรัส 2.4 กิโลกรัม และ โพแทสเซียม 13.6 กิโลกรัม

ประไพพิศ และคณะ (2557) ได้ศึกษาเรื่องการประเมินความเป็นกรดเป็นด่างในดินกรด ดินด่าง และดินเค็ม ด้วยชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายของกรมพัฒนาที่ดิน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดตรวจสอบภาคสนามความเป็นกรดเป็นด่างของกรมพัฒนาที่ดิน และเปรียบเทียบวิธีการวิเคราะห์ความเป็นกรดเป็นด่างของดินทั้งหมด 3 วิธี คือ วิธีชุดตรวจสอบภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดิน (LDD pH Test Kit) ที่พัฒนาขึ้น วิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยใช้เครื่อง pH meter และวิธีชุดตรวจสอบภาคสนามของ Truogsurvey ตัวอย่างดินที่ใช้ในการทดลองทั้งหมด 524 ตัวอย่าง ทำการศึกษาสหสัมพันธ์ (correlation)และวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Analysis of Varience (ANOVA) โดยการเปรียบเทียบเป็นรายคู่จำนวน 2 คู่ คือ (1) วิธีในห้องปฏิบัติการ ร่วมกับ LDD pH Test Kit และ (2) วิธี LDD pH Test Kit กับวิธี Truogsurvey ผลการทดลองพบว่า LDD pH Test kit เป็นวิธีวิเคราะห์ที่มีความถูกต้อง แม่นยำ เทียบเคียงกับวิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการที่เป็นวิธีมาตรฐาน ชุดตรวจสอบภาคสยาม LDD pH Test kit ประกอบด้วยชุดอุปกรณ์ คือ 1) น้ำยาทดสอบ 2) แผ่นเทียบสีมาตรฐาน 3) ผงทำให้เกิด (สวด.04) 4) ถาดหลุม 5) ช้อนคนดิน บรรจุอยู่ในกระเป๋าขนาดกะทัดรัดสามารถพกพาไปใช้งานในภาคสนามได้อย่างสะดวก ใช้งานง่าย วิธี วิเคราะห์ไม่ซับซ้อน นักวิชาการ เกษตร หรือหมอดินอาสา สามารถตรวจสอบดินได้เองในเบื้องต้นและทราบผลภายใน 3 นาที เป็นชุดอุปกรณ์ที่ผลิตขึ้นเองภายในประเทศ ราคาจึงไม่แพงเมื่อเปรียบเทียบกับของนำเข้าจากต่างประเทศ

พัชรีภรณ์ และดานิเอล (2561) ได้ศึกษาเรื่องการใช้ประโยชน์ของชุดตรวจดินภาคสนามสำหรับให้คำแนะนำปุ๋ยในการปลูกการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ จำนวน 6 ตำรับการทดลอง 4 ซ้ำ ประกอบด้วย ตำรับการทดลองที่ 1 ควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยทุกชนิด) ตำรับการทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยตามวิธีการและอัตราที่เกษตรกรเคยปฏิบัติ ตำรับการทดลองที่ 3 ประเมินอัตราปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดินโดยใช้เกณฑ์ของกรมวิชาการเกษตร ตำรับการทดลองที่ 4 ประเมินอัตราปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดิน โดยใช้ปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจนของพืช และค่าวิกฤตของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในดินเป็นเกณฑ์ พิจารณาร่วมกับ การปลดปล่อยไนโตรเจนจากอินทรียวัตถุในดินและประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนของพืชที่ 50 เปอร์เซ็นต์ ตำรับการทดลองที่ 5 ประเมินอัตราปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดินโดยใช้เกณฑ์สูงสุดของกรมวิชาการเกษตร ตำรับการทดลองที่ 6 ประเมินอัตราปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดินชุดตรวจสอบดินภาคสนาม LDD Test Kit โดยใช้คำแนะนำจากกรมวิชาการเกษตร

ผลการวิจัยพบว่า ชุดตรวจสอบดินภาคสนามกรมพัฒนาที่ดิน สามารถใช้ประโยชน์ในการกำหนดคำแนะนำปุ๋ยสำหรับปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ ซึ่งให้การสะสมธาตุอาหารรวมไม่แตกต่างทาง

สถิติ จากวิธีการประเมินอัตราปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดินของกรมวิชาการเกษตร รวมทั้งการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ไม่แตกต่างทางสถิติจากวิธีการประเมินของกรมวิชาการเกษตรและวิธีการประเมินแบบอื่นๆ ที่มีความซับซ้อน วิธีการจัดการปุ๋ยโดยประเมินจากชุดตรวจสอบดินภาคสนามกรมพัฒนาที่ดิน ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจต่ำกว่าวิธีการประเมินอัตราปุ๋ยจากวิธีการของกรมวิชาการ

ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้น เดือนตุลาคม พ.ศ. 2557
สิ้นสุด เดือนกันยายน พ.ศ. 2558
รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 12 เดือน

สถานที่ดำเนินการ

1. สถานที่ตั้ง หมู่ที่ 2 ตำบลศาลาแดง อำเภอโกรกพระ จังหวัดนครสวรรค์
พิกัดแปลง 47P 609978E 1733818N
เกษตรกรเจ้าของแปลง นายลัดดา แก้ววารี
2. สภาพพื้นที่

แปลงทดลองอยู่ในกลุ่มชุดดินที่4ชุดดินราชบุรี (Rb) จำแนกเป็น Fine, mixed, active, nonacid, isohyperthermicVertic (Aeric) สภาพพื้นที่เป็นพื้นที่ราบเรียบ มีความลาดชัน 0-1 เปอร์เซ็นต์ การระบายน้ำ ค่อนข้างเลวถึงเลว การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้าการซึมผ่านได้ของน้ำ ช้า การแพร่กระจาย ที่ราบภาคกลางและภาคเหนือ การจัดเรียงชั้นดิน Apg-BAg-Bg ลักษณะและ สมบัติดิน เป็นดินลึก ดินบนเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้งตลอด สีน้ำตาลปนเทาเข้ม มีจุดประสีน้ำตาลแก่ และสีน้ำตาลปนเหลือง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดเล็กน้อย (pH5.5-6.5) ดินบนตอนล่างเป็นดินเหนียว สีน้ำตาลปนเทาเข้มหรือสีน้ำตาลเข้ม มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลือง สีน้ำตาลและสีน้ำตาลปนเหลืองในดินชั้นล่าง อาจพบรอยถูไถและจุดประสีแดงปนเหลืองปฏิกิริยาดินเป็นด่างปานกลาง (pH 8.0) ดินล่างตอนล่างอาจพบเกล็ดแร่ไมกา ก้อนเหล็ก และแมงกานีสสะสมตลอดหน้าตัดดิน

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

1. อุปกรณ์

1.1 เมล็ดพันธุ์ข้าว พันธุ์ กข31 (ปทุมธานี 80)
1.2 ปุ๋ยเคมี สูตร 46-0-0 0-46-0 0-0-60 และปุ๋ยหมัก
1.3 สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช (วัชพืช โรค แมลง)
1.4 จอบ พลั่ว บุ้งกี๋
1.5 เทปวัดระยะ เครื่องชั่ง
1.6 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน
1.7 ตู้อบตัวอย่าง
1.8 ชุดตรวจสอบดินภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดิน
1.9 ป้ายแปลงทดลอง

