



รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การสำรวจการกระจายตัวของดินเปรี้ยวจัดเพื่อจัดทำแผนที่ความต้องการปูนของประเทศไทยและ
การศึกษาระยะเวลาที่ปูนตกค้างในดินหลังจากใส่ปูนเพื่อยกระดับพีเอชของดินเปรี้ยวจัด
Surveying on distribution of acid sulphate soil to create lime requirement map and
study on residue time after liming for increasing soil pH of acid sulphate soil.

โดย

นางสาวนันทฐา ทักษิ์รัตนศรีณย์

นางสาวฐนชนก คำขจร

นางสาวกัญจน์รัชต์ ลขิตาวงศ์

นางสาวอรพิชา วรภักดี

นายกฤติโสภณ ดวงกมล

นางสาวชนิดา เกิดชนะ

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 62-64-06-32-020001-013-103-02-11

สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

กันยายน 2565

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
สารบัญตารางภาคผนวก	(4)
สารบัญภาพภาคผนวก	(5)
แบบรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์	(6)
บทคัดย่อ	
Abstract	
หลักการและเหตุผล	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
ระยะเวลา และสถานที่ดำเนินการ	18
วัสดุอุปกรณ์ และวิธีดำเนินการ	19
ผลและวิจารณ์	30
สรุปและข้อเสนอแนะ	46
ประโยชน์ที่ได้รับ	48
เอกสารอ้างอิง	49
ภาคผนวก	53
ภาคผนวกที่ 1 ข้อมูลชุดดิน	54
ภาคผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน	57
ภาคผนวกที่ 3 ภาพการปฏิบัติงาน	61

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ทรัพยากรดินในพื้นที่ศึกษา	31
2	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของสมบัติทางเคมีดินจากการเก็บตัวอย่าง	33
3	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของความหนาแน่นดินจากการเก็บตัวอย่างตามชุดดิน	34
4	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของความต้องการปูน ($\text{kgCaCO}_3/\text{ไร่}$) ในพื้นที่ศึกษาตามการแบ่งกลุ่มดิน	35
5	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของชุดดินต่อความต้องการปูน	36
6	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของความต้องการปูน ($\text{kgCaCO}_3/\text{ไร่}$) ตามช่วงความเป็นกรดของดิน	36
7	การวิเคราะห์ความแม่นยำของแบบจำลอง (IDW method)	38
8	สมบัติดินก่อนการทดลอง	39
9	ผลการเจริญเติบโตของต้นข้าว	40
10	ผลผลิตของต้นข้าว	43

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนผังการจัดเตรียมข้อมูลการทำแผนที่	23
2	โครงการศึกษาทดลองการแก้ไขปัญหาดินเปรี้ยวอันเนื่องมาจากพระราชดำริน ที่ดินมูลนิธิชัยพัฒนา	24
3	แปลงวิจัยปลูกข้าว ชุดดินรังสิต ($Rs-CA/d_5, E_0$)	25
4	แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่ศึกษา และจุดเก็บตัวอย่างดิน	30
5	แผนที่ทรัพยากรดินในพื้นที่ศึกษา	32
6	แสดงความแตกต่างระหว่าง 6 ชุดดินเทียบกับความต้องการปุ๋ย	35
7	แสดงคุณสมบัติความต้องการปุ๋ยในระดับ pH ที่ต่างกัน	36
8	แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง LR กับสมบัติทางเคมีดิน ได้แก่ pH, EC, OM, Mn, Cu และ Zn (n=82) ด้วยวิธี Pearson's correlation	37
9	แผนที่พีเอชของดิน และแผนที่ความต้องการปุ๋ย	38
10	กราฟแสดงผลการเจริญเติบโตของต้นข้าว	41
11	กราฟแสดงผลผลิตของต้นข้าว	44

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	ปริมาณความต้องการปูนโดยวิธีสารละลายบัพเฟอร์ ของ Woodruff	59

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่		หน้า
1	การทดลองที่ 1 สํารวจจํานกดินจุดเก็บตัวอย่างศึกษาลักษณะสมบัติดินเพื่อใช้ในการจํานกดิน เก็บตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนและไม่ถูกรบกวน	61
2	การทดลองที่ 2 การปฏิบัติงาน ณ แปลงทดลอง โครงการศึกษาทดลองการแก้ไขปัญหาดินเปรี้ยวอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ในที่ดินมูลนิธิชัยพัฒนา	63
2.1	การเตรียมแปลง กำจัดวัชพืช ใส่ปุ๋ยและปุ๋ยตามตำรับการทดลอง	63
2.2	ขังน้ำในแปลงทดลองหลังจากหว่านข้าว	63
2.3	แปลงทดลองระยะข้าวแตกกอ	64
2.4	ข้าวระยะออกรวง	64
2.5	ศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว	65
2.6	เก็บเกี่ยวผลผลิตที่ระยะ 120 วันหลังปลูก	66

แบบรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 62-64-06-32-020001-013-103-02-11.....

ชื่อแผนงานวิจัย/โครงการวิจัย การสำรวจการกระจายตัวของดินเปรี้ยวจัดเพื่อจัดทำแผนที่ความต้องการปลูกของประเทศไทยและการศึกษาระยะเวลาที่ปูนตกค้างในดินหลังจากใส่ปูนเพื่อลดระดับพีเอชของดินเปรี้ยวจัด.....

ชื่อผู้รับผิดชอบ นางสาวนัทธาทักซ์รัตน์ศรี.....

หน่วยงาน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1 กรมพัฒนาที่ดิน.....

ผู้ร่วมดำเนินการ นางสาวฐนชนก คำขจร นางสาวกัญจน์รัชต์ ลขิตาวงศ์ นางสาวอรพิตา วรภักดี
นายกฤติโสภณ ดวงกลม และนางสาวชนิดา เกิดชนะ.....

เริ่มต้นเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2561..... สิ้นสุดเดือน กันยายน พ.ศ. 2564.....

ระยะเวลาทั้งสิ้น 3 ปี.....

สถานที่ดำเนินการ 1) พื้นที่ดินเปรี้ยวจัด ภาคกลางของประเทศไทย (จังหวัดปทุมธานี นครนายก พระนครศรีอยุธยา สระบุรี) 2) โครงการศึกษาทดลองการแก้ไขปัญหาดินเปรี้ยวอันเนื่องมาจากพระราชดำริ”ในที่ดินมูลนิธิชัยพัฒนา บ้านหนองจันทม หมู่ที่ 1 ต. บ้านพริก อ.บ้านนา จ.นครนายก.....

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการทั้งสิ้น

ปีงบประมาณ	งบบุคลากร (บาท)	งบดำเนินงาน (บาท)	รวม (บาท)
2562	-	362,000	362,000
2563	-	404,000	404,000
2564	-	291,500	291,500
รวมทั้งสิ้น			1,057,500

แหล่งงบประมาณที่ใช้ งบประมาณประจำปีของกรมพัฒนาที่ดิน.....

พร้อมนี้ได้แนบรายละเอียดประกอบตามแบบฟอร์มที่กำหนดมาแล้ว

ลงชื่อ.....
(นางสาวนัทธาทักซ์รัตน์ศรี)

นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการพิเศษ
ผู้รับผิดชอบโครงการ

ลงชื่อ.....
(นางนงนุช ศรีพุ่ม)

ประธานคณะกรรมการกลั่นกรองผลงานวิชาการ
ของหน่วยงานต้นสังกัด

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 62-64-06-32-020001-013-103-02-11

ชื่อโครงการวิจัย การสำรวจการกระจายตัวของดินเปรี้ยวจัดเพื่อจัดทำแผนที่ความต้องการปูน
ของประเทศไทยและการศึกษาระยะเวลาที่ปูนตกค้างในดินหลังจากใส่ปูนเพื่อ
ยกระดับพีเอชของดินเปรี้ยวจัด

Surveying on distribution of acid sulphate soil to create lime
requirement map and study on residue time after liming for
increasing soil pH of acid sulphate soil.

ผู้ร่วมดำเนินการ นางสาวนัทธา ทักษิณธนศรีณย์ นางสาวฐนชนก คำขจร นางสาวกัญจน์รัชต์ ลชิตาวงศ์
นางสาวอรพิชา วรภักดี นายกฤติโสภณ ดวงกมล และนางสาวชนิดา เกิดชนะ

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้ประกอบด้วย 2 ทดลอง การทดลองแรกเพื่อจัดทำแผนที่ความต้องการปูน (LR) จากชุดดินหลัก และศึกษาความสัมพันธ์ความต้องการปูนกับสมบัติทางเคมีดิน บริเวณพื้นที่ดินเปรี้ยวจัดภาคกลางของประเทศไทย สำหรับเป็นแนวทางในการใส่ปูนเพื่อยกระดับพีเอชดิน ซึ่งจะช่วยลดระยะเวลาและค่าใช้จ่าย โดยสุ่มเก็บชุดดินตัวแทนที่เป็นดินเปรี้ยวจัด จำนวน 93 ตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของดิน ประมาณค่าช่วงเชิงพื้นที่ของปริมาณความต้องการปูนด้วยวิธีทางธรณีสัณติ Inverse Distance Weighted (IDW) วิเคราะห์ความแตกต่างความต้องการปูนระหว่างชุดดินด้วย One-way ANOVA และหาความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรด้วย Pearson's correlation การศึกษานี้ จัดกลุ่มข้อมูลชุดดินเป็นจำนวน 6 กลุ่ม ได้แก่ 1) ชุดดินอยุธยา (Ay) ชุดดินบางน้ำเปรี้ยว (Bp) และชุดดินมหาโพธิ์ (Ma) 2) ชุดดินฉะเชิงเทรา (Cc) 3) ชุดดินองครักษ์ (Ok) 4) ชุดดินรังสิต (Rs) 5) ชุดดินเสนา (Se) และ 6) ชุดดินธัญบุรี (Tan) พบว่าชุดดิน Rs มีค่าเฉลี่ยความต้องการปูนมากที่สุด 1,647 kgCaCO₃/Rai ตามด้วยชุดดิน Ok ที่มีความต้องการปูน 1,591 kgCaCO₃/Rai ในขณะที่ปริมาณความต้องการปูน ต่ำสุด 468 kgCaCO₃/Rai พบในกลุ่มชุดดิน Ay, Bp, Ma และ ชุดดิน Cc สำหรับความต้องการปูนสูงสุด 3,120 kgCaCO₃/Rai พบในกลุ่มชุดดิน Ay, Bp, Ma จากการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยตามกลุ่มชุดดิน พบว่า ความต้องการปูนของชุดดิน Rs มีมากกว่ากลุ่มชุดดิน Ay, Bp, Ma (p-value = 0.02) และชุดดิน Cc (p-value = 0.01) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อจัดตัวอย่างดินตามระดับความรุนแรงของ pH พบว่าดินที่มีสภาพกรดรุนแรงมากจะมีความต้องการปูนสูงกว่าดินที่มีสภาพกรดจัดมาก และดินที่มีสภาพกรดจัดตามลำดับ นอกจากนี้ LR มีความสัมพันธ์กับ pH, Mn, Cu และ Zn มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่าง 0.525- 0.768 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติ (p-value ≤ 0.001) แผนที่ความต้องการปูนในการศึกษานี้สามารถใช้เป็นแนวทางเบื้องต้นสำหรับการใส่ปูน เพื่อยกระดับพีเอชของดินเปรี้ยวจัดได้เบื้องต้น หากต้องการความแม่นยำในระดับที่สูงขึ้นแนะนำให้ใช้สมบัติทางเคมีที่มีความเกี่ยวข้องกับ LR เป็นตัวแปรร่วมในการทำนายค่า LR ในแผนที่ ซึ่งจะช่วยลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายให้กับเกษตรกรได้ในระยะยาว

การทดลองที่ 2 การศึกษาระยะเวลาที่ปูนตกค้างในดินหลังจากใส่ปูนเพื่อยกระดับพีเอชของดินเปรี้ยวจัด ณ โครงการศึกษาทดลองการแก้ไขปัญหาดินเปรี้ยวอันเนื่องมาจากพระราชดำริ มูลนิธิชัยพัฒนา โดยปลูกข้าวเป็นพืชทดสอบ วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) 5×3 รวม 15 ตำรับการทดลอง ศึกษาอัตราของปูนตามตำรับการทดลอง ดังนี้ T1 ใส่ปูนตามกรรมวิธีของเกษตรกรอัตรา 2 ตันต่อไร่, T2 ใส่ตามความต้องการปูน 1,800 กก./ไร่, T3 ใส่ปูนโดยลดอัตราลง 0.5 เท่าของความต้องการปูน 900 กก./ไร่, T4 ใส่ปูนเพิ่ม 0.5 เท่าของความต้องการปูน 2,700 กก./ไร่ และ T5 ไม่ใส่ปูน (ตำรับควบคุม) ผลการทดลองพบว่า การเจริญเติบโตและผลผลิตของ T2 ให้จำนวนต้นต่อพื้นที่ จำนวนเมล็ดดี (เมล็ดต่อรวง) เติบโตสูงสุด ผลผลิตต่อไร่ treatment ที่ 4 (ใช้ปูน 2,700 กก./ไร่) ให้ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ยสูงที่สุดอยู่ที่ 563 กก.ต่อไร่ รองลงมาคือ treatment 1 (ใช้ปูน 2,000 กก./ไร่) ผลผลิต 436 กก.ต่อไร่ และ treatment 5 ให้ผลผลิตต่ำที่สุด (ไม่ใส่ปูน) โดยมีผลผลิต 303 กก.ต่อไร่ จากผลการทดลอง แนะนำให้ใส่ตามความต้องการปูนอัตรา 1.8 ตันต่อไร่ร่วมกับธาตุ NPK ตามค่าวิเคราะห์ดิน (T2) เนื่องจากให้ผลผลิตต่อไร่ที่คุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ และมีจำนวนเมล็ดดีสูงที่สุด (จำนวนเมล็ดต่อรวง) เมื่อเทียบกับ treatment อื่น

คำสำคัญ : ดินเปรี้ยวจัด, ความต้องการปูน, การประมาณค่า IDW

Abstract

This study consists of 2 experiments. First experiment aimed to provide a lime requirement (LR) mapping guideline as well as determined relationships between LR and other soil chemical properties based on soil series in central Thailand. A total of 93 acid sulphate soil samples was collected and analyzed to measure some chemical properties. We employed the Inverse Distance Weighted (IDW) method to generate spatial variation of the LR map. One-way ANOVA was used to compare different amount of the required lime among soil series. The linear relationships between variables were analyzed by Pearson's correlation. Soil samples were classified into 6 groups: (1) Ayutthaya series (Ay), Bang Nam Prieo series (Bp), Maha Phot series (Ma), (2) Chachoengsao series (Cc), (3) Ongkharak series (Ok), (4) Rangsit series (Rs), (5) Sena series (Se), and (6) Thanyaburi series (Tan). The results showed that Rs soil series needed the highest average LR rate (1,647 kgCaCO₃/Rai), followed by Ok soil series (1,591 kgCaCO₃/Rai). The minimum average LR rate presented in Ay, Bp, Ma soil series (468 kgCaCO₃/Rai). The maximum LR rate was found in Cc soil series (3,120 kgCaCO₃/Rai.) Statistically significant findings among six soil series groups indicated that Rs

soil series required greater lime than Ay, Bp, Ma (p-value = 0.02), and also higher than Cc soil series (p-value = 0.01). Extremely acid soil necessitated the most LR application when compared with very strongly acid and strongly acid. The associations between LR and pH, Mn, Cu, Zn were moderate to strong levels with correlation coefficients (r) from 0.525 to 0.768 (p-value $\leq$ 0.001). For further study, we recommended to bring some chemical properties that relevant to LR rate in the LR mapping estimation, which could increase more accuracy. Overall, this study can help agriculturalists and soil developer make informed acid sulphate soil management decision for cost- and time-efficient manner in the long run.