2. วิธีการดำเนินงาน

2.1 วางผังแปลงทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design : RCBD) จำนวน 6 ตำรับการทดลอง 4 ซ้ำ ตามตำรับการทดลอง ดังนี้

ตำรับการทดลองที่ 1 ควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยทุกชนิด)

ตำรับการทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยตามวิธีการและอัตราตามเกษตรกรเคยปฏิบัติ

ตำรับการทดลองที่ 3 ประเมินอัตราปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการ ตามเกณฑ์ของกรมวิชาการเกษตร

ตำรับการทดลองที่ 4 ประเมินอัตราปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดินห้องปฏิบัติการ โดยใช้ปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจนของพืช และค่าวิกฤตของฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินเป็นเกณฑ์ พิจารณาร่วมกับการปลดปล่อยไนโตรเจนจากอินทรียวัตถุในดินและประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนของพืชที่ 50 เปอร์เซ็นต์

ตำรับการทดลองที่ 5 ประเมินอัตราปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดินจาก LDD test kit โดยใช้ปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารหลักของพืชร่วมกับการชดเชยปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียจากกระบวนการชะล้างของดินคิดเป็นปริมาณ 30 เปอร์เซ็นต์

ตำรับการทดลองที่ 6 ประเมินอัตราปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดินจาก LDD test kit โดยใช้คำแนะนำของสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

ภาพที่ 1 แผนผังแปลงทดลองการใช้ประโยชน์ของชุดตรวจดินภาคสนามสำหรับให้คำแนะนำปุ๋ยในการปลูกข้าวในจังหวัดนครสวรรค์

2.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

2.2.1 คัดเลือกพื้นที่ดินดำเนินการ ในแปลงเกษตรกรร่วมกับหมอดินอาสา

2.2.2 ซักซ้อมการดำเนินงาน วางแผนการปลูก และจัดเตรียมอุปกรณ์ ได้แก่ จอบ พลั่ว บุ้งกี๋เครื่องพ่นยา สารเคมีกำจัดวัชพืช ศัตรูพืช ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยเคมี ถุงตาข่ายเก็บตัวอย่าง ถุงกระดาษ ตู้อบตัวอย่าง (hot air oven) อุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น เช่น เทปวัดระยะ กรรไกร เครื่องชั่งน้ำหนัก ถุงเก็บตัวอย่าง ตู้อบตัวอย่าง (oven) ป้ายแปลงทดลองฯลฯ

2.2.3 ตรวจสอบข้อมูลดิน คุณสมบัติดิน และความเหมาะสมของพื้นที่ สภาพปัญหาของดิน และเก็บตัวอย่างดินแบบสุ่มเก็บกระจายทั่วทั้งแปลง composite sample (ก่อนการทดลอง) แล้วนำไปตรวจวิเคราะห์สมบัติทางเคมีเบื้องต้น ในสภาพห้องปฏิบัติการ และด้วย LDD Test Kit ซึ่งใช้เป็นดัชนีชี้วัดสภาวะของธาตุอาหารในต้นพืชที่ทดสอบ และ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในผลผลิต ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) โดยใช้อัตราส่วน ระหว่างดินต่อน้ำเท่ากับ 1:1 (Peech, 1965) ค่าความต้องการปูนของดิน (LR) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic Matter) ด้วยวิธีการ Walkley and Black (Walkley and Black, 1934) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available Phosphorus) โดยวิธี Bray II (Bray and Kurt, 1945) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available Potassium) 1N Ammonium acetate pH 7 (Jackson, 1958) เพื่อคำนวณอัตราการใช้ปุ๋ย

2.2.4 ดำเนินการ ไถพรวนเตรียมดิน และปั้นคันดิน เพื่อแบ่งแปลงย่อย ให้มีขนาดแปลง 4x4 เมตร ระยะห่างแปลงกว้าง 30 เซนติเมตร

2.2.5 การคำนวณอัตราการใช้ปุ๋ยในแต่ละตำรับ ได้มาจากการนำผลวิเคราะห์ดิน มาประเมินโดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาแตกต่างกัน โดยมี 6 ตำรับ ดังนี้

1) ตำรับการทดลองที่ 1 ควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยทุกชนิด)

2) ตำรับการทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยตามวิธีการ และอัตราตามเกษตรกรเคยปฏิบัติ โดยแบ่งใส่ปุ๋ย 3 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 15.00 กิโลกรัมต่อไร่ และ สูตร 16-20-0 อัตรา 27.00 กิโลกรัม ครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 18.00 กิโลกรัมต่อไร่ และครั้งที่ 3 ใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 27.00 กิโลกรัมต่อไร่

3) ตำรับการทดลองที่ 3 ประเมินอัตราปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดินตามเกณฑ์ของกรมวิชาการเกษตร โดยแบ่งใส่ปุ๋ย 3 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 6.75 กิโลกรัมต่อไร่ ครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 8.10 กิโลกรัมต่อไร่ และครั้งที่ 3 ใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 12.15 กิโลกรัมต่อไร่

4) ตำรับการทดลองที่ 4 ประเมินอัตราปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดิน โดยใช้ปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจนของพืช และค่าวิกฤตของฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินเป็นเกณฑ์ พิจารณาร่วมกับการปลดปล่อยไนโตรเจนจากอินทรียวัตถุในดินและประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนของพืชที่ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยแบ่งใส่ปุ๋ย 3 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 4.25 กิโลกรัมต่อไร่ ครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 5.10 กิโลกรัมต่อไร่ และครั้งที่ 3 ใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 7.65 กิโลกรัมต่อไร่

5) ตำรับการทดลองที่ 5 ประเมินอัตราปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดิน (ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม) โดยใช้ปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารหลักของพืชร่วมกับการชดเชยปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียจากกระบวนการชะล้างของดินคิดเป็นปริมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ของการดูดใช้ของพืชเป็นเกณฑ์ โดยแบ่งใส่ปุ๋ย 3 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 10.00 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยสูตร 0-46-0 อัตรา 13.04 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยสูตร 0-0-60 อัตรา 10.00 กิโลกรัมต่อไร่ ครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 12.00 กิโลกรัมต่อไร่ และครั้งที่ 3 ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 18.00 กิโลกรัมต่อไร่

6) ตำรับการทดลองที่ 6 ประเมินอัตราปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดินจาก LDD test kit โดยใช้คำแนะนำของสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน โดยแบ่งใส่ปุ๋ย 3 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 6.75 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยสูตร 0-46-0 อัตรา 6.52 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยสูตร 0-0-60 ในอัตรา 5.00 กิโลกรัมต่อไร่ ครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 8.10 กิโลกรัมต่อไร่ และครั้งที่ 3 ใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 12.15 กิโลกรัมต่อไร่