Second experiment, study on residue time after liming for increasing soil pH of acid sulphate Rs soil series for rice planting. The experiment was conducted at acid sulphate soil Royal project Nakhon Nayok province. The experimental design was randomized complete block design (RCBD) with 5 treatments 3 replications, total 15 treatments. The rate of liming treatments were as followed, 2,000 (T1), 1,800 (T2), 900 (T3), 2,700 (T4) kg/rai and a control treatment (without liming). The result shown that T2 gave the highest of plant per area and good seed per ear of rice. For rice yield, T4 gave the highest yield 563 kg/rai while T5 (without liming) gave the lowest yield 303 kg/rai. We recommended to apply lime at the rate of 1,800 kg/rai with macro nutrient elements (NPK) that followed by soil analysis (T2) as a result of the economic valuation and the good rice's quality.

Keywords: Acid sulphate soil, Lime requirement, Interpolation, IDW

หลักการและเหตุผล

ดินเปรี้ยวจัดหรือดินกรดกำมะถัน (acid sulphate soil) เป็นดินที่มีสภาพความเป็นกรดสูงมาก เนื่องจากอาจจะมี กำลัสมิ หรือได้เคยมีกรดกำมะถันซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากการเกิดดินชนิดนี้ อยู่ในหน้าตัดของดิน และปริมาณของกรดกำมะถันที่เกิดขึ้นนั้น มีมากพอที่จะมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน และการเจริญเติบโตของพืชในบริเวณนั้น การกำเนิดดินเปรี้ยวเกี่ยวข้องกับตะกอนน้ำทะเลหรือตะกอนน้ำกร่อย จะสะสมสารประกอบไพไรต์ (FeS_2) ที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ เมื่อดินแห่งสารประกอบกำมะถันจะแปรสภาพโดยกระบวนการออกซิเดชันทำให้เกิดกรดกำมะถันขึ้นในดิน ดินที่มีสภาพเป็นกรดสูงมากนี้จะมีผลกระทบต่อพืชที่ปลูก โดยทั่วไปจะมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง หรือพีเอช (pH) ต่ำกว่า 4.0 โดยทั่วไปจะพบจุดประสีเหลืองฟางข้าว ของจาโรไซต์ (jarosite) ($\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$) ในชั้นดินล่าง ความเป็นกรดสูงเกินไปจะส่งผลให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารพืช โดยพืชจะขาดแคลนธาตุอาหารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส เป็นต้น ในสภาวะที่ดินเป็นกรดสูง ธาตุเหล็กและอะลูมิเนียมจะละลายออกมามากจนถึงระดับที่ดินเป็นพิษต่อพืชที่เพาะปลูก

ปัญหาดินเปรี้ยวพบมากในพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย ประมาณ 3.2 ล้านไร่ ภูมิสังฐานเป็นที่ราบน้ำทะเลเคยขึ้นถึง (former tidal flats) บริเวณจังหวัดปทุมธานี นครนายก พระนครศรีอยุธยา สมุทรปราการ มีวัตถุดินกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำผสมตะกอนทะเล ส่วนใหญ่จัดเป็นกลุ่มเนื้อดินที่เป็นดินเหนียว (clayey soils) เช่น ชุดดิน องค์กรักษ์ รังสิต เสนา ัญบุรี เป็นต้น ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่เพาะปลูกข้าวและได้รับผลกระทบจากปัญหาดินเปรี้ยวทำให้คุณภาพและปริมาณผลผลิตลดลง การแก้ไขปัญหาดินเปรี้ยวบริเวณดังกล่าวจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบความต้องการปุ๋ยเพื่อให้คำแนะนำในการใส่ปุ๋ยแต่อย่างเหมาะสมทั้งชนิด ปริมาณ และระยะเวลาเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดและลดต้นทุนในการผลิต วิธีการปรับปรุงดินเปรี้ยวทำได้โดยใส่วัสดุปูน เช่น ปูนมาร์ล ปูนขาว ปูนโคลไม่ต์ หินปูนบด หินปูนฝุ่น ควรเลือกชนิดปูนที่มีคุณภาพดี (CCE มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์) มีขนาดละเอียดพอสมควร (ทัศนีย์, 2550; กรมพัฒนาที่ดิน, 2558) วิธีการใส่ปุ๋ยโดยการผสมคลุกเคล้ากับหน้าดินในอัตราที่เหมาะสมตามความต้องการปุ๋ย (lime requirement) ของดิน เพื่อช่วยลดความเป็นกรดในดิน หรือใช้ปูนควบคู่ไปกับการใช้น้ำชะล้างและควบคุมระดับน้ำใต้ดิน ซึ่งเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในพื้นที่ซึ่งดินเป็นกรดรุนแรงมาก การใส่ปุ๋ยแต่ละครั้งจะมีประสิทธิภาพในการสะท้อนความเป็นกรดในดินได้ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปอยู่ในช่วง 3-5 ปี ขึ้นอยู่กับชนิดและคุณภาพปุ๋ย ปริมาณแคลเซียมในดิน เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำในดินแล้วจะได้สารละลายที่เป็นกรด เช่น H^+ , Al^{3+} , Fe^{3+} สภาพพื้นที่ เนื้อดิน วัตถุดินกำเนิดดิน ภูมิอากาศ เป็นต้น

การจะทราบความต้องการปุ๋ยจะต้องเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ และใช้เทคนิค วิธีการที่ค่อนข้างยุ่งยาก และใช้ระยะเวลานานในการบ่มดิน (soil incubation) สำหรับ

การประเมินความต้องการปูน ทั้งนี้เกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่มีความรู้ว่าการใส่ปูนแต่ละครั้งนั้น ควรจะต้องมีการวิเคราะห์ความต้องการปูนเสียก่อน เพื่อเลือกชนิดปูน และอัตราปูนที่เหมาะสม สำหรับดินและพืชสำหรับไร่นาของตนเอง การสำรวจและเก็บตัวอย่างชุดดินตัวแทนหลักที่เป็นดินเปรี้ยวจัดเพื่อประเมินความต้องการปูนของประเทศไทยนั้นสามารถใช้ประโยชน์ได้หลายปี ไม่เปลี่ยนแปลงง่ายเหมือนกรณีธาตุอาหารหลัก อีกทั้งยังเป็นการเก็บฐานข้อมูลการกระจายตัวของดินเปรี้ยวจัดและความต้องการปูนของดินดังกล่าวเพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการจัดการด้านดินและปุ๋ย สำหรับเกษตรกร และนักวิจัยในการประยุกต์ใช้แผนที่ด้านการเกษตรในอนาคต

กรมพัฒนาที่ดินเป็นหน่วยงานหลักซึ่งรับผิดชอบในการจัดทำฐานข้อมูลด้านทรัพยากรดินของ ประเทศไทย ผลิตภัณฑ์ดินในรูปแบบดิจิทัล มาตราส่วน 1:25,000 ซึ่งมีความถูกต้องและทันสมัย ทั้งนี้การสำรวจความต้องการปูนของประเทศไทยได้เคยมีผู้ทำการศึกษามาก่อนหน้าแล้ว แต่เป็นข้อมูลที่ยังไม่ครอบคลุมการกระจายตัวของชุดดินตัวแทนหลักที่เป็นดินเปรี้ยวจัด สำหรับการวิเคราะห์ความต้องการปูนเป็นข้อมูลเมื่อหลายสิบปีมาแล้ว อีกทั้งการจัดเก็บฐานข้อมูลยังกระจัดกระจายและส่วนใหญ่ไม่ได้อยู่ในรูปแบบดิจิทัล ซึ่งการจะใช้งานค่อนข้างจะยุ่งยาก

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จัดทำฐานข้อมูลทรัพยากรดิน โดยการสำรวจการกระจายตัวของดินเปรี้ยวจัดเพื่อจัดทำแผนที่ความต้องการปูนของประเทศไทย โดยการศึกษาพร้อมกับชุดดินตัวแทนหลักที่เป็นดินเปรี้ยวจัด แผนที่ชุดดินมาตราส่วน 1:25,000 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558) แผนที่กลุ่มชุดดิน 1: 50,000 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) และรวบรวมและแปลผลฐานข้อมูลทรัพยากรดินที่เป็นจุดศึกษาดินบางส่วนก่อนหน้านี้ของกรมพัฒนาที่ดินและสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต รวมทั้งผลการวิเคราะห์ดิน เพื่อหาความสัมพันธ์และแนวโน้มการแพร่กระจาย ตลอดจนทำการวางแผนเก็บตัวอย่างเพิ่มเติม เพื่อเป็นตัวแทนของดินเปรี้ยวจัดที่กระจายครอบคลุมพื้นที่

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสำรวจการกระจายตัวของดินเปรี้ยวจัดเพื่อจัดทำแผนที่ความต้องการปูนของประเทศไทย
2. เพื่อศึกษาระยะเวลาที่ปูนตกค้างในดินหลังจากใส่ปูนเพื่อยกระดับพีเอชของดินเปรี้ยวจัด

การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การตรวจเอกสาร

1.1 คำจำกัดความเกี่ยวกับดินเปรี้ยว

ดินเปรี้ยวจัด หรือว่าดินกรดกำมะถัน (Acid Sulfate Soils) หมายถึงดินที่มีสารประกอบไพไรต์ (Pyrite) เป็นจำนวนมาก ซึ่งเมื่อผ่านกระบวนการออกซิเดชัน จะทำให้เกิดมีกรดกำมะถัน และฤทธิ์ของความเป็นกรดมีกรุนแรง พอที่ทำให้เกิดอันตรายต่อพืชที่ปลูก ดินชนิดนี้มักพบสารจาโรไซต์ (Jarosite) ที่เกิดจากกระบวนการออกซิเดชันของไพไรต์ มีลักษณะสีเหลือง ฟางข้าวที่ขึ้นได้ชั้นหนึ่งในหน้าตัดดิน (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2562)

ลักษณะโดยทั่วไปของดินเปรี้ยวจัดเป็นดินที่มี pH ต่ำมากเมื่อเทียบกับดินทั่วไป มีการกำเนิดมาจากตะกอนน้ำทะเล และตะกอนน้ำกร่อย เป็นดินที่มี pH เท่ากับ 4 หรือต่ำกว่า ที่ระดับความลึกไม่เกิน 50 เซนติเมตรจากหน้าตัดดิน การที่มี pH ระดับต่ำกว่า 4 เนื่องมาจาก ปฏิกิริยาการออกซิเดชัน ของสารประกอบซัลไฟด์ จากแร่ไพไรต์ (Pyrite) ในดินซึ่งทำให้เกิด กรดกำมะถัน และอะลูมิเนียมซัลเฟต และปฏิกิริยาออกซิเดชันนี้ในที่สุด เกิดสารประกอบจาโรไซต์ (Jarosite) ที่มีลักษณะจุดประเป็นสีเหลืองอ่อนคล้ายสีฟางข้าว ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ระดับความรุนแรง ของความเป็นกรดภายในดิน ถ้าพบจาโรไซต์ในปริมาณมาก และอยู่ใกล้หน้าตัดดิน ระดับความเป็น กรดจะสูง แต่ถ้าพบปริมาณน้อย และไกลบริเวณรากพืช จะมีผลกระทบทางด้านการเกษตรเล็กน้อย พบว่าดินเปรี้ยวจัดของประเทศไทย ส่วนมากเป็นดินที่มีอายุมาก (mature) ได้ผ่านกระบวนการการกำเนิดดิน และกระบวนการชะล้างตามธรรมชาติ (natural leaching) โดยน้ำเป็นระยะเวลาที่ยาวนาน

ไพไรต์ (pyrite) ซึ่งมีสูตรทางเคมี FeS_2 แร่ซัลไฟด์ชนิดหนึ่ง ผลึกอยู่ในระบบสามแกนเท่าพบมากเป็นผลึกรูปลูกบาศก์ มีสีเหลือง ผิวเงาวาวคล้ายโลหะทองคำ

จาโรไซต์ (jarosite) ซึ่งมีสูตรทางเคมี $(\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ แร่ที่มีองค์ประกอบของโพแทสเซียม เหล็กซัลเฟต มีสีเหลืองคล้ายฟางข้าว มักพบในดินที่เกิดจากการทับถมของตะกอนน้ำกร่อย

Brinkman and Pons (1973) ได้พิจารณาแบ่งดินเปรี้ยวจัดออกเป็น 3 กลุ่มแยกตามคุณสมบัติอย่างกว้าง ๆ และได้ให้คำจำกัดความของดินเปรี้ยวจัดไว้ ดังต่อไปนี้

1. ดินเปรี้ยวจัดแฝง (potential acid sulfate soils) ได้แก่ ดินที่มีการกำเนิดมาจาก ตะกอนน้ำทะเล มีปริมาณซัลไฟด์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือแร่ไพไรต์ (Pyrite) สูงประมาณ 1.0-2.5 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณของตะกอนที่เป็นปูน และตะกอนของแร่ต่างๆ ที่มีคุณสมบัติเป็นต่างต่ำ ปัจจุบันดินนี้ยังคงอยู่ในสภาพน้ำขังหรือยังไม่มีการระบายน้ำ ชั้นของดิน บนยังมี pH เป็นกลางหรือต่างอ่อน (pH 7.0-8.0) อยู่ ถ้าดินนี้ได้รับการระบายน้ำ และมีการถ่ายเทอากาศเกิดขึ้นในชั้นของดิน จะทำให้ดินนี้กลายเป็นดินเปรี้ยวจัด เนื่องจากสารประกอบไพไรต์ถูกออกซิไดซ์ทำให้เกิดกรดกำมะถัน

2. ดินเปรี้ยวจัดที่แท้จริง (actual acid sulfate soils) ได้แก่ ดินที่มีชั้นดินหนึ่งชั้นหรือ มากกว่าหนึ่งชั้นที่กำลังมีการตกค้างเกิดขึ้นในหน้าตัดดิน ประกอบด้วยสารประกอบซัลเฟตของอะลูมิเนียม และเหล็กที่จะมีความเข้มข้นพอ ที่จะปฏิกิริยาออกฤทธิ์ต่อพืชที่ปลูกในสภาพในไร่นา นอกจากนี้พบว่ามีอะลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable aluminum) ในปริมาณที่สูง มี pH ต่ำกว่า 4 นอกจากนี้จะพบจุดประสีเหลืองฟางข้าว ของสารประกอบจาโรไซต์ และบางครั้งจะพบ จุดประสีของอะลูมิเนียมซัลเฟตปะปนอยู่ด้วย

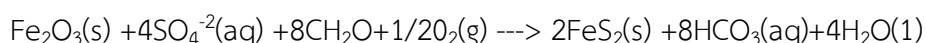
3. ดินเปรี้ยวจัดเทียม (pseudo หรือ para acid sulfate soils) ได้แก่ ดินที่เคยมีการตกค้างเกิดขึ้นแล้ว แต่ต่อมากรดดังกล่าวส่วนใหญ่ถูกชะล้างหายไป หรือถูกทำลายไป (อาจถูกสะเทินโดยสารประกอบคาร์บอเนต) จนมีปริมาณเหลือเพียงเล็กน้อย ไม่ถึงกับเป็นอันตรายหรือทำความเสียหายกับพืชที่ปลูก ผลการสะเทินของกรดโดยสารประกอบคาร์บอเนตที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ จะพบเป็นผลึกยิปซัม ที่มีลักษณะคล้ายผลึกแก้ว เป็นรูปเข็มอยู่ในชั้นดิน ลักษณะดินชนิดนี้ ส่วนใหญ่จะมีลักษณะคล้ายดินเปรี้ยวจัดชุดที่ 2 แต่พบผลึกยิปซัมทั่ว ๆ ไป ในดินชั้นล่างซึ่งสามารถเห็นได้อย่างชัดเจน และมักพบสารประกอบจาโรไซต์ที่เป็นจุดประสีฟางข้าว

ลักษณะดินเปรี้ยวจัด โดยทั่วไปมีเนื้อดินเป็นดินเหนียวจัด พบจาโรไซต์ภายใน 150 เซนติเมตรจากผิวดิน สภาพพื้นที่ที่พบเป็นที่ลุ่มต่ำ น้ำท่วมขัง มีต้นกก กกทรงกระเทียม ขึ้นอยู่ทั่วไป น้ำมีลักษณะที่ใสมากและเป็นกรดจัดมาก พบคราบสนิมเหล็กในดินและบริเวณผิวดิน เมื่อดินแห้งจะแตกกระแหเป็นร่องลึก เมื่อขุดดิน ยกร่องลึกจะพบจุดประสีเหลืองฟางข้าวกระจายอยู่ หรือพบชั้นดินเลนเหนียวหรือร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ชั้นดินเลนนี้เมื่อแห้งจะเป็นกรดรุนแรงมาก (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558) ความเป็นกรดสูงเกินไปนี้จะส่งผลให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารพืช โดยพืชจะขาดแคลนธาตุอาหารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส เป็นต้น ในสภาวะที่ดินเป็นกรดสูง ธาตุเหล็กและอะลูมิเนียมจะละลายออกมาจากจนถึงระดับที่ดินเป็นพิษต่อพืชที่เพาะปลูก มีรายงานมากมายว่า สภาพของดินเปรี้ยวจัดที่ไม่เหมาะสมต่อการปลูกพืชก็คือ pH ต่ำ ความเป็นพิษที่เกิดจากอะลูมิเนียม เหล็ก H_2S CO_2 เกือบที่เป็นพิษ ความเป็นพิษของกรดอินทรีย์ที่ pH ต่ำ การขาดฟอสฟอรัส และจุลธาตุอื่น ๆ และปริมาณธาตุอาหารต่ำ (ทัศนีย์, 2556) การทดลองความเป็นพิษของเหล็กและอะลูมิเนียม สำหรับดินเปรี้ยวจัดของประเทศไทย พบว่าปริมาณสูงสุดของเหล็กและอะลูมิเนียมที่ละลายน้ำได้ในชุดดินองครักษ์ที่ไม่ได้ใส่ปูนเท่ากับ 70 และ 60 มก./ลิตร ตามลำดับ ในกรณีของชุดดินรังสิตกรดจัด ปริมาณสูงสุดของเหล็ก และอะลูมิเนียมที่ละลายน้ำได้ เท่ากับ 80 และ 3.5 มก./ลิตร ตามลำดับ (กิตตินันท์ 2529, สารระ 2530)

1.2 การเกิดดินเปรี้ยวจัด

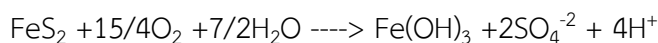
ดินเปรี้ยวจัดมีสภาพความเป็นกรดสูงมาก เนื่องจากอาจจะมี กำลังมี หรือได้เคยมีการตกค้างเกิดขึ้นซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากการเกิดดินชนิดนี้อยู่ในหน้าตัดของดิน และปริมาณของกรดตกค้างที่เกิดขึ้นนั้น มีมากพอที่จะมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน และการ

เจริญเติบโตของพืชในบริเวณนั้น การกำเนิดดินเปรี้ยวเกี่ยวข้องกับตะกอนน้ำทะเลหรือตะกอนน้ำกร่อย จะสะสมสารประกอบไพไรต์ (FeS_2) ที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ เมื่อดินแห่งสารประกอบกำมะถันจะแปรสภาพโดยกระบวนการออกซิเดชันทำให้เกิดกรดกำมะถันขึ้นในดิน ทศนิยม (2556) รายงานว่าดินเปรี้ยวจัดเกิดจากตะกอนดินที่มีไพไรต์สูงและมีแคลเซียมคาร์บอเนตต่ำ อยู่ในสภาพรีดิวซ์ เมื่อมีการระบายอากาศ ตะกอนที่มีการสะสมไพไรต์จะถูกออกซิไดซ์ ได้เพอริกไฮดรอกไซด์ และกรดกำมะถันซึ่งจะทำให้ดินเป็นกรดรุนแรง ตะกอนดินที่เดิมมีสีเทาปนเขียวก็จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเทา น้ำตาล และมีจุดประมีสีเหลืองฟางข้าวของจาโรไซด์ เกิดขึ้นในหน้าตัดดิน ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการเกิดดินเปรี้ยวจัดนั้นประกอบด้วย 2 กระบวนการ ได้แก่ (1) การเกิดไพไรต์ (2) การเกิดออกซิเดชันของไพไรต์ ทั้งสองกระบวนการจะต้องมีสภาพพิเศษ มีซัลเฟตซึ่งได้จากน้ำทะเล มีแหล่งพลังงาน (อินทรีย์วัตถุ) ให้กับแบคทีเรียที่จะรีดิวซ์ซัลเฟตเป็นซัลไฟด์ จะต้องมี Fe^{2+} และต้องเป็นสภาพที่ไม่มีออกซิเจน ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นดังนี้

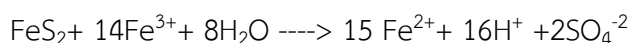


ปฏิกิริยานี้ เป็นปฏิกิริยารวมที่ซัลเฟตเปลี่ยนเป็นซัลไฟด์ และเปลี่ยนเป็นไธโอซัลไฟด์ กระบวนการออกซิเดชันของไพไรต์

Pons, L.J. and van Breemen, N. (1982) ได้อธิบายกระบวนการออกซิเดชันของไพไรต์ว่าไพไรต์จะถูกออกซิไดส์ ได้ FeSO_4 และ H_2SO_4 ปฏิกิริยาออกซิเดชันและการเกิด Fe(III)oxide เขียนได้ดังนี้



pyrite จะถูกออกซิไดส์ โดย Fe(III) ที่ละลายได้



1.3 สภาพปัญหาของดินเปรี้ยว

จากสภาพความเป็นกรดของดินมีผลกระทบต่อการละลายของธาตุบางชนิดออกมาจนถึงระดับที่เป็นพิษต่อพืชรวมทั้งการตรึงธาตุฟอสฟอรัสซึ่งเป็นธาตุอาหารหลัก ทำให้อยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช และมีผลกระทบต่าง ๆ ซึ่งสามารถแยกได้ดังนี้

1. ความเป็นกรดจัด ทำให้ขาดความสมดุลดิน น้ำ พืช
2. ความเป็นพิษของอะลูมินัม เหล็ก แมงกานีส และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ทำลายระบบรากพืช
3. สภาพขาดแคลนธาตุอาหารพืช โดยเฉพาะธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัส รวมทั้งธาตุอาหารรองและจุลธาตุต่าง ๆ พืชจะแคระแกรนหรือตาย
4. ความเค็ม ที่เกิดจากปริมาณสารละลายเกลือซัลเฟต หรือการไหลซึมของความเค็มในดินหรืออิทธิพลของกระแสน้ำทะเลท่วมถึง
5. กิจกรรมจุลินทรีย์ต่ำกว่าปกติ เนื่องจากกรดทำให้ขบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุต่ำมาก

6. การเจริญเติบโตของรากพืชถูกจำกัด เมื่อปลายรากพืชถึงดินชั้นล่างที่มีความเป็นกรดรุนแรง

7. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม คุณภาพน้ำเป็นกรด มีรสร่อยทำลายนิเวศพืชและสัตว์น้ำ และทำลายกักต่อนโครงสร้างคอนกรีตและโลหะ

1.4 คำจำกัดความเกี่ยวกับปูนทางการเกษตร

ปูน วัสดุปรับปรุงดิน (soil amendment) ที่ใส่ลงไปในดินเพื่อแก้ไขและปรับปรุงดินที่มีสภาพความเป็นกรดมาก ๆ เพื่อทำให้มีความเหมาะสมต่อการเพาะปลูก

ปูนทางเกษตร (lime, agriculture) วัสดุปรับปรุงดินที่ประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต แมกนีเซียมคาร์บอเนต และวัสดุอื่น ๆ ที่ใช้ลดความเป็นกรดของดิน และเพิ่มธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมให้แก่พืช

มาร์ล (marl) ซึ่งมีสูตรทางเคมี CaCO_3 ปูนแคลเซียมคาร์บอเนตที่มีดินเหนียวหรือมีสารอินทรีย์ปนอยู่ในปริมาณไม่แน่นอน มีลักษณะอ่อนและร่วนหรือจับกันเป็นก้อน ที่พบในประเทศส่วนใหญ่จะมีแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 45-80

ปูนโดโลไมต์ (dolomitic lime) ซึ่งมีสูตรทางเคมี $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ วัสดุปูนที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ประกอบด้วยแมกนีเซียมคาร์บอเนตและแคลเซียมคาร์บอเนต

ปูนขาวหรือปูนสุก (hydrated lime, slaked lime) ซึ่งมีสูตรทางเคมี $(\text{Ca}(\text{OH})_2, \text{Mg}(\text{OH})_2)$ และ CaO ปูนดิบที่ถูกความชื้นในอากาศหรือพรมน้ำแล้วแตกละเอียดเป็นผงขาว มีแคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นองค์ประกอบหลัก แต่ถ้าปูนดิบนั้นได้มาจากโดโลไมต์จะมีแคลเซียมไฮดรอกไซด์และแมกนีเซียมไฮดรอกไซด์เป็นองค์ประกอบหลัก

สมมูลแคลเซียมคาร์บอเนต (CCE) ความสามารถของวัสดุปูนที่ทำให้กรดเป็นกลาง แสดงเป็นร้อยละโดยน้ำหนักของแคลเซียมคาร์บอเนต โดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนตบริสุทธิ์เป็นมาตรฐานเปรียบเทียบให้มีค่าเท่ากับ 100 ค่าสมมูลนี้ใช้เป็นเกณฑ์กำหนดคุณภาพปูนทางการเกษตร

ความต้องการปูน (lime requirement) ปริมาณวัสดุปูนซึ่งบอกเป็นสมมูลแคลเซียมคาร์บอเนตที่ต้องใช้ในการปรับดินให้มีพีเอช หรือปริมาณอะลูมิเนียมที่ละลายได้ในระดับที่ต้องการ (พจนานุกรมปฐพีวิทยา, 2551)

คุณภาพและปริมาณผลผลิตลดลง ปูนทางเกษตรที่นิยมใช้ในการแก้ไขความเป็นกรดของดินบริเวณภาคกลางและภาคตะวันออก ได้แก่ ปูนมาร์ล ซึ่งหาซื้อได้ง่ายและราคาถูกกว่าปูนชนิดอื่น บางบริเวณที่ปลูกไม้ผล ปาล์มน้ำมันใช้โดโลไมต์ปรับปรุงแก้ไขความเป็นกรดจัดของดินก่อนปลูก (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558)

1.5 แนวทางการแก้ไขดินเปรี้ยวจัด

การแก้ไขปัญหาดินเปรี้ยวบริเวณดังกล่าวจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบความต้องการปูนเพื่อให้คำแนะนำในการใส่ปูนได้อย่างเหมาะสมทั้งชนิด ปริมาณ และระยะเวลาเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพ

สูงสุดและลดต้นทุนในการผลิต วิธีการปรับปรุงดินเปรี้ยวทำได้โดยใส่วัสดุปูน เช่น ปูนมาร์ล ปูนขาว ปูนโดโลไมต์ หินปูนบด หินปูนฝุ่น ควรเลือกชนิดปูนที่มีคุณภาพดี (CCE มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์) มีขนาดละเอียดพอสมควร (ทัศนีย์, 2556; กรมพัฒนาที่ดิน, 2558) วิธีการใส่ปูนโดยการผสมคลุกเคล้ากับหน้าดินในอัตราที่เหมาะสมตามความต้องการปูน (lime requirement) ของดิน เพื่อช่วยลดความเป็นกรดในดิน หรือใช้ปูนควบคู่ไปกับการใช้น้ำชะล้างและควบคุมระดับน้ำใต้ดิน ซึ่งเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในพื้นที่ซึ่งดินเป็นกรดรุนแรงมาก การใส่ปูนแต่ละครั้งจะมีประสิทธิภาพในการสะท้อนความเป็นกรดในดินได้ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปอยู่ในช่วง 3-5 ปี ขึ้นอยู่กับชนิดและคุณภาพปูน ปริมาณแคตไอออนในดิน เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำในดินแล้วจะได้สารละลายที่เป็นกรด เช่น Hydrogen Ion (H^+), Aluminum Ion (Al^{3+}), Ferric Ion (Fe^{3+}) สภาพพื้นที่ เนื้อดิน วัตถุต้นกำเนิดดิน ภูมิอากาศ เป็นต้น

1.6 คำจำกัดความเกี่ยวกับการจำแนกดิน

การจำแนกดิน หมายถึง ศาสตร์ที่ว่าด้วยการแจกแจงดินชนิดต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ในระดับต่าง ๆ ของความคล้ายคลึงกันของสมบัติของดินและลักษณะการเกิดของดิน (เอิบ, 2548)

ในระบบอนุกรมวิธานดิน (Soil Taxonomy) ของสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 2014 (Soil Survey Staff, 2014.) ได้จำแนกดินกรดจัดในบริเวณต่าง ๆ ของโลกไว้ดังต่อไปนี้ คือ

ดินที่มีศักยภาพที่จะเป็นดินกรด เป็นดินที่มีวัสดุซัลไฟด์ (Sulfidic materials) อยู่ภายใต้หน้าตัดดิน ซึ่งวัสดุซัลไฟด์ หมายถึง วัสดุอินทรีย์ หรือวัสดุอินแร่ธาตุที่ถูกน้ำแช่ขัง

กลุ่มดิน (Great group) ที่เป็นดินที่มีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด ตามระบบอนุกรมวิธานดินของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (Soil Survey Staff, 1976; 1987) ได้แก่

กลุ่มดิน Sulfihemists เป็นดินที่มีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด ที่มีอินทรีย์วัตถุเป็นลักษณะเด่น คือ เป็นดินอินทรีย์ที่มีวัสดุซัลไฟด์อยู่ในหน้าตัดดิน ภายในความลึก 100 เซนติเมตรจากผิวหน้าดิน

กลุ่มดิน Sulfaquents เป็นดินแร่ธาตุที่มีวัสดุซัลไฟด์อยู่ในหน้าตัดดินภายในความลึก 50 เซนติเมตรจากผิวหน้าดินแร่ธาตุ

หน่วยแผนที่ หมายถึง ชนิดหรือกลุ่มของดินที่เขียนขอบเขตแสดงไว้ในแผนที่ดินนั้น ๆ หน่วยแผนที่จะมีชื่อ ซึ่งอาจจะเป็นชื่อทางการจำแนกชนิดของดินตามระบบใดระบบหนึ่ง หรืออาจจะเป็นชื่อที่ใช้เฉพาะทางการสำรวจที่แสดงให้เห็นภาพพจน์ของสภาพธรรมชาติเชิงภูมิศาสตร์ของบริเวณนั้น ๆ ที่มีความหมายเกี่ยวข้องกับดินพอที่จะนำมาแปลความหมายเพื่อใช้ประโยชน์ได้ (เอิบ, 2548)

ชุดดิน (Soil series) เป็นหน่วยจำแนกดินขั้นต่ำสุดในระบบอนุกรมวิธานดิน (soil taxonomy) ที่พัฒนาขึ้นโดยกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา ซึ่งกรมพัฒนาที่ดินใช้เป็นระบบหลักในการจำแนกและจัดทำแผนที่ดินของประเทศไทย โดยปกติการตั้งชื่อชุดดินจะใช้ชื่อสถานที่ที่พบดิน

นั้นๆ เป็นครั้งแรก มาตั้งเป็นชื่อชุดดินเพื่อให้จดจำได้ง่าย อาจจะเป็นชื่อของจังหวัด อำเภอ ตำบล หมู่บ้าน หรือแม่น้ำ ลำคลอง