หมายเหตุ แปลงทดลองมีการแบ่งใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 จำนวน 3 ครั้ง (ครั้งที่ 1 อัตรา 25 เปอร์เซ็นต์ หลังปลูกข้าว 20 วันครั้งที่ 2 อัตรา 30 เปอร์เซ็นต์หลังปลูกข้าว 38 วัน และ ครั้งที่ 3 อัตรา 45 เปอร์เซ็นต์หลังปลูกข้าว 58 วัน)

ตารางที่ 1 สรุปอัตราการใช้ปุ๋ยในแต่ละกรรมวิธี ของแปลงทดลอง

วิธีการ	ครั้งที่	แหล่ง N 46-0-0 (กิโลกรัม./ไร่)	แหล่ง P 0-46-0 (กิโลกรัม./ไร่)	แหล่ง K 0-0-60 (กิโลกรัม./ไร่)	ปุ๋ยสูตร 16-20-0 (กิโลกรัม./ไร่)
1. ไม่ใส่ปุ๋ย	1	-	-	-	-
	2	-	-	-	-
	3	-	-	-	-
2. วิธีตามเกษตรกร	1	15.00	-	-	27.00
	2	18.00	-	-	-
	3	27.00	-	-	-
3. กรมวิชาการเกษตร	1	6.75	-	-	-
	2	8.10	-	-	-
	3	12.15	-	-	-
4. Uptake N-INS, Critical P, K	1	4.25	-	-	-
	2	5.10	-	-	-
	3	7.65	-	-	-
5. Uptake+30% uptake	1	10.00	13.04	10.00	-
	2	12.00	-	-	-
	3	18.00	-	-	-
6. กรมพัฒนาที่ดิน	1	6.75	6.52	5.0	-
	2	8.10	-	-	-
	3	12.15	-	-	-

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

2.2.6 วิธีการปลูกข้าวแบบนาหว่าน ดำเนินการโดยไถเตรียมแปลง ด้วยการไถดะและไถแปร สูบน้ำเข้าแปลง พอท่วมจึงเริ่มหว่านข้าว อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่

2.2.7 การดูแลรักษาแปลง ได้แก่ ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช โรค และแมลง และการควบคุมปริมาณน้ำในแปลงทดลอง โดยใช้แรงงานคน

2.2.8 การบันทึกข้อมูลหลังการทดลอง

1) การเก็บตัวอย่างดิน แบบสุ่มกระจายทั่วทั้งแปลง นำไปวิเคราะห์ดินด้วย LDD Test Kit และการวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง โดยใช้อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำเท่ากับ 1:1 ค่าความต้องการปูนของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน เพื่อใช้เป็นดัชนีชี้วัดสภาวะของธาตุอาหารในต้นพืชที่ทดสอบหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต

2) บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูง สีใบ (Leaf Color Chart 1-7) ที่อายุ 35 วัน และ ข้อมูลผลผลิตในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยเก็บข้อมูลน้ำหนักฟาง และ ผลผลิต จากพื้นที่เก็บเกี่ยว ขนาด 2 ตารางเมตร

3) บันทึกข้อมูลผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ต้นทุนการผลิตในด้านต่างๆ และรายได้เพื่อนำไปวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

2.2.9 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีทางสถิติ (ANOVA: Analysis of Variance) และหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan multiple range test (DMRT) และวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษา การใช้ประโยชน์ของชุดตรวจดินภาคสนาม สำหรับให้คำแนะนำปุ๋ยในการปลูกข้าวในจังหวัดนครสวรรค์ ผลการทดลองเป็นดังนี้

1. ปริมาณน้ำฝนปี 2557-2558

ปริมาณน้ำฝนช่วงที่ทำการวิจัย พบว่า ในช่วงเดือนมิถุนายน 2558 ถึงเดือนกันยายน 2558 มีฝนตกสะสมทั้งสิ้น 458.3 มิลลิเมตร ซึ่งเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าว แสดงดังตารางภาคผนวกที่ 7

2. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน

2.1 สมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลอง

จากการเก็บตัวอย่างดิน แบบสุ่มกระจายทั่วทั้งแปลง ที่ระดับความลึก 15-20 เซนติเมตร ในพื้นที่ แปลงทดลอง อำเภอโกรกพระ จังหวัดนครสวรรค์ นำมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินก่อนดำเนินการทดลอง พบว่า ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 6.1 มีความกรดเล็กน้อย ปริมาณอินทรียวัตถุ มีค่าเท่ากับ 1.9 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีค่าเท่ากับ 11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ มีค่าเท่ากับ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในเกณฑ์สูง แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สมบัติทางเคมีดินก่อนการทดลอง

สมบัติดิน	ผลวิเคราะห์	หน่วย
ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง	6.1	
ปริมาณอินทรียวัตถุ	1.9	เปอร์เซ็นต์
ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	11	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์	100	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ที่มา: กลุ่มวิเคราะห์ดินสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 (2558)

2.2 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังการทดลอง

การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินทุกตำรับการทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมี คือตำรับการทดลองที่ 2 ถึง 6 มีค่าลดต่ำลงกว่าก่อนการทดลอง ไม่ต่างกันทางสถิติ เนื่องจากอิทธิพลจากผลตกค้างความเป็นกรดจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

แต่ยังอยู่ในพิสัยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ มีค่าระหว่าง 5.8 ถึง 5.9 ส่วนตำรับที่ 1 ชุดควบคุมซึ่งไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินหลังการทดลองลดลงเพียงเล็กน้อยจาก 6.1 เป็น 6.0

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินหลังการทดลอง มีการเปลี่ยนแปลงไม่ชัดเจน เนื่องจากทุกตำรับการทดลองมีการคลุกเคล้าปุ๋ยอินทรีย์เล็กน้อย ผสมกับปุ๋ยเคมี เพื่อความสะดวกในการหว่านเท่านั้น ไม่มีธาตุอาหารใดใด โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.85 ถึง 1.19 เปอร์เซ็นต์ เป็นพิสัยค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างต่ำ

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์หลังการทดลอง พบว่า ในทุกตำรับการทดลองมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ลดลงกว่าก่อนการทดลอง ซึ่งค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ลดลงมากกว่าครึ่ง ระหว่าง 3.51 ถึง 5.82 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์มีค่าลดลง ระหว่าง 53.1 ถึง 75.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังการทดลอง แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สมบัติทางเคมีดินก่อนและหลังการทดลอง แบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์

ตำรับการทดลอง	pH	OM **(เปอร์เซ็นต์)**	Avail. P **(มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)**	Avail. K **(มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)**
ก่อนการทดลอง	6.1	1.9	11	100
หลังการทดลอง				
1	6.0	0.85	3.51	53.1
2	5.9	1.00	4.02	64.6
3	5.9	1.19	4.51	70.2
4	5.8	1.08	5.82	61.4
5	5.9	1.19	5.32	75.8
6	5.9	1.00	4.84	71.2

ที่มา: กลุ่มวิเคราะห์ดินสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 (2558)