1.7 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยในการนำเข้า จัดเก็บ จัดเตรียม ดัดแปลง แก้ไข จัดการ และวิเคราะห์ พร้อมทั้งแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ ตามวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ ดังนั้น GIS จึงเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์เพื่อใช้ในการจัดการ และบริหารการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงข้อมูลด้านพื้นที่ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากเป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับระบบการไหลเวียนของข้อมูล และการผสมผสานข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เช่น ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) หรือข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เพื่อให้ได้สารสนเทศที่มีคุณค่าและสามารถนำไปใช้ในการบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1. องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ 5 ส่วน คือ ข้อมูล/สารสนเทศ (Data/Information), เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ (Hardware), โปรแกรม (Software), บุคลากร (User/People) และขั้นตอนการทำงาน (Process) ดังนี้

1) ข้อมูล (Data/Information) ข้อมูลที่จะนำเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ควรเป็นข้อมูลเฉพาะเรื่อง (Theme) และเป็นข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ในการตอบคำถามต่าง ๆ ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ เป็นข้อมูลที่มีความถูกต้องและเชื่อถือได้ และเป็นปัจจุบันมากที่สุด โดยข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) และข้อมูลอธิบาย (non-Spatial Data or Attribute Data) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) เป็นข้อมูลที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ (Geo-Reference Data) ของรูปลักษณะของพื้นที่ (Graphic Feature) ซึ่งมีอยู่ 2 แบบ คือ ข้อมูลที่แสดงทิศทาง (Vector Data) และข้อมูลที่แสดงเป็นตารางกริด (Raster Data) โดยข้อมูลที่มีทิศทาง ประกอบด้วยลักษณะ 3 อย่าง คือ

- ข้อมูลจุด (Point) เช่น ที่ตั้งหมู่บ้าน โรงเรียน หรือวัด เป็นต้น
- ข้อมูลเส้น (Line) เช่น ถนน แม่น้ำ เป็นต้น
- ข้อมูลพื้นที่ หรือเส้นรอบรูป (Polygon) เช่น แหล่งน้ำผิวดิน เป็นต้น

2) เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยรวมกันเรียกว่า ระบบฮาร์ดแวร์ (Hardware) ประกอบด้วย คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์การนำเข้า เช่น Digitizer, Scanner, Global Positioning System (GPS), อุปกรณ์อ่านข้อมูล เก็บรักษาข้อมูล และแสดงผลข้อมูล เช่น Printer Plotter เป็นต้น ซึ่งอุปกรณ์แต่ละชนิดจะมีหน้าที่และคุณภาพแตกต่างกันออกไป

3) โปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ (Software) Software หมายถึง โปรแกรมที่ใช้ในการจัดการระบบ และสั่งงานต่าง ๆ เพื่อให้ระบบฮาร์ดแวร์ทำงาน หรือเรียกใช้ข้อมูล ที่จัดเก็บในระบบฐานข้อมูล

มาทำงานตามวัตถุประสงค์ โดยทั่วไปชุดคำสั่งหรือโปรแกรมของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จะประกอบด้วย หน่วยนำเข้าข้อมูล หน่วยเก็บข้อมูลและการจัดการข้อมูล หน่วยวิเคราะห์ หน่วยแปลงข้อมูล หน่วยแสดงผลและหน่วยตอบโต้กับผู้ใช้ (User Interface)

4) บุคลากร (Human Resource) บุคลากร จะประกอบด้วยนักวิเคราะห์หรือสร้างระบบ (Analyst) และผู้ใช้สารสนเทศ (User) โดยผู้ใช้ระบบหรือผู้ชำนาญการ GIS จะต้องมีความชำนาญในหน้าที่ และได้รับการฝึกฝนมาแล้วเป็นอย่างดี พร้อมทั้งจะทำงานได้เต็มความสามารถ โดยทั่วไปผู้ใช้ระบบจะเป็นผู้เลือกระบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ เพื่อให้ตรงตามวัตถุประสงค์ และสนองตอบความต้องการของหน่วยงาน ส่วนผู้ใช้สารสนเทศ (User) คือนักวางแผน หรือผู้มีอำนาจตัดสินใจ (Decision-maker) เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ

5) ขั้นตอนการดำเนินงาน (Procedure) สำหรับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ความถูกต้องของข้อมูลเป็นสิ่งสำคัญที่สุด เพราะการวิเคราะห์และตัดสินใจจากข้อมูลที่ผิดพลาดจะทำให้เกิดผลเสียอย่างใหญ่หลวง ทั้งแรงงาน ความพยายาม และค่าใช้จ่ายทุกอย่างที่ลงทุนไปจะกลายเป็นความสูญเปล่า ในการสร้างฐานข้อมูลที่ดีจึงต้องมีขั้นตอนการทำงานที่ละเอียดถูกต้องเพื่อให้เป็นการประหยัดฐานข้อมูลควรได้รับการออกแบบโดยคำนึงถึงเป้าหมายให้สามารถใช้ร่วมกันได้ในกิจกรรมหลากหลาย

1.8 การประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่ (Interpolation)

เป็นการประยุกต์การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีค่าเลขประจำพิกัด ได้แก่ Digital Number, Pixel Value และ Z Value เป็นต้น การประมาณค่าในช่วงจึงเป็นการทำนายค่าจุดข้อมูลพื้นผิวจากข้อมูลต่อเนื่องของจุดที่มีค่าแตกต่างกันในแต่ละจุด โดยอาศัยจุดข้อมูลที่ทราบค่ามาทำนายโดยใช้ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างความถูกต้อง กล่าวคือ การแสดงค่าต่าง ๆ อาจแสดงออกมาได้ด้วยแกน Z (Z-Axis) ที่มีอยู่ในระบบพิกัด 3 มิติ x, y, z เนื่องจากพื้นที่ผิวนั้นประกอบขึ้นจากจุดจำนวนนับไม่ถ้วน แบบจำลองพื้นที่ผิวจึงเกิดจากการประมาณค่าพื้นที่ผิวจริงช่วยสร้างรายละเอียดของพื้นผิวในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยการเก็บตัวอย่างที่มีความแตกต่างกันบนพื้นผิวที่ต้องการแล้วจึงคำนวณเพื่อแทรกค่าด้วยการประมาณค่าในช่วงลงไประหว่างจุดตัวอย่างเหล่านั้น

เป็นกระบวนการของการใช้ข้อมูลจุดที่ทราบค่าในการประมาณค่าบริเวณตำแหน่งที่ไม่มีข้อมูล โดยใช้ตำแหน่งที่มีข้อมูลจากการตรวจวัดหรือเก็บตัวอย่างเพื่อประมาณค่าการเปลี่ยนแปลงค่าจุดข้อมูลจนถึงพื้นที่ผิวที่มีลักษณะข้อมูลที่ได้ต่อเนื่องกัน

สุเพช (2552) กล่าวว่า การประมาณค่าในช่วง (Interpolation) เป็นการทำนายค่าให้กับเซลล์ใน Raster จากข้อมูลจุดตัวอย่างที่มีอยู่อย่างจำกัด โดยวิธีการดังกล่าวสามารถใช้ในการทำนายค่าที่ไม่ทราบจากจุดทางภูมิศาสตร์โดยการประมาณค่าของ Z-Value สำหรับทุกตำแหน่งจุดสำรวจ ภายใต้สมมติฐานว่า ข้อมูลจะต้องเป็นประเภทข้อมูลที่ต่อเนื่อง (Continuous Data) ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สามารถประมาณค่าได้จากตำแหน่งที่อยู่ข้างเคียง วิธีการประมาณค่าในช่วงมีหลายรูปแบบ เช่น

1. Inverse Distance Weighted (IDW) เป็นการประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยอาศัยหลักที่ว่าตำแหน่งใกล้เคียงกันย่อมมีความสัมพันธ์กัน การประมาณค่าให้กับตำแหน่งที่ไม่ทราบค่าจากผลรวมเชิงเส้นของค่าทราบจากนั้นถ่วงน้ำหนักจุด และถูกจำกัดด้วยระยะทางจากจุดที่ไม่ทราบค่าไปยังจุดที่ทราบค่าต่อไป ซึ่งอยู่บนสมมติฐานที่ว่าจุดที่ยังไม่ทราบค่านั้น ควรมีระยะทางระหว่างจุดซึ่งเพิ่มขึ้นตามค่ากำลัง การเลือกค่ายกกำลัง (Power) จะส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการประมาณค่า (สุเพเซอร์, 2552)

2. Kriging เป็นวิธีการประมาณค่าช่วงชั้นสูงจากระยะทางหรือทิศทางระหว่างจุดตัวอย่างแต่ละจุด โดยการใช้กระบวนการทางสถิติ และสมการทางคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ วิธีการนี้จะทำการเลือกสมการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับจุดตัวอย่าง ที่เลือกไว้ ภายในรัศมีที่กำหนด เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ในแต่ละพื้นที่ออกมา การใช้ Kriging ควรต้องรู้ระยะทางที่สัมพันธ์ทางพื้นที่หรือทิศทางเอนเอียงในข้อมูล Kriging แตกต่างจากการประมาณค่าช่วงด้วยวิธีอื่น เช่น IDW หรือ Spline เนื่องจากทั้ง 2 วิธีนี้เป็นการประมาณค่าโดยรอบจุดตัวอย่าง โดยตรง หรือใช้สมการทางคณิตศาสตร์ผลลัพธ์ที่ได้จึงมีความเรียบ แต่วิธี Kriging จะทำการประมาณค่าโดยใช้แบบจำลองทางสถิติ เช่น ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ดังนั้น เมื่อใช้ Kriging จะได้ผลลัพธ์ที่มาจากกราฟวิเคราะห์ที่แน่นอนและมีความถูกต้องสูง (สุเพเซอร์, 2552)

3. Natural Neighbors เป็นการสร้าง subset ที่อยู่ใกล้จุดตัวอย่างมากที่สุด จากนั้นจะทำการแทรกค่าโดยใช้ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักตามขนาดของพื้นที่ของข้อมูลจุดตัวอย่างในเบื้องต้นจะทำการสร้างรูปหลายเหลี่ยมปิด (polygon) รอบล้อมจุดตัวอย่าง เรียกว่า Thiessen polygon จากนั้นจะมีการสร้าง Thiessen ขึ้นใหม่รอบจุดที่ต้องการแทรกค่า โดยขนาดพื้นที่ของ Thiessen ที่สร้างใหม่นี้จะนำไปใช้คำนวณค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก Natural Neighbors เหมาะกับจุดตัวอย่างที่มีการกระจายตัวแบบไม่แน่นอน

4. Spline เป็นวิธีการแทรกค่าให้พอดีกับพื้นผิวที่มีความโค้งเว้าอย่างน้อยตามจุดข้อมูลตัวอย่างที่นำเข้ามา เหมือนการบิดงอของแผ่นยางผ่านจุดตัวอย่าง โดยพยายามให้อย่างน้อยความโค้งทั้งหมดเข้าหาจุดตัวอย่างเหล่านั้นมาเป็นพื้นผิว วิธี Spline เป็นการนำสมการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการคำนวณเหมาะกับพื้นผิวที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบค่อยเป็นค่อยไป เช่น ความสูง และความลึกของพื้นน้ำ เป็นต้นมี 2 วิธี คือ REGULARIZED และ TENSION โดย Regularized spline เป็นเทคนิคที่ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความเรียบ และค่าของข้อมูลมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงแบบค่อยเป็นค่อยไปมากขึ้น โดยการกำหนดค่าน้ำหนักที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 0-0.5 และ Tension spline เป็นเทคนิคที่มีการควบคุมความแข็งกระด้างของพื้นผิว ให้เป็นไปตามลักษณะของปรากฏการณ์ โดยผลลัพธ์ที่ได้มีความเรียบน้อยกว่าแบบ Regularize

1.9 การวิเคราะห์ความแม่นยำของแบบจำลอง

การทดสอบความแม่นยำจะทำการดึงข้อมูลออก (x_i) ที่ละตัวแล้วใช้ข้อมูลที่เหลือข้างเคียง (X) ประมาณค่าที่ดึงออกไป (ชินชฐา และจิตรพร, 2558) แล้วคำนวณค่าดัชนีความแม่นยำทั้ง 3 ตัว ดังนี้

1. Mean Error (ME) เป็นวิธีการหาค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างค่าจากการประมาณค่าและค่าจริง หาก ME มีค่าเป็นบวก แสดงว่า ค่าการประมาณที่ได้ต่ำกว่าค่าจริง แต่ถ้าหาก ME มีค่าเป็นลบ แสดงว่า ค่าการประมาณที่ได้สูงกว่าค่าจริง

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - x)$$

โดย x_i = ค่าจริง

x = ค่าที่ได้จากการประมาณค่า

n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2. Mean Squared Error (MAE) เป็นวิธีการหาค่าเฉลี่ยของความแตกต่างสัมบูรณ์ระหว่างค่าจากการประมาณค่า และค่าจริง หาก MAE มีค่าน้อย แสดงว่า ค่าการประมาณที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริง

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - x|$$

โดย x_i = ค่าจริง

x = ค่าที่ได้จากการประมาณค่า

n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3. Root Mean Squared Error (RMSE) เป็นการวัดค่าความแตกต่างระหว่างค่าจริงและค่าประมาณที่ได้จากการประมาณค่าแต่ละวิธี หากค่า RMSE มีค่าน้อย แสดงว่า ค่าการประมาณที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริง

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - x)^2}$$

โดย x_i = ค่าจริง

x = ค่าที่ได้จากการประมาณค่า

n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Attanandana *et al.* (1981) พบว่าการใส่ปุ๋ยในชุดดินรังสิตกรดจัด น้ำหนักแห้งของข้าวในดินรังสิตกรดจัดที่ใส่ปุ๋ยสูงกว่าดำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยที่ทุกระดับอัตราปุ๋ยที่ใส่ ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงขึ้น

(biomass) 35-44% และการดูดดึงธาตุอาหารต่าง ๆ ได้มากขึ้น พบว่าปริมาณ Phosphorus (P), Potassium (K), Calcium (Ca) และ Magnesium (Mg) ในพืชเพิ่มขึ้น ขณะที่ปริมาณ Sodium (Na), Sulfur (S), Aluminum (Al) และ Iron (Fe) ในพืชลดลงเนื่องจากการใส่ปุ๋ย

Chang (2002) ได้นิยาม Spatial Interpolation ว่าเป็นกระบวนการการใส่ตำแหน่งที่ทราบค่าข้อมูลในการประมาณค่าตำแหน่งที่ไม่ทราบค่า โดยตำแหน่งที่ทราบค่านี้เรียกว่า ตำแหน่งควบคุม (Control Point) เป็นตำแหน่งที่มีข้อมูลมีการเก็บตัวอย่างเพื่อทำนายค่าการเปลี่ยนแปลงจุดข้อมูลจนถึงพื้นที่ผิว

Jacek (1999) ให้นิยามของ Interpolation ว่าเป็นกระบวนการประมาณค่าให้กลุ่ม ตัวอย่างที่ไม่ทราบค่าโดยการใช้ข้อมูลที่ทราบค่าในตำแหน่งใกล้เคียง จากความสัมพันธ์กันของข้อมูลทั้งตำแหน่ง เส้น หรือพื้นที่

Ritabrata *et al.* (2016) พบว่าการตรวจสอบความต้องการปุ๋ย (LR) ของดินกรดในประเทศอินเดีย ดินกรดที่เลือกมาใช้ในการศึกษามี 3 ชุดดินในเขต Jamtara district of Jharkhand viz., Kunjabana (I), Bhandarbera and Kunjabana (II) เพื่อที่จะหาค่า LR บ่มดินด้วยปุ๋ย(แคลเซียมคาร์บอเนต)ที่มีปริมาณแตกต่างกัน และผลลัพธ์ที่ได้นั้นเป็นไปตามลำดับต่อไปนี้ Kunjabana I, Kunjabana II, Bhandarbera ตามลำดับ

Zhang *et al.* (2019) จากการศึกษาการปุ๋ยอินทรีย์และการใส่ปุ๋ยในดินกรด พบว่าการใช้ปุ๋ยหรือปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มความเป็นกรดต่างของดินและลดความเข้มข้นของธาตุอาหารอย่างมีนัยสำคัญ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์จะเพิ่มปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินและกิจกรรมของเอนไซม์ ความหนาแน่นของรากยาวลงสู่ดิน ปริมาณชีวมวลของพืชและการดูดธาตุอาหาร เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยขาว

จงรักษ์ และคณะ (2544) ศึกษาผลการใช้ซิลิกอน ฟอสฟอรัสต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวที่ปลูกในดินเปรี้ยวจัดในชุดดินรังสิต พบว่าการใส่ซิลิกอน และฟอสฟอรัส มีผลในการเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวที่ปลูกในดินเปรี้ยว และการใส่ซิลิกอนร่วมกับฟอสฟอรัสทำให้มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด

จุฑารัตน์ (2546) ศึกษาผลของซิลิกอนที่มีผลต่อผลผลิตและการดูดใช้ธาตุอาหารของข้าวและข้าวโพดที่ปลูกในดินเปรี้ยวจัดชุดดินองครักษ์ พบว่าการใส่ซิลิกอนในรูปของแคลเซียมซิลิเกตและในรูปของแกลบให้กับข้าวและข้าวโพดที่ปลูกในดินเปรี้ยวจัด ชุดดินองครักษ์มีผลทำให้การเจริญเติบโต การให้ผลผลิตและการดูดดึงธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และซิลิกอนเพิ่มขึ้นมากกว่าข้าวและข้าวโพดที่ไม่ได้รับการใส่ซิลิกอน การใส่ซิลิกอนทำให้จำนวนเมล็ดทั้งหมดของข้าวเพิ่มขึ้นและเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบของข้าวลดลง และยังส่งผลให้ผลผลิตเมล็ดข้าวเพิ่มมากกว่าข้าวที่ไม่ได้รับการใส่ซิลิกอน

ชยงค์ และคณะ (2521) ศึกษาการเพิ่มผลผลิตข้าวในดินนาเปรี้ยว (ดินนาที่เป็นกรดจัด) โดยใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟตสูตร 16-20-0 ในดินนาเปรี้ยวชุดดินองครักษ์มี pH ประมาณ 4.0 ได้ทำ

การทดลองทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้งปี พ.ศ. 2519-2520 ผลปรากฏว่าปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟต (16-20-0) สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวในดินเปรี้ยวได้สูงและมีประสิทธิภาพ

ถาวร (2550) ได้ทำการศึกษาการจัดการดินเปรี้ยวจัดเพื่อปลูกข้าวโดยใช้วัสดุปูน ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์พบว่า การใช้ประโยชน์จากพื้นที่ดินเปรี้ยวจัดชุดดินระแงงเพื่อปลูกข้าวต้องใส่หินปูน ผุ่นซึ่งมีฤทธิ์เป็นด่าง จากนั้นจึงเพิ่มธาตุอาหารพืชโดยใช้ปุ๋ยเคมี หรือปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยพืชสด น่าจะเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากเป็นวิธีการที่มีการเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดินด้วย ซึ่งช่วยให้สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินดีขึ้นในระยะยาว

นงคราญ และคณะ (2549) ศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีในการจัดการดินเปรี้ยวจัดเพื่อปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 โดยการใช้ปูนอัตราตามความต้องการปูนของดินปรับสภาพความเป็นกรดของดินร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยเคมีอัตราที่เหมาะสม พบว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำในนาข้าวให้ผลผลิตสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราที่เหมาะสม

นงคราญ และคณะ (2543) ศึกษาอัตราปูนและปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมในการจัดการดินเปรี้ยวจัดชุดดินรังสิตต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดเขียวปลี โดยใช้ปูนมาร์ลร่วมกับปุ๋ยเคมี และใส่ปุ๋ยยูเรีย ผลการทดลอง 2 ปี พบว่าปูนมาร์ลที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและการใช้ผลผลิตของผักกาดเขียวปลี การใช้ปูนมาร์ลในอัตรา 1.5 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 100 กก./ไร่ ให้ผลผลิตผักกาดเขียวปลีสูงสุด และการไม่ใช้ปูนมาร์ลปรับปรุงดินให้ผลผลิตต่ำสุด

นงคราญ และคณะ (2541) ได้ศึกษาการปรับปรุงดินเปรี้ยวจัดชุดดินรังสิตกรดจัดโดยการใช้ปูนมาร์ลร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตหน่อไม้ฝรั่ง ผลการทดลอง 2 ปี พบว่าให้ผลไปในทางเดียวกัน กล่าวคือ ปูนมาร์ลมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและการแตกหน่อของหน่อไม้ฝรั่ง คือการไม่ใช้ปูนมาร์ล ให้ผลผลิตหน่อไม้ฝรั่งต่ำกว่าการใช้ปูนมาร์ลทุกอัตราอย่างเด่นชัด ถึงแม้จะมีการใส่ปุ๋ยเคมีก็ตาม และพบว่ามีปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างการใช้ปูนมาร์ลและปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ คือการใช้ปุ๋ยเคมี อัตราต่ำ 50 กก./ไร่ ร่วมกับปูนมาร์ลอัตราสูง 1.5 ตัน/ไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด 711 กก./ไร่ ในปีแรก และถ้าใช้ปุ๋ยอัตราสูงขึ้นเป็น 75-100 กก./ไร่ จะได้ผลผลิตสูงสุดเมื่อใช้ร่วมกับปูนมาร์ลอัตรา 1.0 และ 0.5 ตัน/ไร่ตามลำดับ

นงคราญ (2533) ศึกษาอิทธิพลของปูนมาร์ลต่อการปลูกข้าวในดินชุดอยุธยาที่เป็นดินเปรี้ยว พบว่าการใส่ปูนมาร์ลอัตรา 0.5 ร่วมกับปุ๋ยเคมี 16-20-0 อัตรา 25 กก.ต่อไร่ให้ผลผลิตสูงกว่าที่ไม่ใส่ปูนมาร์ลอย่างเด่นชัด และให้ผลผลิตสูงใกล้เคียงอัตราปูนมาร์ล 1 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี

นงคราญ (2527) ศึกษาถึงอิทธิพลของการใช้ปุ๋ย อัตราปุ๋ยและการใช้ร่วมกันของปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่จะมีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารของข้าวพันธุ์ กข. 7 ที่ปลูกในดินชุดรังสิตเปรี้ยวจัดที่มีการปรับปรุงดินด้วยปูนมาร์ล จากผลการทดลองพบว่า ข้าวพันธุ์ กข. 7 ที่ปลูกในดินเปรี้ยวชุดดินรังสิตเปรี้ยวจัด มีผลตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสอย่างเด่นชัดในด้านการเจริญเติบโต และการดูดใช้ธาตุอาหารหลัก แต่ไม่มีผลตอบสนองต่อ

การใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมแต่อย่างใด นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนและปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกันในอัตราที่เหมาะสม จะให้ผลดีกว่าการใช้ปุ๋ยดังกล่าวอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว

นริศ (2551) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของการใส่ปุ๋ยและฟอสฟอรัสต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินกรด พบว่าการใส่ฟอสฟอรัสในการปลูกข้าวโพดเท่านั้นที่มีผลต่อความเข้มข้นฟอสฟอรัสทั้งหมดและความเข้มข้นฟอสฟอรัสที่สกัดจากน้ำยา Brey II ในขณะที่อัตราปุ๋ยที่ใส่ลงไปก่อนการปลูกข้าวโพดยังคงมีผลต่อค่าพีเอชของดินหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวโพด โดยค่าพีเอชลดลงเล็กน้อยหลังจากมีการเก็บเกี่ยวข้าวโพด

บรรเจิดลักษณ์ และคณะ (2541) ศึกษาอัตราปุ๋ยมาร์ลและปุ๋ยเคมีในการปรับปรุงดินเปรี้ยวจัด ชุดดินรังสิตกรดจัดเพื่อปลูกกระเจี๊ยบเขียว พบว่าการใส่ปุ๋ยมาร์ล 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 75 กก./ไร่ ให้ผลผลิตกระเจี๊ยบเขียวสูงสุด และการใส่ปุ๋ยมาร์ล 2 ตัน/ไร่ ทำให้ดินมีค่า pH เพิ่มขึ้น

ประมุข (2546) ทำการศึกษาลงของการใส่ซิลิกอนร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตและการดูดใช้ธาตุอาหารของข้าว 2 พันธุ์ที่ปลูกในดินเปรี้ยวจัดชุดดินรังสิตกรดจัด พบว่าการใส่ซิลิกอนในรูปแคลเซียมซิลิเกต และในรูปของแกลบร่วมกับปุ๋ยเคมี NPK ให้กับข้าวหอมปทุมธานี 1 และข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินเปรี้ยวจัด ชุดดินรังสิตกรดจัด มีผลทำให้ข้าวทั้งสองพันธุ์มีการเจริญเติบโต การให้ผลผลิตเมล็ด และการดูดตั้งธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียม และฟอสฟอรัส สูงกว่าข้าวที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมี NPK เพียงอย่างเดียว

รสมาลิน และคณะ (2543) ศึกษาผลของปุ๋ยมาร์ลและวัสดุอินทรีย์ในการปรับปรุงดินเปรี้ยวจัด ชุดดินรังสิตประเภทที่เป็นกรดจัดเพื่อปลูกเฮลิโคเนีย พบว่าในระยะแรกที่ใช้วัสดุอินทรีย์โดยเฉพาะแกลบสด ทำให้ความหนาแน่นรวมของดิน (ρ_b) ลดลง และความชื้นในดินสูงกว่าการที่ไม่ใส่วัสดุอินทรีย์ ทำให้เฮลิโคเนียมีการเจริญเติบโตดีกว่าดำรับที่ไม่ใส่วัสดุอินทรีย์อย่างเด่นชัด

รสมาลิน และคณะ (2539) ศึกษาการใช้ปุ๋ยมาร์ลร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวโพดหวาน ชุดดินรังสิตกรดจัด ดำเนินการที่สถานีพัฒนาที่ดินนครนายก ปี 2534-2538 พบว่าการใช้ปุ๋ยมาร์ลอัตรา 1-2 ตันต่อไร่ให้ผลผลิตสูงกว่าที่ไม่ใส่ปุ๋ยอย่างเด่นชัด และพบว่าปุ๋ยมาร์ลมีอิทธิพลต่อการเจริญของข้าวโพดหวานรุ่นต่อมา

วิจัย (2536) ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยมาร์ลและระดับปุ๋ยหินฟอสเฟตต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินบางประการและการตอบสนองของข้าวที่ปลูกในดินกรดจัด 3 ชุดดิน พบว่าผลของการใส่ปุ๋ยมาร์ลทำให้ค่า pH แคลเซียมที่สกัดได้ แคลเซียมและเหล็กที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น และทำให้ค่าเหล็กที่สกัดได้ลดลงนั้น จะช่วยหลีกเลี่ยงหรือลดพิษของอะลูมิเนียมที่มีต่อข้าวได้ ซึ่งผลการทดลองจะเห็นได้ชัดในชุดดินเสนาและชุดดินองครักษ์ การใส่ปุ๋ยไม่ได้ส่งเสริมประสิทธิภาพของปุ๋ยหินฟอสเฟตจากทั้ง 2 การทดลอง ส่วนในชุดดินรังสิตพบว่าการชั่งน้ำเพียงอย่างเดียวจะเพียงพอต่อการหลีกเลี่ยงพิษของอะลูมิเนียมได้

วิระ (2534) การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยหินฟอสเฟตที่ใส่ในดินเปรี้ยวจัด 3 ชุดดิน และดินที่ไม่เปรี้ยวจัดของประเทศไทย พบว่าการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟตทำให้ปริมาณเหล็ก แมงกานีส และฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำและสกัดได้รวมทั้ง pH ของดินในสภาพน้ำขังเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะค่า pH เพิ่มขึ้นเร็วและมีค่าสูงกว่าการไม่ใส่หินฟอสเฟต การละลายได้ของหินฟอสเฟต ในชุดดินรังสิต เสนา และบางกอก มีค่าสูงสุดในช่วง pH ต่ำ (pH 3) ในทางกลับกัน การละลายได้ของหินฟอสเฟตในชุดดินรังสิตกรดจัดจะมีค่าสูงสุดที่ pH

ศรัณย์ (2553) ได้ทำการศึกษาการประเมินศักยภาพของพื้นที่ดินกรดกำมะถันสวนส้มร้างทุ่งรังสิตสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมัน พบว่าถึงแม้ดินมีจะมีสภาพเป็นกรด แต่เกษตรกรมีระบบการจัดการปรับสภาพค่าความเป็นกรดด้วยวิธีการที่เหมาะสม เช่น การขังน้ำไว้ การถ่ายเทน้ำจากแปลงปลูกปาล์มน้ำมัน หรือการใช้ปูน ทำให้ปาล์มน้ำมันสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ในพื้นที่นี้

เสกสรร (2547) ได้ทำการศึกษาการละลายและความเป็นประโยชน์ของหินฟอสเฟตต่อผลผลิตข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในชุดดินเปรี้ยวจัด ชุดดินรังสิต พบว่าปุ๋ยหินฟอสเฟตที่เหมาะสมที่จะใช้เป็นปุ๋ยโดยตรงและใช้เพื่อเพื่อเพิ่มผลผลิตของข้าวที่ปลูกในดินชุดดินรังสิต คือ Kanchanaburi rock phosphate เนื่องจากเป็นปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับปุ๋ย TSP และมีผลตกค้างมาสูงในฤดูที่ 2 และ 3 อีกด้วย

สุเพชร (2552) กล่าวถึงการประมาณค่าในช่วง (Interpolation) เป็นการทำนายค่าให้กับเซลล์ใน Raster จากข้อมูลจุดตัวอย่างที่มีอยู่อย่างจำกัด วิธีการดังกล่าวสามารถใช้ในการทำนายค่าที่ไม่ทราบได้จากจุดใด ๆ ทางภูมิศาสตร์โดยการประมาณค่าของ Z-Value สำหรับทุก ตำแหน่งจุดสำรวจภายใต้สมมติฐานว่า ข้อมูลจะต้องเป็นประเภทข้อมูลที่ต่อเนื่อง (Continuous Data) ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สามารถประมาณค่าได้จากตำแหน่งที่อยู่ข้างเคียง

เสรี (2536) ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยฟอสเฟตละลายช้าที่มีผลต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบทางเคมีและผลผลิตของข้าวในดินเปรี้ยวจัดของภาคกลางตอนใต้ ทำการทดลองในชุดดินรังสิตที่ไม่เคยได้รับปุ๋ยใด ๆ มาก่อนเลยเป็นระยะเวลา 44 ฤดูปลูก โดยใช้ microplot technique ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นชัดว่า ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นเพราะมีการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตมากขึ้น และทำให้ความเข้มข้นของ P ในข้าวเพิ่มขึ้นอย่างเป็นเส้นตรง และมีแนวโน้มที่จะส่งผลกระทบต่อความเข้มข้นของ Fe, Mn, Zn และ Cu ในปุ๋ย HRP และ LRP แต่มีแนวโน้มทางลบในปุ๋ย TSP และ PAPR ส่วนความเข้มข้นของ N ในพืชนั้นจะได้รับผลกระทบทางลบ แต่ส่งผลกระทบต่อ K ในพืชน้อยมาก

อภิษฐา (2559) ศึกษาเพื่อการเปรียบเทียบปริมาณฝนรายวันระหว่างผลิตภัณฑ์น้ำฝน TRMM 3B42 V.7 จากข้อมูลดาวเทียม Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) กับข้อมูลฝนภาคพื้นดินจำนวน 78 สถานีของกรมอุตุนิยมวิทยา พื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย โดยใช้วิธีการทางสถิติ ได้แก่ Bias, Root Mean Square Difference (RMSD), Mean Absolute Deviation (MAD), Probability of Detection (POD), False Alarm Rate (FAR) และ Critical Success Index (CSI) ซึ่งมุ่งเน้นที่ Bias เป็นสำคัญ และได้ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่ของ Bias