3. การเจริญเติบโต และผลผลิตข้าว

3.1 การเจริญเติบโตของต้นข้าว

หลังจากปลูกข้าว โดยวิธีการหว่านจนกระทั่งต้นข้าวโผล่พ้นน้ำ แล้วจึงทำการใส่ปุ๋ยที่อายุ 20 วัน จากนั้นทำการวัดความสูงของต้นข้าว เมื่ออายุ 30 วัน และ 70 วัน พบว่า ความสูงของต้น

ข้าวที่อายุ 30 วัน มีความสูง อยู่ระหว่าง 51.91 ถึง 60.94 เซนติเมตร ซึ่งใกล้เคียงกัน ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากต้นข้าวยังคงสามารถดูดใช้ธาตุอาหารที่สะสมอยู่ภายในดินได้ และทำการวัดการเจริญเติบโตอีกครั้ง ที่ต้นข้าวอายุ 70 วัน พบว่า มีแนวโน้มการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง โดยในตำรับที่ 2 และ 5 แสดงการเจริญเติบโต 127.46 และ 126.91 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในตำรับที่ 3 และ 6 แสดงการเจริญเติบโต 125.01 และ 124.11 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในตำรับที่ 4 แสดงการเจริญเติบโต 118.15 เซนติเมตร มีอัตราการใช้ปุ๋ยปริมาณน้อยน้อยสุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับตำรับที่ 1 ที่ไม่มีการใช้ปุ๋ย โดยมีความสูงเพียง 116.35 เซนติเมตร รองลงมาตามลำดับ ซึ่งอัตราการเจริญเติบโตของต้นข้าว (ความสูง) ส่วนมาก เป็นผลจากอิทธิพลจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน และมีความสัมพันธ์ทางลบกับดัชนีเก็บเกี่ยว เมื่อมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจะทำให้ความสูงเพิ่มขึ้น แต่ลำต้นไม่แข็งแรงหักล้มได้ง่าย การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูงเพื่อเพิ่มผลผลิตจะมีผลดีต่อพันธุ์พืชที่ที่มีดัชนีเก็บเกี่ยวสูงเท่านั้น (จัตุรงค์ และคณะ, 2557) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 การเจริญเติบโตของต้นข้าว (ความสูง) หลังปลูก 30 วัน และ 70 วัน (เซนติเมตร)

ตำรับทดลอง	หลังปลูก 30 วัน	หลังปลูก 70 วัน
1	51.91	116.35d
2	60.94	127.46a
3	55.40	125.01b
4	55.71	118.15c
5	58.26	126.91a
6	56.14	124.11b
F-test	ns	**
CV (%)	1.29	0.64

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$)

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

3.2 สีใบธงข้าว

ทำการวัดความเข้มสีใบธงของต้นข้าว โดยใช้แผ่นเทียบสี หรือ Leaf Color Chart (LCC) ซึ่งเป็นอุปกรณ์เทียบสี ประกอบด้วยค่าเลขสีต่างๆ ตั้งระดับสีเหลืองอ่อนจนถึงระดับสีเขียวเข้ม เป็นคะแนน ตั้งแต่ 1-7 นำไปใช้เทียบสีใบข้าวหลังการใช้ปุ๋ยเคมี จากการวัดความเข้มสีใบธงของต้นข้าว เพื่อใช้ประเมินค่าความต้องการการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนให้ถูกต้องเหมาะสม ซึ่งค่าจากแผ่นเทียบสีสามารถนำมาใช้ประเมินการขาดปริมาณธาตุอาหารของพืช หากค่าสีใบแสดงระดับต่ำกว่า 3 (สถาบันวิจัยข้าว, 2548) พบว่า ค่าสีที่วัดได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 โดยตำรับที่ 2 และตำรับที่ 5 แสดงค่าระดับความเข้มมากที่สุด คือ 6.03 และ 5.96 ตามลำดับ รองลงมา คือตำรับที่ 6 3 และ 4 ที่ระดับความเข้ม 5.20 5.02 และ 4.93 ตามลำดับ ตำรับที่ 1 แสดงค่าที่ระดับ 4.02 ซึ่งเป็นตำรับที่ไม่มีการใช้ปุ๋ยเลย แต่ในดินมีปริมาณอินทรียวัตถุระดับปานกลาง ทำให้ไม่มีผลต่อการนำไนโตรเจนมาใช้ในการเจริญเติบโต (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบสีใบธงของต้นข้าว

ตำรับทดลอง	สีใบ
1	4.02d
2	6.03a
3	5.02bc
4	4.93c
5	5.96a
6	5.20b
F-test	**
CV (%)	3.32

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$)

3.3 น้ำหนักฟางข้าวและผลผลิต

เมื่อต้นข้าวออกรวงแล้ว ทำการเก็บเกี่ยว ที่อายุ 118 วัน แล้วนำมาฝัด เพื่อแยกผลผลิต พบว่า การชั่งน้ำหนักแห้งของฟางข้าว พบว่า ในแต่ละตำรับการทดลองมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับทดลองที่ 2 และ 5 ที่ให้น้ำหนักแห้งฟางข้าว เฉลี่ย 805 และ 770 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ ตำรับทดลองที่ 6 3 และ 4 ที่ให้น้ำหนักแห้งฟางข้าวเฉลี่ย 625 575 และ

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

530 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในส่วนตำรับการทดลองที่ 1 แสดงค่าน้ำหนักฟางข้าว น้อยที่สุดเพียง 405 กิโลกรัมต่อไร่ เนื่องจาก ไม่มีการใส่ปุ๋ย

ผลผลิต มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยตำรับทดลองที่ 2 และ 5 ที่ให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ย 756 และ 742 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือตำรับทดลองที่ 3 4 และ 6 ที่ให้น้ำหนักแห้งผลผลิต ในระดับ 530 476 และ 585 กิโลกรัม ต่อไร่ ตามลำดับ ในส่วนตำรับการทดลอง ที่ให้ค่าน้ำหนักแห้งผลผลิตต่ำที่สุด คือ ตำรับทดลองที่ 1 ที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย พบว่า น้ำหนักแห้งของผลผลิตหนักเพียง 388 กิโลกรัมต่อไร่

เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งฟางข้าวและผลผลิต ในแต่ละตำรับการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นผลมาจากการประเมินอัตราการใช้ปุ๋ย ในอัตราการใช้ที่ต่างกัน ในแต่ละตำรับการทดลอง โดยตำรับการทดลองที่ 2 แสดงน้ำหนักฟางข้าว และผลผลิต สูงสุด เป็นผลจากการประเมินอัตราการใช้ปุ๋ย โดยวิธีเกษตรกร ซึ่งไม่แตกต่างกับตำรับการทดลองที่ 5 ซึ่งเป็นผลจากการประเมินอัตราปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดินโดยใช้คำแนะนำของสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน โดยใช้ LDD test kit (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 น้ำหนักฟางข้าว และผลผลิต

ตำรับทดลอง	ผลผลิต (กิโลกรัม./ไร่)	ฟางข้าว (กิโลกรัม./ไร่)
1	388d	405c
2	756a	805a
3	530bc	575b
4	476c	530b
5	742a	770a
6	585b	625b
F-test	**	**
CV (%)	9.6	11.67

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$)