ที่ดีที่สุด โดยเลือกใช้ 3 วิธี ได้แก่ Kriging, Inverse Distance Weighted (IDW) และ Spline พบว่าปริมาณฝนจากผลิตภัณฑ์น้ำฝนมีค่าสูงกว่าฝนภาคพื้นดินเป็นส่วนใหญ่ และในส่วนของเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่พบว่าวิธี Kriging เป็นวิธีที่ดีที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย -7.29 และ 8.37 มิลลิเมตร ในปี พ.ศ. 2553 และ 2554 ตามลำดับ

อรรวรรณ และคณะ (2549) การปรับปรุงคุณภาพและผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวตาแห้ง 17 ในพื้นที่ดินเปรี้ยวด้วยเถ้าลอยลิกไนต์ ได้ทำการทดลองในแปลงนาของพื้นที่มูลนิธิชัยพัฒนา ต.บ้านพริก อ.บ้านนา จ.นครนายก พบว่าเมื่อใส่เถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตัน/ไร่ ส่งผลให้เมล็ดข้าวมีขนาดความยาวของเมล็ดเพิ่มขึ้น สรุปได้ว่าเถ้าลอยลิกไนต์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการปลูกข้าว เพื่อปรับปรุงคุณภาพ และเพิ่มผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวตาแห้ง 17

ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

1. ระยะเวลาทำการวิจัย

1 ตุลาคม 2562 – 30 กันยายน 2564

2. สถานที่ดำเนินการ

1. ห้องปฏิบัติการ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1 ปทุมธานี
2. ห้องปฏิบัติการ สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน
3. แปลงทดลอง ณ โครงการศึกษาทดลองการแก้ไขปัญหาดินเปรี้ยวอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ในที่ดินมูลนิธิชัยพัฒนา ต.บ้านพรึก อ.บ้านนา จ.นครนายก
4. พื้นที่ดินเปรี้ยวจัด บริเวณจังหวัดปทุมธานี นครนายก พระนครศรีอยุธยา สระบุรี

วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลด้านการสำรวจและจำแนกดินเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาทรัพยากรดินซึ่งในการศึกษานี้ เป็นการสำรวจ เก็บตัวอย่าง และวิเคราะห์ดิน เพื่อให้ได้แผนที่ความต้องการปุ๋ยของพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย โดยมีทั้งสิ้น 2 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ดำเนินการศึกษา สำรวจ รวบรวมข้อมูล ได้แก่ สภาพภูมิประเทศ สภาพธรณีวิทยา สภาพภูมิอากาศ ข้อมูลชุดดิน 1:25,000 ข้อมูลกลุ่มชุดดินมาตราส่วน 1:50,000 ศึกษาร่วมกับฐานข้อมูลทรัพยากรดินที่เป็นจุดศึกษาดินบางส่วนก่อนหน้านี้ของกรมพัฒนาที่ดินและสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1 วิเคราะห์สมบัติทางเคมีดิน ได้แก่ วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH), ความต้องการปูน (lime requirement) เพื่อหาความสัมพันธ์และแนวโน้มการแพร่กระจายเพื่อจัดทำแผนที่ความต้องการปุ๋ยของจังหวัดปทุมธานีโดยใช้โปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการซ้อนทับและวิเคราะห์ชั้นข้อมูลต่าง ๆ

การทดลองที่ 2 การศึกษาระยะเวลาที่ปูนตกค้างในดินหลังจากใส่ปูนเพื่อยกระดับพีเอชของดินเปรี้ยวจัด ณ โครงการศึกษาทดลองการแก้ไขปัญหาดินเปรี้ยวอันเนื่องมาจากพระราชดำรินที่ดินมูลนิธิชัยพัฒนา บ้านหนองจันทคาม หมู่ที่ 1 ตำบลบ้านพริก อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก โดยปลูกข้าวเป็นพืชทดสอบ เก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลองทั้งที่ถูกรบกวนและไม่ถูกรบกวน เพื่อวิเคราะห์โดยวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพดิน ได้แก่ เนื้อดินและความหนาแน่นรวมของดิน และสมบัติทางเคมี ได้แก่ pH, EC, OM, CEC, Avail. P, K ความต้องการปูน (lime requirement) วิเคราะห์คุณภาพปูน (CCE) ที่จะใส่ในแปลงทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) 5×3 รวม 15 ดำรับการทดลอง ศึกษาอัตราของปูนตามดำรับการทดลอง โดยคลุกเคล้ากับดินช่วงเตรียมแปลงปลูกพืช และใส่ธาตุอาหารหลัก (NPK) ตามค่าวิเคราะห์ดิน เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตส่วนเหนือดิน ผลผลิตพืช น้ำหนักแห้งของพืช (biomass) วัด pH หลังเก็บเกี่ยวผลผลิต ติดตามการเปลี่ยนแปลง pH ดินเป็นระยะเวลา 5 ปี เพื่อทดสอบระยะเวลาและประสิทธิภาพที่ปูนสามารถสะท้อนความเป็นกรดในดินได้

1. เครื่องมือและอุปกรณ์

1.1. อุปกรณ์ปฏิบัติงานในสำนักงานและห้องปฏิบัติการ

- 1) คอมพิวเตอร์
- 2) โปรแกรม ArcGIS
- 3) Google earth
- 4) Excel
- 5) pH meter
- 6) กระจกพลาสติก
- 7) แท่งแก้ว
- 8) Cylinder
- 9) เครื่องชั่ง (Analytical balance)
- 10) Electrical conductivity meter
- 11) Erlenmeyer flask
- 12) Volumetric pipet
- 13) Burette
- 14) Volumetric flask
- 15) เครื่อง Spectrophotometer
- 16) Plastic funnel
- 17) Volumetric flask
- 18) หลอดทดลองขนาด 75 ml
- 19) Graduated pipet
- 20) Filter
- 21) Beaker
- 22) เครื่อง Atomic absorption Spectrophotometer

1.2 อุปกรณ์ปฏิบัติงานในภาคสนาม

- 1) pH test kit
- 2) Soil tube, Soil auger
- 3) ถุงพลาสติกเก็บตัวอย่าง
- 4) pH meter
- 5) ค้อนยาง
- 6) กระดาษหนังสือพิมพ์
- 7) ตลับเมตร
- 8) สมุดเทียบสีดิน (Munsell)
- 9) ร่มสนาม
- 10) Global positioning system (GPS)
- 11) พลั่ว
- 12) สมุดบันทึก
- 13) กล้องถ่ายรูป

2. ขั้นตอนวิธีดำเนินงาน

การทดลองที่1

การศึกษาการกระจายตัวของดินเหนียวเพื่อจัดทำแผนที่สถานภาพของจุลธาตุของดินเหนียวบริเวณพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย ดำเนินการทดลองในปี 2562-2563 มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษา แปลข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยารายจังหวัด มาตราส่วน 1:250,000 กรมทรัพยากรธรณี ร่วมกับชุดดินตัวแทนหลักที่เป็นดินเปรี้ยว แผนที่ชุดดินมาตราส่วน 1:25,000 และแผนที่กลุ่มชุดดิน 1:50,000 (เชิงเลข) ร่วมกับข้อมูลอื่นๆ อาทิ เส้นชั้นความสูง (contour line), แบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM), ภาพถ่ายทางอากาศ, แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น ตลอดจนข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดินและฐานข้อมูลทรัพยากรดินที่เป็นจุดศึกษาดินบางส่วนก่อนหน้านี้ จากกรมพัฒนาที่ดินและสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต รวมทั้งผลการวิเคราะห์ดิน เพื่อหาความสัมพันธ์และแนวโน้มการแพร่กระจายของดินเปรี้ยว โดยใช้โปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการซ้อนทับและวิเคราะห์ชั้นข้อมูลต่าง ๆ

2. วางแผนกำหนดจุดเก็บตัวอย่างชุดดินตัวแทนที่มีสมบัติเป็นดินเปรี้ยวเพิ่มเติม ซึ่งเป็นตัวแทนของดินเปรี้ยวที่กระจายครอบคลุมทั้งประเทศไทยเพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยอ้างอิงจากฐานข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยารายจังหวัด มาตรฐาน 1: 250,000 กรมทรัพยากรธรณี แผนที่ชุดดินมาตรฐาน 1:25,000 และแผนที่กลุ่มชุดดิน 1: 50,000 (เชิงเลข) อ้างอิงฐานข้อมูลแผนที่กรมพัฒนาที่ดิน จำนวน 93 จุด ในพื้นที่ดินเปรี้ยวจัดของจังหวัดนครนายก ปทุมธานี อุดรธานี และสระบุรี

3. สรรวจจำแนกดินจุดเก็บตัวอย่าง (ข้อ 1.2) โดยทำหน้าตัดดินขนาดเล็ก Soil minipit เพื่อศึกษาลักษณะและสมบัติดินเพื่อใช้ในการจำแนกดิน เก็บตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนและไม่ถูกรบกวน เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีและทางกายภาพบางประการ วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพดิน ได้แก่ เนื้อดิน และความหนาแน่นรวมของดิน วิเคราะห์สมบัติทางเคมีดิน ได้แก่ pH, EC, OM, Avail. P, K ความต้องการปูน (lime requirement)

4. วิเคราะห์สมบัติทางเคมีและทางกายภาพบางประการ สมบัติทางเคมีวิเคราะห์ที่กลุ่มวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1 สมบัติทางกายภาพ วิเคราะห์ที่กลุ่มวิจัยกายภาพดิน สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

5. แปลผลการวิเคราะห์ดิน เพื่อประเมินระดับความต้องการปูน และจัดระดับของความต้องการปูน โดยสร้างตาราง attribute เพื่อนำเข้าข้อมูล

6. นำเข้าข้อมูลจากข้อ 1.4 ให้อยู่ในรูปแบบดิจิทัล สามารถอ้างอิงได้เชิงภูมิศาสตร์ด้วยเทคนิคโดยโปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

7. สร้างโมเดลการกระจายตัวของดินเปรี้ยวจัด โดยแบ่งข้อมูลเป็น 2 ชุด คือ Training set for Calibration และ Testing set for Validation โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 70:30 ซึ่งข้อมูลชุด Training set for Calibration มีขนาด 70 เปอร์เซ็นต์ ใช้สำหรับในการทำแผนที่ และข้อมูลชุด 2

8. การสร้างแผนที่การกระจายตัวของดินเปรี้ยวจัด จากการทำนาย Training set for Calibration 70% วิธี IDW และ Kriging (ภาพที่ 1) ซึ่งอยู่ในกลุ่ม คำสั่ง Interpolation

9. ทดสอบความแม่นยำของโมเดล โดยนำข้อมูลชุดที่ 2 (Testing set for Validation) ใช้ในการทดสอบ

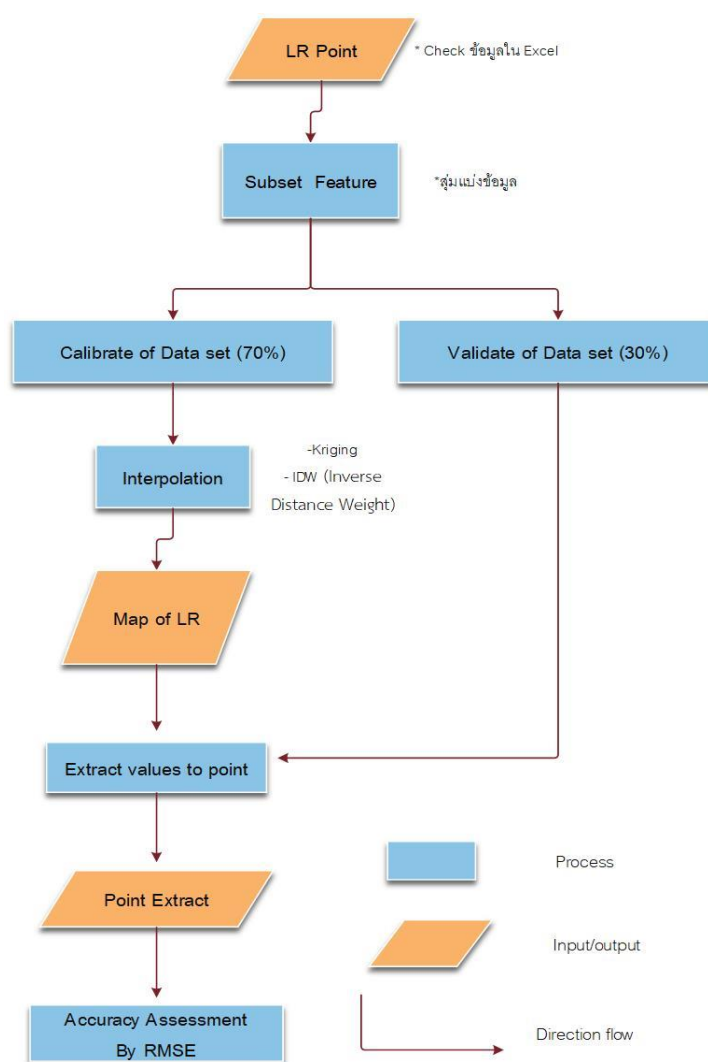
10. การคำนวณค่า RMSE (ชนิษฐา และจิตราพร, 2558) ในโปรแกรม Microsoft Excel

ด้วยสูตร $RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=0}^n (x_i - x)^2}$

โดย x_i = ค่าจริง

x = ค่าที่ได้จากการประมาณค่า

n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด



ภาพที่ 1 แผนผังการจัดเตรียมข้อมูลการทำแผนที่

การทดลองที่ 2

การศึกษาระยะเวลาที่ปูนตกค้างในดินหลังจากใส่ปูนเพื่อยกระดับพีเอชของดินเปรี้ยวจัด โดยปลูกข้าวพันธุ์ กข41 เป็นพืชทดสอบ พื้นที่ศึกษา “โครงการศึกษาทดลองการแก้ไขปัญหาดินเปรี้ยวอันเนื่องมาจากพระราชดำริ” ในที่ดินมูลนิธิชัยพัฒนา บ้านหนองจันทาม หมู่ที่ 1 ตำบลบ้านพริก อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก ดำเนินการทดลองในปี 2564



ภาพที่ 2 โครงการศึกษาทดลองการแก้ไขปัญหาดินเปรี้ยวอันเนื่องมาจากพระราชดำริในที่ดินมูลนิธิชัยพัฒนา บ้านหนองจันทาม หมู่ที่ 1 ตำบลบ้านพริก อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก



ภาพที่ 3 แปลงวิจัยปลูกข้าว ชุดดินรังสิต (Rs-CA/d₅,E₀)

พืชทดสอบ

ชื่อพันธุ์ : กข41 (RD41)

ชนิด : ข้าวเจ้า

คู่ผสม : ลูกผสมชั่วที่ 1 ของ CNT85059-27-1-3-2 และสุพรรณบุรี 60 นำไปผสมพันธุ์กับ RP217-635-8
ประวัติพันธุ์ : ได้จากการผสม 3 ทางระหว่าง ลูกผสมชั่วที่ 1 ของ CNT85059-27-1-3-2 และสุพรรณบุรี 60 นำไปผสมพันธุ์กับ RP217-635-8 ที่สถานีทดลองข้าวชัยนาทในฤดูนาปี 2539 ปลูกข้าวอายุที่ 1 ในฤดูนาปี 2540 และปลูกคัดเลือกข้าวอายุที่ 2 และ 3 จนได้เมล็ดข้าวอายุที่ 4 ที่สถานีทดลองข้าวชัยนาท จากนั้นนำไปปลูกข้าวอายุที่ 5-6 ที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ตั้งแต่ฤดูนาปี 2541 ถึง ฤดูนาปี 2542 จนได้สายพันธุ์ CNT96028-21-1-PSL-1-1 ปลูกศึกษาพันธุ์ฤดูนาปี 2543 และเปรียบเทียบผลผลิตภายในสถานีฤดูนาปี 2544 ที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก

การรับรองพันธุ์ : คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ กรมการข้าว มีมติรับรองพันธุ์ ชื่อ กข41 เพื่อแนะนำให้เกษตรกรปลูก เมื่อวันที่ 17 กันยายน 2552

ลักษณะประจำพันธุ์ : - เป็นข้าวเจ้าไม่ไวต่อช่วงแสง ความสูงประมาณ 104 เซนติเมตร

-อายุเก็บเกี่ยว 105 วัน

-กอตั้ง ต้นแข็ง ใบและกาบใบสีเขียว ใบธงตั้งตรง คอรวงโผล่พ้นจากกาบใบธงเล็กน้อย ยอดเกสรตัวเมียสีขาว

-เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง เปลือกเมล็ดมีขนสั้น รูปร่างเรียวยาว

-เมล็ดข้าวเปลือก ยาว x กว้าง x หนา = 10.40 x 2.5 x 2.0 มิลลิเมตร

-เมล็ดข้าวกล้อง ยาว x กว้าง x หนา = 7.7 x 2.2 x 1.8 มิลลิเมตร

- ปริมาณอมิโนสูง (27.15%)
- คุณภาพการสีดีได้ข้าวเต็มเมล็ด
- ระยะพักตัวของเมล็ดพันธุ์ประมาณ 9-10 สัปดาห์

ผลผลิต : ประมาณ 722 กิโลกรัมต่อไร่

ลักษณะเด่น : ผลผลิตสูง มีเสถียรภาพดี ให้ผลผลิตเฉลี่ย 722 กก./ไร่ สูงกว่าสุพรรณบุรี 1 (645 กก./ไร่) และชัยนาท 1 (640 กก./ไร่) คิดเป็นร้อยละ 12 และ 13 ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างจากพิษณุโลก 2 (719 กก./ไร่) ค่อนข้างต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และโรคไหม้ คุณภาพเมล็ดทางกายภาพดีเป็นข้าวเจ้าเมล็ดยาวเรียว ท้องป็น้อย คุณภาพการสีดี สามารถสีเป็นข้าวสาร 100 เปอร์เซ็นต์ได้

ข้อควรระวัง : อ่อนแอต่อโรคขอบใบแห้ง ไม่ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในระดับสูงเกินไปจะทำให้เกิดโรครุนแรง อ่อนแอต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ในเขตจังหวัดนครปฐมและปทุมธานีการปลูกในช่วงกลางเดือนกันยายน – พฤศจิกายน จะกระทบอากาศเย็นทำให้ผลผลิตต่ำกว่าปกติ

พื้นที่แนะนำ : เหมาะสำหรับปลูกในพื้นที่นาชลประทาน ภาคเหนือตอนล่าง สำหรับเป็นทางเลือกของเกษตรกรในการป้องกันการแพร่ระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

วางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) 5×3 รวม 15 ตำรับการทดลอง ดังนี้ มีตำรับการทดลองดังนี้

1. ใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีของเกษตรกร(ตามคำแนะนำทั่วไป) อัตรา 2 ตันต่อไร่ + ธาตุอาหารมหัพภาค (NPK) ตามค่าวิเคราะห์ดิน
2. ใส่ตามความต้องการปุ๋ย + ธาตุอาหารมหัพภาค (NPK) ตามค่าวิเคราะห์ดิน
3. ใส่ปุ๋ยโดยลดอัตราลง 0.5 เท่าของความต้องการปุ๋ย+ ธาตุอาหารมหัพภาค (NPK) ตามค่าวิเคราะห์ดิน
4. ใส่ปุ๋ยเพิ่ม 0.5 เท่าของความต้องการปุ๋ย + ธาตุอาหารมหัพภาค (NPK) ตามค่าวิเคราะห์ดิน
5. ไม่ใส่ปุ๋ย (ตำรับควบคุม) ใส่เฉพาะธาตุอาหารมหัพภาค (NPK) ตามค่าวิเคราะห์ดิน

Block I		Block II		Block III	
T2	T5	T1	T5	T5	T3
T4	T1	T3	T2	T1	T2
T3			T4	T4	

แผนผังแปลงทดลอง

การดำเนินการทดลองในพื้นที่ศึกษา “โครงการศึกษาทดลองการแก้ไขปัญหาดินเปรี้ยวอันเนื่องมาจากพระราชดำริ” ในที่ดินมูลนิธิชัยพัฒนา บ้านหนองจันทาม หมู่ที่ 1 ตำบลบ้านพริก อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก มีขั้นตอนดังนี้

1. เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังการทดลองทั้งที่ถูกรบกวนและไม่ถูกรบกวนเพื่อวิเคราะห์โดยวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพดิน ได้แก่ bulk density, soil texture และสมบัติทางเคมี ได้แก่ pH, EC, OM, Avail. P, K ความต้องการปูน (lime requirement) วิเคราะห์คุณภาพปูน (CCE) ที่จะใส่ในแปลงทดลอง

2. ศึกษาตามกรรมวิธี โดยใส่ปูนพร้อมกับปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตส่วนเหนือดิน ผลผลิตพืช น้ำหนักสดและหนักแห้งของพืช (biomass) นำเข้าข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อหาค่าความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) และค่าทางสถิติอื่นๆ สำหรับเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

3. เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตส่วนเหนือดิน โดยวัดความสูง เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นทุก 2 สัปดาห์ บันทึกผลผลิตพืช น้ำหนักสดและหนักแห้งของพืช (biomass) เก็บตัวอย่างดินหลังการทดลอง วัด pH หลังเก็บเกี่ยวผลผลิต ติดตามการเปลี่ยนแปลง pH ดินและสมบัติบางประการของดินเป็นระยะเวลา 5 ปี (เก็บข้อมูลปี 2564-2568) ทดสอบระยะเวลาและประสิทธิภาพที่ปูนสามารถสะท้อนความเป็นกรดในดินได้ เพื่อจะทราบรอบในการใส่ปูน

3. การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพดิน

3.1 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพดิน

- 1) เนื้อดิน (Texture) โดยวิธีปิเปต (Paul, 1965)
- 2) ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density : Db)

3.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีดิน

- 1) ปฏิกริยาดิน วัดโดยใช้ pH meter โดยใช้อัตราส่วนระหว่างดิน: น้ำ เท่ากับ 1: 1 (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)
- 2) ค่าการนำไฟฟ้า (electric conductivity, EC) วัดโดยอัตราส่วนดินต่อน้ำเท่ากับ 1:5 (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542; Rhoades, 1996)
- 3) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน โดยใช้ Walkley - Black Titration (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)
- 4) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โดยวิธี Bray II และวิเคราะห์ปริมาณโดยวิธี colorimetric (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)
- 5) ปริมาณโพแทสเซียม โดยสกัดด้วย NH_4OAc pH 7 และวิเคราะห์ปริมาณด้วย Atomic absorption spectrophotometer (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)
- 6) ความต้องการปูนของดิน โดยวิธีของ Woodruff โดยวิธี Titration สารละลาย Woodruff ด้วยสารละลายมาตรฐาน 0.2000 N HCl (Woodruff, 1948)
- 7) Available Fe, Mn, Cu Zn โดยสกัดด้วย 0.005 N DTPA pH 7.3 และวิเคราะห์ปริมาณด้วย Atomic absorption spectrophotometer (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การประมาณค่าช่วงเชิงพื้นที่ด้วยวิธีทางธรณีสถิติ

การประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่ (Interpolation) ของปริมาณความต้องการปูนในรูปแบบ Inverse Distance Weighted (IDW) เป็นการประมาณค่าโดยทำการสุ่มจุดตัวอย่างแต่ละจุดจากตำแหน่งที่สามารถส่งผลกระทบไปยังเซลล์ที่ต้องประมาณค่าได้ ซึ่งจะมีผลกระทบน้อยลงเรื่อย ๆ ตามระยะทางที่ไกลออกไป เหมาะกับตัวแปรที่อ้างอิงกับระยะทางในการคำนวณ (เอกพันธ์ และคณะ, 2557)

การวิเคราะห์ความแม่นยำของแบบจำลอง คำนวณค่าดัชนีความแม่นยำ คือ

- 1) Mean Error (ME) เป็นวิธีการหาค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างค่าจากการประมาณค่าและค่าจริง หาก ME มีค่าเป็นบวก แสดงว่า ค่าการประมาณที่ได้ต่ำกว่าค่าจริง แต่ถ้าหาก ME มีค่าเป็นลบ แสดงว่า ค่าการประมาณที่ได้สูงกว่าค่าจริง

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - x)$$

โดย	x_i	=	ค่าจริง
	x	=	ค่าที่ได้จากการประมาณค่า
	n	=	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2) Mean Absolute Error (MAE) เป็นวิธีการหาค่าเฉลี่ยของความแตกต่างสมบูรณ์ระหว่างค่าจากการประมาณค่าและค่าจริง หาก MAE มีค่าน้อย แสดงว่า ค่าการประมาณที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริง

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - x|$$

โดย	X_i	=	ค่าจริง
	X	=	ค่าที่ได้จากการประมาณค่า
	n	=	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3) Root Mean Squared Error (RMSE) เป็นการวัดค่าความแตกต่างระหว่างค่าจริงและค่าประมาณที่จากการประมาณค่าแต่ละวิธี หากค่า RMSE มีค่าน้อย แสดงว่า ค่าการประมาณที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริง

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - x)^2}$$

โดย	X_i	=	ค่าจริง
	X	=	ค่าที่ได้จากการประมาณค่า
	n	=	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การศึกษานี้ใช้สถิติพรรณนา (Descriptive Statistics) และ Box plot บรรยายลักษณะข้อมูลทั่วไปทางสถิติของตัวแปรทั้งหมด ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way Analysis of Variance: ANOVA) ร่วมกับการเปรียบเทียบเชิงพหุคูณ (Multiple Comparison Test) ด้วยวิธี Tukey's Multiple Comparison test เพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความต้องการปูนตามชุดดิน และใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) หาความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการปูนกับสมบัติทางเคมีดิน โดยกำหนดระดับความเชื่อมั่นของการวิเคราะห์ทางสถิติที่ 95% วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม R

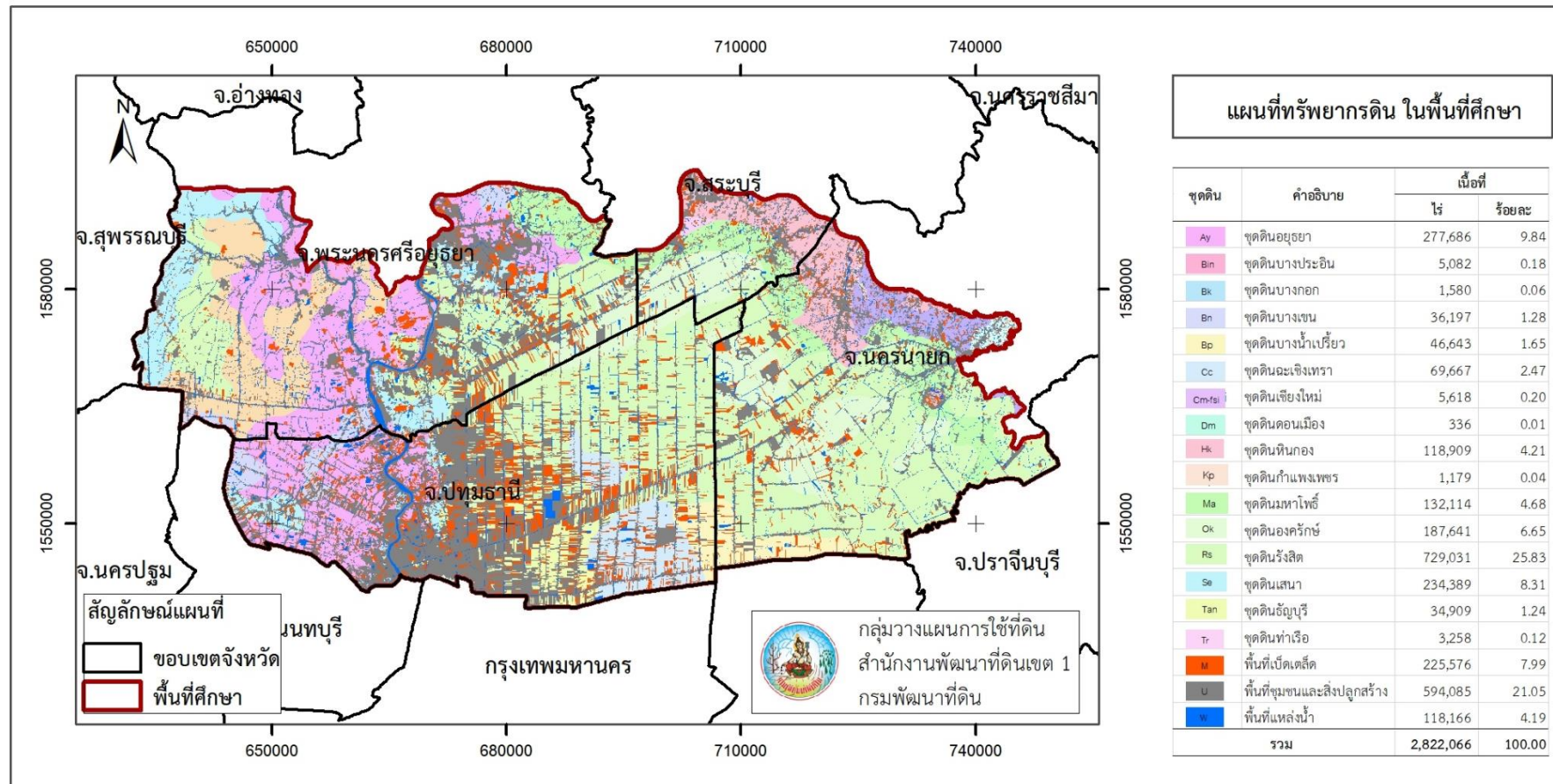
2. ทรัพยากรดิน

ตารางที่ 1 ทรัพยากรดินในพื้นที่ศึกษา

ชุดดิน	คำอธิบาย	เนื้อที่	
		ไร่	ร้อยละ
Ay	ชุดดินอยุธยา	277,686	9.84
Bin	ชุดดินบางปะอิน	5,082	0.18
Bk	ชุดดินบางกอก	1,580	0.06
Bn	ชุดดินบางเขน	36,197	1.28
Bp	ชุดดินบางน้ำเปรี้ยว	46,643	1.65
Cc	ชุดดินฉะเชิงเทรา	69,667	2.47
Cm-fsi	ชุดดินเชียงใหม่	5,618	0.20
Dm	ชุดดินดอนเมือง	336	0.01
Hk	ชุดดินหินกอง	118,909	4.21
Kp	ชุดดินกำแพงเพชร	1,179	0.04
Ma	ชุดดินมหาโพธิ์	132,114	4.68
Ok	ชุดดินองครักษ์	187,641	6.65
Rs	ชุดดินรังสิต	729,031	25.83
Se	ชุดดินเสนา	234,389	8.31
Tan	ชุดดินธัญบุรี	34,909	1.24
Tr	ชุดดินท่าเรือ	3,258	0.12

ตารางที่ 1 ทรัพยากรดินในพื้นที่ศึกษา (ต่อ)

ชุดดิน	คำอธิบาย	เนื้อที่	
		ไร่	ร้อยละ
M	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	225,576	7.99
U	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	594,085	21.05
W	พื้นที่แหล่งน้ำ	118,166	4.19
รวม		2,822,066	100.00