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

3.4 เปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารหลักในใบธงข้าว ฟางข้าว และผลผลิต

จากการสุ่มตัวอย่างใบธงข้าว ฟางข้าว และผลผลิต ไปวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารหลักโดย กลุ่มวิเคราะห์วิจัยพืช ปุ๋ย และสิ่งปรับปรุงดิน สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน พบว่า ในแต่ละตำรับการทดลองของเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในใบธง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยตำรับการทดลองที่ 2 5 และ 4 ไม่แตกต่างกัน 3.058 3.050 3.023 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาตามลำดับ แต่แตกต่างกันกับตำรับที่ 6 3 และ 1 ที่ระดับ 2.985 2.933 และ 2.863 เปอร์เซ็นต์ แต่ในเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนของฟางข้าว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในผลผลิต มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยตำรับการทดลองที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนสูงที่สุดที่ 1.200 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 6 มีค่าเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน 1.197 เปอร์เซ็นต์ และตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 ที่ 1.192 และ 1.190 เปอร์เซ็นต์ ในตำรับที่ 1 และ 3 มีค่า 1.180 แ 1.174 เปอร์เซ็นต์ เรียงลงมาตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส พบว่า ในแต่ละตำรับการทดลองมีเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสใบธงของข้าว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เป็นที่น่าสังเกตว่า ในวิธีการที่ 2 5 และ 6 มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส แต่ก็ไม่ได้ทำให้เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสแตกต่างจากวิธีการที่ไม่ใส่ปุ๋ย ฟอสฟอรัสในฟางข้าว มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ตำรับการทดลองที่ 5 มีค่า 0.085 สูงที่สุด โดย ตำรับการทดลองที่ 6 1 4 2 และ 3 มีค่า 0.083 0.078 0.078 0.076 และ 0.075 รองลงมาตามลำดับ เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในผลผลิตเมล็ดข้าว มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) โดยตำรับการทดลองที่ 1 และ 4 มีค่า 0.26 สูงที่สุดเท่ากัน ตำรับการทดลองที่ 2 และ 5 มีค่า 0.25 เปอร์เซ็นต์ ตำรับที่ 6 มีค่า 0.24 และ ตำรับที่ 3 มีค่า 0.22 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาตามลำดับ

สำหรับเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม พบว่า ในแต่ละตำรับการทดลองมีเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในใบธง เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในฟางข้าว และเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในเมล็ด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แม้ว่าตำรับการทดลองที่ 2 5 และ 6 จะมีการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 0-0-60 ก็ไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมแตกต่างจากวิธีการอื่นที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม

จากข้อมูลของ Doberman and Fairhurst (2000) พบว่า ต้นข้าวจะแสดงอาการขาดธาตุอาหารหลัก เมื่อค่าไนโตรเจนในใบธงข้าว น้อยกว่า 2.5 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในใบธงข้าว น้อยกว่า 0.18 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียมในใบธงข้าว น้อยกว่า 1.2 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในข้าวที่ถือว่าเพียงพอในระยะออกดอก ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 2.96-3.13 0.18-0.19 และ 1.19-1.31 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าดินไม่ขาดธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม และเพียงพอแล้วในระยะออกดอกของข้าว (ตารางที่ 7)

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ตารางที่ 7 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในใบธง ฟางข้าว และเมล็ดข้าว

ตำรับที่	%ธาตุอาหารในใบธง			%ธาตุอาหารในฟางข้าว			%ธาตุอาหารในเมล็ด		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
1	2.863c	0.19	0.96	0.73	0.075bc	1.87	1.180c	0.26a	0.250
2	3.058a	0.20	1.00	0.73	0.072c	1.94	1.200a	0.25ab	0.250
3	2.933bc	0.18	1.00	0.74	0.072c	1.91	1.174d	0.22c	0.225
4	3.023a	0.19	1.02	0.79	0.075bc	1.93	1.192bc	0.26a	0.220
5	3.050a	0.19	1.00	0.78	0.085a	1.95	1.190bc	0.25ab	0.225
6	2.985ab	0.19	0.98	0.73	0.083ab	1.84	1.197ab	0.24bc	0.223
F-test	**	ns	ns	ns	*	ns	**	**	ns
CV (%)	1.86	4.93	3.90	6.11	4.93	2.63	4.62	4.25	10.17

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยวิธี DMRT

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$)

3.5 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการปลูกข้าว

จากการศึกษาต้นทุนการผลิตต่อไร่ของการปลูกข้าวพันธุ์ กข 31 ในแปลงทดลองเรื่องการใช้ประโยชน์ของชุดตรวจดินภาคสนามสำหรับให้คำแนะนำปุ๋ยในการปลูกข้าวในจังหวัดนครสวรรค์ซึ่งเป็นค่าแรงงานได้แก่ ค่าเตรียมดิน (ไถดะ ไถแปรคราด ทำเทือก) ค่าจ้างปลูกข้าว ค่าดูแลแปลง เช่น สูบน้ำ ฉีดพ่นยา ใส่ปุ๋ย และค่าเก็บเกี่ยว ค่าวัสดุได้แก่ ค่าเมล็ดพันธุ์ข้าว ค่าสารกำจัดวัชพืช โรคพืช แมลงศัตรูพืช และค่าปุ๋ยเคมี พบว่า ตำรับการทดลองที่ 1 มีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด คือ 1,840 บาทต่อไร่ ส่วนตำรับการทดลองที่ 2 มีต้นทุนการผลิตสูงที่สุด คือ 3,211 บาทต่อไร่ มูลค่าผลผลิตของการปลูกข้าวพันธุ์ กข 31 พบว่า ตำรับการทดลองที่ 2 มีมูลค่าผลผลิตของการปลูกข้าวสูงสุด คือ 4,596 บาทต่อไร่

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

เนื่องจาก มีปริมาณผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 756 กิโลกรัมต่อไร่ โดยราคาจำหน่ายข้าวเปลือกเท่ากับ 6,000 บาทต่อตัน รองลงมาเป็นตำรับการทดลองที่ 5 มีมูลค่าผลผลิตของการปลูกข้าวเท่ากับ 4,452 บาทต่อไร่ มีปริมาณผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 742 กิโลกรัมต่อไร่ และตำรับการทดลองที่ 6 มีมูลค่าผลผลิตของการปลูกข้าวเท่ากับ 3,510 บาทต่อไร่ มีปริมาณผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 585 กิโลกรัมต่อไร่ ตำรับการทดลองที่ 3 มีมูลค่าผลผลิตของการปลูกข้าวเท่ากับ 3,180 บาทต่อไร่ มีปริมาณผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 530 กิโลกรัมต่อไร่ ตำรับการทดลองที่ 4 มีมูลค่าผลผลิตของการปลูกข้าวเท่ากับ 2,856 บาทต่อไร่ มีปริมาณผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 476 กิโลกรัมต่อไร่ ท้ายสุดตำรับการทดลองที่ 1 มีมูลค่าผลผลิตของการปลูกข้าวเท่ากับ 2,328 บาทต่อไร่ มีปริมาณผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 388 กิโลกรัมต่อไร่

รายได้สุทธิของการปลูกข้าวพันธุ์ กข 31 พบว่า ตำรับการทดลองที่ 5 มีรายได้สุทธิของการปลูกข้าวสูงสุด คือ1,436 บาทต่อไร่ รองลงมาเป็นตำรับการทดลองที่ 2 มีรายได้สุทธิของการปลูกข้าวเท่ากับ 1,326 บาทต่อไร่ ตำรับการทดลองที่ 6 มีรายได้สุทธิของการปลูกข้าวเท่ากับ 963 บาทต่อไร่ และตำรับการทดลองที่ 3 มีรายได้สุทธิของการปลูกข้าวเท่ากับ 881 บาทต่อไร่ ตำรับการทดลองที่ 4 มีรายได้สุทธิ 727 บาทต่อไร่ ส่วนตำรับการทดลองที่ 1 มีรายได้สุทธิของการปลูกข้าวต่ำที่สุด คือ 488 บาทต่อไร่ ซึ่งรายได้สุทธิการผลิตจะขึ้นอยู่กับมูลค่าผลผลิต และต้นทุนผลผลิตโดยเฉพาะราคาปุ๋ยเคมี เมื่อนำมาคิดเป็นรายได้สุทธิโดยเปรียบเทียบกับต้นทุนการผลิต จึงมีผลทำให้ได้ค่ารายได้สุทธิและมูลค่าผลผลิตจากการทดลองไปในทิศทางเดียวกันยกเว้นตำรับการทดลองที่ 5 ที่ผลผลิตน้อยกว่าตำรับการทดลองที่ 2 แต่ต้นทุนการผลิตน้อยกว่าทำให้เหลือกำไรสุทธิมากกว่า แสดงดังตารางที่ 8

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ตารางที่ 8 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในแปลงทดลองการใช้ประโยชน์ของชุดตรวจดินภาคสนามสำหรับให้คำแนะนำปุ๋ยในการปลูกข้าวในจังหวัดนครสวรรค์ (หน่วย: บาท/ไร่)

รายการ	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่ 3	ตำรับที่ 4	ตำรับที่ 5	ตำรับที่ 6
1. ค่าแรงงาน						
- เตรียมดิน(ไถดะ ไถแปรคราด ทำเทือก)	300	300	300	300	300	300
- ค่าจ้างปลูกข้าว	200	200	200	200	200	200
- ค่าดูแลรักษาแปลง เช่น สูบน้ำ ฉีดพ่นยา ค่าจ้างใส่ปุ๋ย กำจัดวัชพืช	500	500	500	500	500	500
- เก็บเกี่ยว	300	300	300	300	300	300
2. ค่าวัสดุ						
- เมล็ดพันธุ์ข้าว	340	340	340	340	340	340
- ค่าสารกำจัดวัชพืช โรค และแมลง	200	200	200	200	200	200
- ปุ๋ยเคมี						
สูตร 16-20-0		351				
สูตร 46-0-0	-	1020	459	289	680	459
สูตร 0-46-0	-	-	-	-	286	143
สูตร 0-0-60	-	-	-	-	210	105
รวมต้นทุน(บาทต่อไร่)	**1,840**	3,211	2,299	2,129	3,016	2,547
ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่)	388	**756**	530	476	742	585
มูลค่าผลผลิต (บาทต่อไร่)	2,328	**4,536**	3,180	2,856	4,452	3,510
รายได้สุทธิ (บาทต่อไร่)	488	1,326	881	727	**1,436**	963

หมายเหตุ : ราคาข้าวตันละ 6,000 บาท

ค่าปุ๋ย 16-20-0 กระสอบละ 650 บาท

ค่าปุ๋ย 46-0-0 กระสอบละ 850 บาท

ค่าปุ๋ย 0-42-0 กระสอบละ 1,100 บาท

ค่าปุ๋ย 0-0-60 กระสอบละ 1,050 บาท

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองใช้ประโยชน์ชุดตรวจสอบดินภาคสนาม กรมพัฒนาที่ดิน สำหรับให้คำแนะนำปุ๋ยสำหรับการปลูกข้าว ในกลุ่มชุดดินที่ 4 ชุดดินราชบุรี ซึ่งมีสมบัติของดินเป็นกรดเล็กน้อย ปริมาณอินทรียวัตถุปานกลาง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูง สรุปได้ดังนี้

1. การศึกษาประสิทธิภาพชุดตรวจสอบดินภาคสนาม (LDD test kit) ร่วมกับการชดเชยอัตราปุ๋ย 30 เปอร์เซ็นต์จากการชะล้าง ให้ผลผลิตใกล้เคียงกับวิธีเกษตรกร และดีกว่าการเกณฑ์ของห้องปฏิบัติการ และคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

2. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน ก่อนและหลังการทดลอง พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ ค่ากรด-ด่างของดิน (pH) ค่าความต้องการปูน (lime requirement: LR) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (organic matter: %OM) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available Phosphorus) และปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Potassium) มีแนวโน้มลดลงทุกค่า

3. การศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่า การประเมินการใช้ปุ๋ยจาก LDD test kit ตามคำแนะนำปุ๋ยจากสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน ให้ผลการเจริญเติบโต และผลผลิต ใกล้เคียงกับการใช้ผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร แต่มีรายได้สูงกว่า สามารถใช้ผลการวิเคราะห์จาก LDD test kit และสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดินได้ สะดวกและรวดเร็ว

ดังนั้น การตรวจวิเคราะห์ดิน เพื่อใช้เป็นดัชนีชี้วัดสภาวะของธาตุอาหาร ก่อนการปลูกพืชจึงเป็นสิ่งสำคัญ และควรกระทำก่อนการผลิตพืช เพื่อหาอัตราการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมการการเพาะปลูก ให้พืชสามารถนำไปใช้ในปริมาณที่พอเพียงสำหรับการเจริญเติบโตไม่ใช้ปุ๋ยปริมาณมากเกินความสามารถการดูดซึมนำไปใช้ของต้นพืชแล้ว จะทำให้ตกค้างในดินอย่างเปล่าประโยชน์ ทำให้สิ้นเปลืองต้นทุนการผลิตข้าว เป็นการประหยัดทำให้มีรายได้เพิ่มมากขึ้น

ประโยชน์ที่ได้รับ

1.ข้อมูลทางวิชาการที่สามารถยืนยันได้ว่าการวิเคราะห์ดินด้วย LDD Test Kit มีความเหมาะสมและน่าเชื่อถือ ที่สามารถใช้เทียบเคียงกับผลการวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับใช้ประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยสำหรับการปลูกข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.เกษตรกรมีความรู้ และเข้าใจถึงความสำคัญ ของการวิเคราะห์ดินก่อนการเพาะปลูกข้าวและการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน และสามารถลดต้นทุนการผลิต โดยใช้ชุด LDD Test Kit ได้ และสามารถใช้ประโยชน์ที่ดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. หน่วยงาน องค์กร และผู้สนใจ สามารถนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น กรมพัฒนาที่ดิน กรมวิชาการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาประสิทธิภาพชุดตรวจดินภาคสนามกรมพัฒนาที่ดินสำหรับให้คำแนะนำปุ๋ย สามารถให้คำตอบ ในการแปลผลจากการใช้ LDD Test Kit ได้อย่างเหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว ควรมีการศึกษาเพิ่มเติม ในชุดดิน เนื้อดินที่แตกต่างกัน ในหลายๆพื้นที่ ครอบคลุมพื้นที่และสภาพแวดล้อมที่ผันแปร เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจน และแม่นยำในการประมวลผลมากขึ้น นำไปสู่การแปลผล การแนะนำปุ๋ยสำหรับการปลูกข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ สะดวกรวดเร็ว ซึ่งอาจนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุด LDD Test kit ให้มีการใช้ง่ายได้ง่าย ขนาดเล็กพกพาได้

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

เอกสารอ้างอิง

กรมชลประทาน. 2558. **ตารางข้อมูลปริมาณฝนรายเดือน – รายปีน้ำภาคเหนือตอนล่างศูนย์อุทกวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก.** ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง http://hydro-2.rid.go.th/

กรมวิชาการเกษตร. 2548. **คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ.**กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์,กรุงเทพฯ.

กลุ่มวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9. **ตรวจวิเคราะห์ดินสำหรับการทดลอง**

จัตุรงค์ พิพัฒน์พิริยานนท์ และชุติวัฒน์วรรณสาย. 2557. **ระยะเวลาการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมสำหรับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในนาดินเหนียว และนาดินร่วน.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.ricethailand.go.th/brrd/s16.htm สืบค้น 2 มีนาคม 2557

ณัฐพงศ์ ศรีภูมั่น. 2544. **การประเมินอัตราให้ปุ๋ยไนโตรเจนแต่งหน้าที่เหมาะสมในการผลิตข้าวโดยพิจารณาจากความเข้มข้นของไนโตรเจน และคลอโรฟิลล์ในใบอ่อน.** ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธีรเดช ปัญญาแก้ว. 2542. **การตอบสนองของข้าวหอมมะลิ 105 ต่อปุ๋ยไนโตรเจน ภายใต้สภาวะเตรียมดินน้อย.** ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ประไพพิศ ศรีมาวงษ์ รัตนชาติ ช่วยบุดดา และชนิดา เกิดชนะ. 2557. **การประเมินความเป็นกรดเป็นด่างในดินกรด ดินด่าง และดินเค็ม ด้วยชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายของกรมพัฒนาที่ดิน.** รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน.

พัชรีภรณ์ ดีมุกข์ดา และดานิเอล มูลอย. 2561. **การใช้ประโยชน์ของชุดตรวจสอบดินภาคสนามสำหรับให้คำแนะนำปุ๋ยในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์.** รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 กรมพัฒนาที่ดิน.

สถาบันวิจัยข้าว. 2548 **การใช้แผ่เทียบสี (Leaf Color Chart) เพื่อจัดการปุ๋ยไนโตรเจนในการปลูกข้าวนาชลประทาน .** สถาบันวิจัยข้าว

สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. 2547. **คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดินและการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองคุณภาพสินค้า เล่มที่ 1.** กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. 2558. **การใช้ชุดตรวจดินภาคสนาม (LDD Test Kit).** การประชุมเชิงปฏิบัติการการใช้ชุดตรวจดินภาคสนามกรมพัฒนาที่ดิน.กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ

Bray R. H. and L. T. Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available forms Phosphorus in soils. **Soil Sci.** 59 : 39-45

Dobermann, A. and T. Fairhurst. 2000. **Rice: Nutrient Disonders and Nutrient management.** Hanbook series : Potash + Phosphate Inst., Potash + Phosphate Inst. of Canada and International Rice Research Inst.

Jackson, M. L. 1958. **Soil chemical analysis.** Prestige – Hall,Inc., New York. USA.

Murshedul, M. A. and J. K. Ladha. 2004. Optimizing phosphorus fertilization in an intensive Vegetable-rice cropping system. **Biol Fertil Soil.** Vol. 2003 81:159-180.

Prasad, B., and N. P. Sinha. 1981. Balance sheet of soil phosphorus and potassium influenced by intensive cropping and fertilizer use. **Plant and Soil** pp 187–193**.**

Walkley, A. and I.A. Black, 1947. **Chromic Acid Titration Method for Determination of Soil Organic Matter Soil Sci, Amer.** 37: 29-37.

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 การแปลผลระดับไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินที่วิเคราะห์โดย LDD Test Kit

ระดับ	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)
ต่ำมาก	< 0.05	< 6	< 16
ต่ำ	0.05-0.09	6-12	16-30
ปานกลาง	0.10-0.14	13-25	31-60
สูง	≥ 0.15	26-50	61-120
สูงมาก	-	> 50	> 120

ที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2558)

ตารางภาคผนวกที่ 2 คำแนะนำปุ๋ยสำหรับข้าว ของกรมวิชาการเกษตร

การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน	**อัตราการใช้ปุ๋ย**	
	ข้าวไวต่อช่วงแสง	**ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง**
1) อินทรียวัตถุ (Organic Matter, %)		
< 1.0	ปุ๋ย N 18 กิโลกรัมต่อไร่	ปุ๋ย N 9 กิโลกรัมต่อไร่
1.0 – 2.0	ปุ๋ย N 12 กิโลกรัมต่อไร่	ปุ๋ย N 6 กิโลกรัมต่อไร่
> 2.0	ปุ๋ย N 6 กิโลกรัมต่อไร่	ปุ๋ย N 3 กิโลกรัมต่อไร่
2) ฟอสฟอรัส (Available P ใช้น้ำยาสกัด Bray II) (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		
< 5	ปุ๋ย P205 6 กิโลกรัมต่อไร่	ปุ๋ย P205 6 กิโลกรัมต่อไร่
5 – 10	ปุ๋ย P205 3 กิโลกรัมต่อไร่	ปุ๋ย P205 3 กิโลกรัมต่อไร่
>10	ปุ๋ย P205 0 กิโลกรัมต่อไร่	ปุ๋ย P205 0 กิโลกรัมต่อไร่
3) โพแทสเซียม (Extractable K ใช้น้ำยาสกัด NH4OAc) (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		
< 60	ปุ๋ย K20 6 กิโลกรัมต่อไร่	ปุ๋ย K20 6 กิโลกรัมต่อไร่
60 – 80	ปุ๋ย K20 3 กิโลกรัมต่อไร่	ปุ๋ย K20 3 กิโลกรัมต่อไร่
> 80	ปุ๋ย K20 0 กิโลกรัมต่อไร่	ปุ๋ย K20 0 กิโลกรัมต่อไร่

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร (2548)

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ตารางภาคผนวกที่ 3 ระดับอินทรียวัตถุ (organic matter) (เปอร์เซ็นต์organic carbon × 1.724)

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

ที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2547)

ตารางภาคผนวกที่ 4 ระดับความรุนแรงของความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (soil reaction), pH (ดิน : น้ำ = 1 : 1) (Land Classification Division FAO Project Staff, 1973; Soil Survey Division Staff, 1993)

ระดับ (rating)	พิสัย (range)
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 acid)	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 : สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2547)

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ตารางภาคผนวกที่ 5 ระดับของ ปริมาณฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน (Available phosphorus; avail. P) (USDA)

ระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืช	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ต่ำมาก (very low)	< 3
ต่ำ (low)	3-10
ปานกลาง (moderately)	11-15
สูง (high)	16-45
สูงมาก (very high)	> 45

ที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2547)

ตารางภาคผนวกที่ 6 ระดับของปริมาณโพแทสเซียมในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน (Available potassium; avail. K) (USDA)

ระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืช	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ต่ำมาก (very low)	< 30
ต่ำ (low)	30-60
ปานกลาง (moderately)	61-90
สูง (high)	91-120
สูงมาก (very high)	> 120

ที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2547)

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ตารางภาคผนวกที่ 7 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนระหว่างปี 2557 – 2558

เดือน	ปริมาณน้ำฝนรายเดือน(มิลลิเมตร)	
	ปีพ.ศ. 2557	ปี พ.ศ. 2558
มกราคม	0.0	15.4
กุมภาพันธ์	0.0	34.3
มีนาคม	21.8	64.4
เมษายน	14.6	32.6
พฤษภาคม	184.8	80.0
มิถุนายน	114.0	100.0
กรกฎาคม	155.6	114.9
สิงหาคม	260.9	89.6
กันยายน	164.5	153.8
ตุลาคม	109.7	123.6
พฤศจิกายน	32.9	100.5
ธันวาคม	0.0	18.6
รวมทั้งปี	1058.8	927.7

ที่มา: กรมชลประทาน (2558)

ตารางภาคผนวกที่ 8 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ความสูงของต้นข้าวที่อายุ 30 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	3	2.154	0.7180		
Treatment	5	182.022	36.4043	75.46	0.0000
Error	15	7.236	0.4824		
Total	23	191.412			

Grand Mean 56.433

CV 1.23 %

ตารางภาคผนวกที่ 9 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ความสูงของต้นข้าวที่อายุ 70วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	3	5.247	1.7492		
Treatment	5	433.018	86.6035	139.53	0.0000
Error	15	9.310	0.6207		
Total	23	447.575			

Grand Mean 123.00

CV 0.64 %

ตารางภาคผนวกที่ 10 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติสีใบธงข้าว

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	3	0.01031	0.00344		
Treatment	5	9.51177	1.90235	63.02	0.0000
Error	15	0.45281	0.03019		
Total	23	9.97490			

Grand Mean 5.2271

CV 3.32%

ตารางภาคผนวกที่ 11 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ น้ำหนักเมล็ดข้าว ระยะเก็บเกี่ยวที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	3	3767	1255.8		
Treatment	5	444147	88829.5	28.54	0.0000
Error	15	46693	3112.8		
Total	23	494607			

Grand Mean 581.17

CV 25.62 %

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ตารางภาคผนวกที่ 12 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ น้ำหนักแห้งฟางข้าว

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	3	8733	2911.1		
Treatment	5	452333	90466.7	17.38	0.0000
Error	15	78067	5204.4		
Total	23	539133			

Grand Mean 618.33

CV 11.67 %

ตารางภาคผนวกที่ 13 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ความเข้มข้นธาตุอาหารไนโตรเจนในฟางข้าว

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	3	0.00466	1.553E-03		
Treatment	5	0.01670	3.339E-03	1.60	0.2211
Error	15	0.03138	2.092E-03		
Total	23	0.05273			

Grand Mean 0.7483

CV 6.11%

ตารางภาคผนวกที่ 14 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ความเข้มข้นธาตุอาหารฟอสฟอรัสในฟางข้าว

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	3	2.961E-05	9.872E-06		
Treatment	5	3.011E-04	6.022E-05	3.97	0.0171
Error	15	2.274E-04	1.516E-05		
Total	23	5.582E-04			

Grand Mean 0.0789

CV 4.93%

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ตารางภาคผนวกที่ 15 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ความเข้มข้นธาตุอาหารโพแทสเซียมในฟางข้าว

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	3	0.01232	4.107E-03		
Treatment	5	0.03296	6.592E-03	2.62	0.0674
Error	15	0.03767	2.511E-03		
Total	23	0.08295			

Grand Mean 1.9071

CV 2.63 %

ตารางภาคผนวกที่ 16 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ความเข้มข้นธาตุอาหารไนโตรเจนในเมล็ดข้าว

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	3	2.281E-04	0.03419		
Treatment	5	3.368E-03	0.17712	12.58	0.0001
Error	15	8.031E-04	0.01656		
Total	23	4.399E-03			

Grand Mean 1.1860

CV 0.62 %

ตารางภาคผนวกที่ 17 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ความเข้มข้นธาตุอาหารฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าว

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	3	5.083E-04	1.694E-04		
Treatment	5	3.500E-03	7.000E-04	6.60	0.0020
Error	15	1.592E-03	1.061E-04		
Total	23	5.600E-03			

Grand Mean 0.2425

CV 4.25 %

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ตารางภาคผนวกที่ 18 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ความเข้มข้นธาตุอาหารโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	3	0.00071	2.375E-04		
Treatment	5	0.00392	7.842E-04	1.41	0.2776
Error	15	0.00836	5.575E-04		
Total	23	0.01300			

Grand Mean 0.2321

CV 10.17 %

ตารางภาคผนวกที่ 19 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ การสะสมธาตุไนโตรเจนในใบธง

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	3	0.01073	0.00358		
Treatment	5	0.11460	0.02292	7.43	0.0011
Error	15	0.04627	0.00308		
Total	23	0.17160			

Grand Mean 2.9850

CV 1.86 %

ตารางภาคผนวกที่ 20 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ การสะสมธาตุฟอสฟอรัสในใบธง

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	3	1.031E-04	3.437E-05		
Treatment	5	7.427E-04	1.485E-04	1.59	0.2233
Error	15	1.403E-03	9.354E-05		
Total	23	2.249E-03			

Grand Mean 0.1960

CV 4.93 %

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ตารางภาคผนวกที่ 21 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ การสะสมธาตุโพแทสเซียมในใบธง

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	3	0.00698	2.326E-03		
Treatment	5	0.00737	1.474E-03	0.98	0.4611
Error	15	0.02255	1.503E-03		
Total	23	0.03690			

Grand Mean 0.9929

CV 3.90 %

ภาพกิจกรรมการดำเนินงาน

ภาพภาคผนวกที่ 1 : การไถเตรียมแปลง และเก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลอง

ภาพภาคผนวกที่ 2 : การแบ่งแปลงวิจัย ตามแต่ละตำรับ

ภาพกิจกรรมการดำเนินงาน

ภาพภาคผนวกที่ 3 : การใส่ปุ๋ยในแต่ละตำรับ

ภาพภาคผนวกที่ 4 : การเก็บผลการทดลอง (สีใบ ความสูง และผลผลิต)

ภาพกิจกรรมการดำเนินงาน

ภาพภาคผนวกที่ 5 : ชุดตรวจสอบดิน LDD Test Kit