ภาพที่ 5 แผนที่ทรัพยากรดินในพื้นที่ศึกษา

3 ผลการวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดิน

การกระจายตัวของดินเปรี้ยวจัด

การกระจายตัวของดินเปรี้ยวจัดในพื้นที่ศึกษา พบทั้งสิ้น 8 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินรังสิต (Rs) ชุดดินองครักษ์ (Ok) ชุดดินอยุธยา (Ay) ชุดดินบางน้ำเปรี้ยว (Bp) ชุดดินมหาโพธิ์ (Ma) ชุดดินฉะเชิงเทรา (Cc) ชุดดินเสนา (Se) ชุดดินธัญบุรี (Tan) โดยพบชุดดินรังสิตมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ ชุดดินอยุธยา ชุดดินเสนา ชุดดินองครักษ์ ตามลำดับ จากการเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ศึกษา พบว่า ค่า pH ของตัวอย่างดินทั้งหมดอยู่ระหว่าง 3.5-6.9 หากพิจารณาเฉพาะดินที่ต้องการปูน 82 ตัวอย่าง ช่วงของ pH อยู่ระหว่าง 3.5-5.4 โดยความต้องการปูน อยู่ระหว่าง 468 – 3120 kgCaCO₃/ไร่ ค่า OM อยู่ระหว่าง 1.01- 8.58% ลักษณะข้อมูลของปริมาณธาตุอาหารที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ แสดงผลวิเคราะห์ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของสมบัติทางเคมีดินจากการเก็บตัวอย่าง

soil properties	Min	Max	Mean	Median	SD	n
pH	3.5	6.9				82
LR (kgCaCO ₃)	468	3120	1362	1326	576	82
EC (dS/m)	0.05	2.63	0.77	0.60	0.57	93
OM (%)	1.01	8.58	4.27	4.39	1.51	93
Avail.P (mg/kg)	2	102	19	15	17	93
Avail.K (mg/kg)	19	1252	185	162	143	93
Avail.Fe (mg/kg)	34.25	319.61	158.63	157.11	65.40	93
Avail.Mn (mg/kg)	2.04	36.36	11.35	9.84	6.92	93
Avail.Cu (mg/kg)	0.10	15.52	2.63	2.49	2.10	93
Avail.Zn (mg/kg)	0.17	10.82	2.70	2.32	1.92	93

สมบัติทางกายภาพของดิน

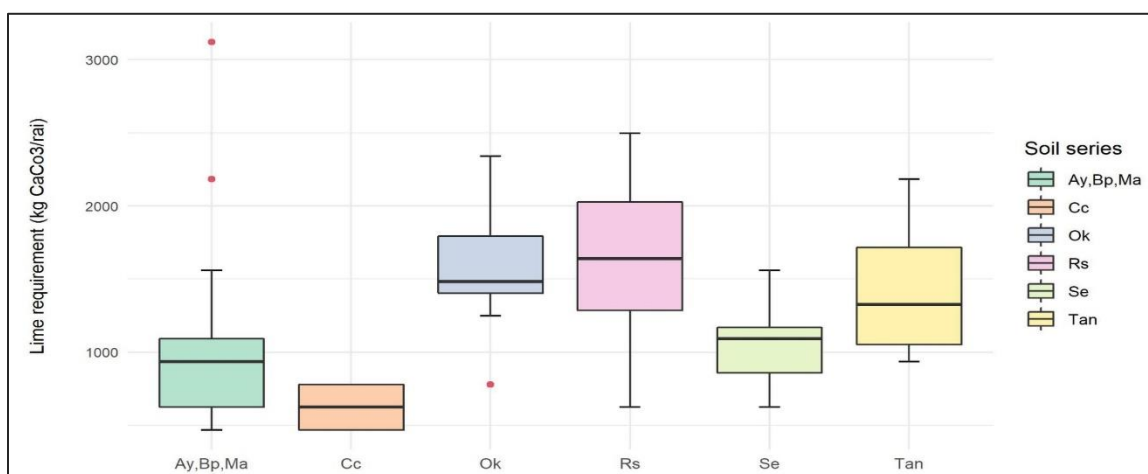
จากการเก็บตัวอย่างจำนวน 93 ตัวอย่าง ประกอบด้วย 10 ชุดดินดังนี้ ได้แก่ ชุดดินอยุธยา (Ay) ชุดดินบางเขน (Bn) ชุดดินบางน้ำเปรี้ยว (Bp) ชุดดินฉะเชิงเทรา (Cc) ชุดดินหินกอง (Hk) ชุดดินมหาโพธิ์ (Ma) ชุดดินองครักษ์ (Ok) ชุดดินรังสิต (Rs) ชุดดินเสนา (Se) และชุดดินธัญบุรี (Tan) พบว่า ค่าความหนาแน่นสูงสุด คือ 1.50 g/cm³ ความหนาแน่นต่ำสุด คือ 0.29 g/cm³ ค่าความหนาแน่นเฉลี่ย คือ 1.14 g/cm³ โดยชุดดินหินกองมีค่าความหนาแน่นเฉลี่ยสูงสุด คือ 1.37 g/cm³ และชุดดินเสนามีค่าความหนาแน่นเฉลี่ยต่ำสุด คือ 1.09 g/cm³

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติความหนาแน่นดินจากการเก็บตัวอย่างตามชุดดิน

ชุดดิน	Max	Min	Mean	StdDev	n
ชุดดินอยุธยา (Ay)	1.50	0.97	1.16	0.18	9
ชุดดินบางเขน (Bn)	1.23	1.23	1.23	-	1
ชุดดินบางน้ำเปรี้ยว (Bp)	1.41	0.99	1.19	0.15	5
ชุดดินฉะเชิงเทรา (Cc)	1.42	0.93	1.15	0.23	5
ชุดดินหินกอง (Hk)	1.43	1.30	1.37	0.09	2
ชุดดินมหาโพธิ์ (Ma)	1.31	0.80	1.14	0.17	10
ชุดดินองครักษ์ (Ok)	1.50	0.75	1.21	0.25	10
ชุดดินรังสิต (Rs)	1.41	0.29	1.11	0.22	35
ชุดดินเสนา (Se)	1.49	0.85	1.09	0.18	12
ชุดดินธัญบุรี (Tan)	1.42	0.83	1.11	0.25	4
เฉลี่ย	1.50	0.29	1.14	0.20	93

ความต้องการปูน

ความต้องการปูนของดินเปรี้ยว แบ่งตามกลุ่มข้อมูลชุดดินจำนวน 6 กลุ่ม ดังนี้ 1) ชุดดินอยุธยา (Ay) ชุดดินบางน้ำเปรี้ยว (Bp) และชุดดินมหาโพธิ์ (Ma) 2) ชุดดินฉะเชิงเทรา (Cc) 3) ชุดดินองครักษ์ (Ok) 4) ชุดดินรังสิต (Rs) 5) ชุดดินเสนา (Se) และ 6) ชุดดินธัญบุรี (Tan) จำนวน 82 ตัวอย่าง (Figure 2 ; Table 2) พบว่าชุดดิน Rs มีค่าเฉลี่ยความต้องการปูนมากที่สุด 1,647 kgCaCO₃/Rai ตามด้วยชุดดิน Ok ที่มีความต้องการปูน 1,591 kgCaCO₃/Rai ในขณะที่ปริมาณความต้องการปูน ต่ำสุด 468 kgCaCO₃/Rai และ สูงสุด 3,120 kgCaCO₃/Rai พบในกลุ่มชุดดิน Ay, Bp, Ma นอกจากนี้ยังพบค่าความต้องการปูนสูงผิดปกติในกลุ่มชุดดิน Ay, Bp, Ma และค่าความต้องการปูนต่ำผิดปกติในชุดดิน Ok ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการจัดการที่ดินในบริเวณดังกล่าว



ภาพที่ 6 แสดงความแตกต่างระหว่าง 6 ชุดดินเทียบกับความต้องการปูน

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของความต้องการปูน (kgCaCO₃/ไร่) ในพื้นที่ศึกษาตามการแบ่งกลุ่มดิน

Soil series	Min	Max	Mean	SD	Median	n
1 Ay,Bp,Ma	468	3120	1064	687	936	17
2 Cc	468	780	624	156	624	5
3 Ok	780	2340	1591	481	1482	10
4 Rs	624	2496	1647	463	1638	34
5 Se	624	1560	1035	264	1092	11
6 Tan	936	2184	1443	561	1326	4

เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความต้องการปูนด้วย One-way ANOVA พบว่าสถิติทดสอบ $F=4.524$ และ $p\text{-value}=0.001$ (ตารางที่ 4) หมายความว่า ค่าเฉลี่ยของความต้องการปูนในกลุ่มชุดดินทั้ง 6 ชุด แตกต่างกันอย่างน้อย 2 ชนิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นมากกว่า 99% คณะผู้วิจัยได้ทดสอบความแตกต่างรายคู่ต่อด้วย ด้วยวิธี Tukey's Multiple Comparison test พบว่า ความต้องการปูนของชุดดิน Rs มีมากกว่ากลุ่มชุดดิน Ay, Bp, Ma ($p\text{-value} = 0.02$) และชุดดิน Cc ($p\text{-value} = 0.01$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของชุดดินต่อความต้องการปูน

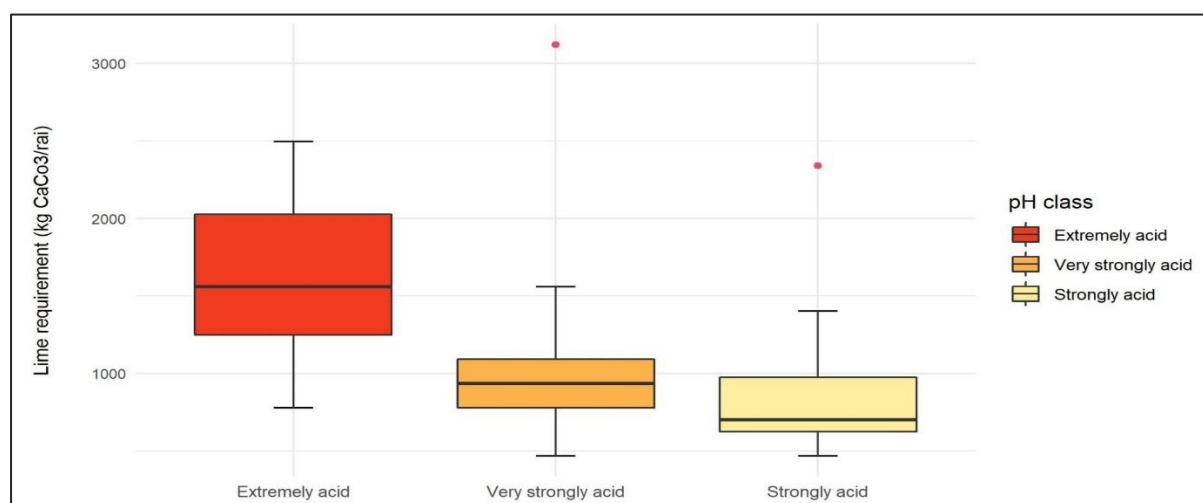
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Soil series	5	4.746	0.9492	4.524	0.00121 **
Residuals	72	15.108	0.2098		

** Significant different p-value ≤ 0.01

ความต้องการปูน สามารถจำแนกตามช่วงพีเอชของดิน ออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. สภาพกรดรุนแรงมาก Extremely acid (pH 3.5-4.5)
2. สภาพกรดจัดมาก Very strongly acid (pH 4.6-5.0)
3. สภาพกรดจัด Strongly acid (pH 5.1-5.5)

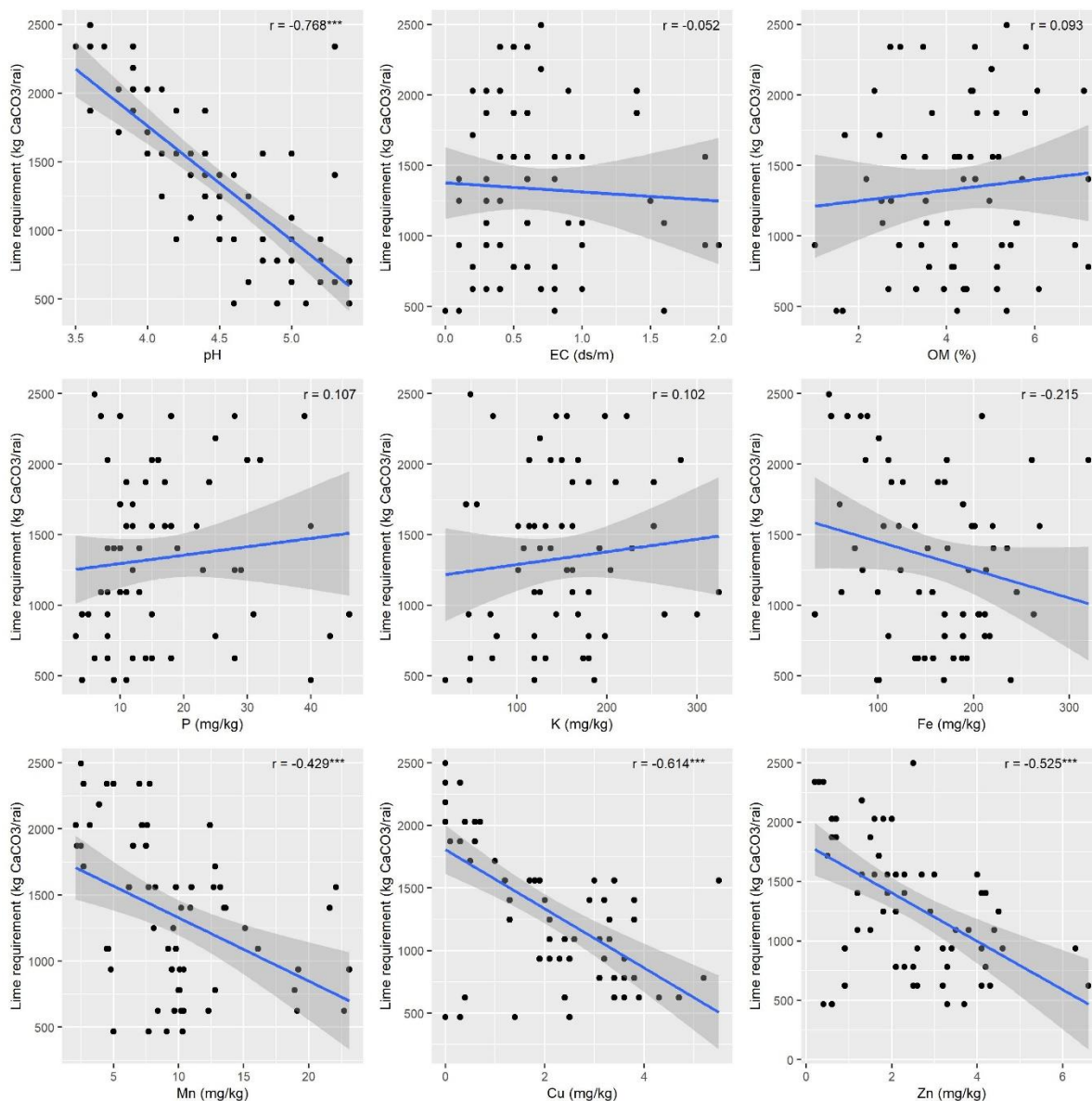
ผลการศึกษาระบุว่าดินที่มีสภาพกรดรุนแรงมากจะมีความต้องการปูนสูงกว่า ดินที่มีสภาพกรดจัดมาก และดินที่มีสภาพกรดจัดตามลำดับ



ภาพที่ 7 แสดงคุณสมบัติความต้องการปูนในระดับ pH ที่ต่างกัน

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของความต้องการปูน (kgCaCO₃/ไร่) ตามช่วงความเป็นกรดของดิน

Soil pH Class	Min	Max	Mean	SD	Median	n
1 Extremely acid (3.5-4.5)	780	2496	1632	436	1560	48
2 Very strongly acid (4.6-5.0)	468	3120	1028	561	936	22
3 Strongly acid (5.1-5.5)	468	2340	897	528	702	12



*significant $P < 0.05$, **significant $P < 0.01$, ***significant $P < 0.001$

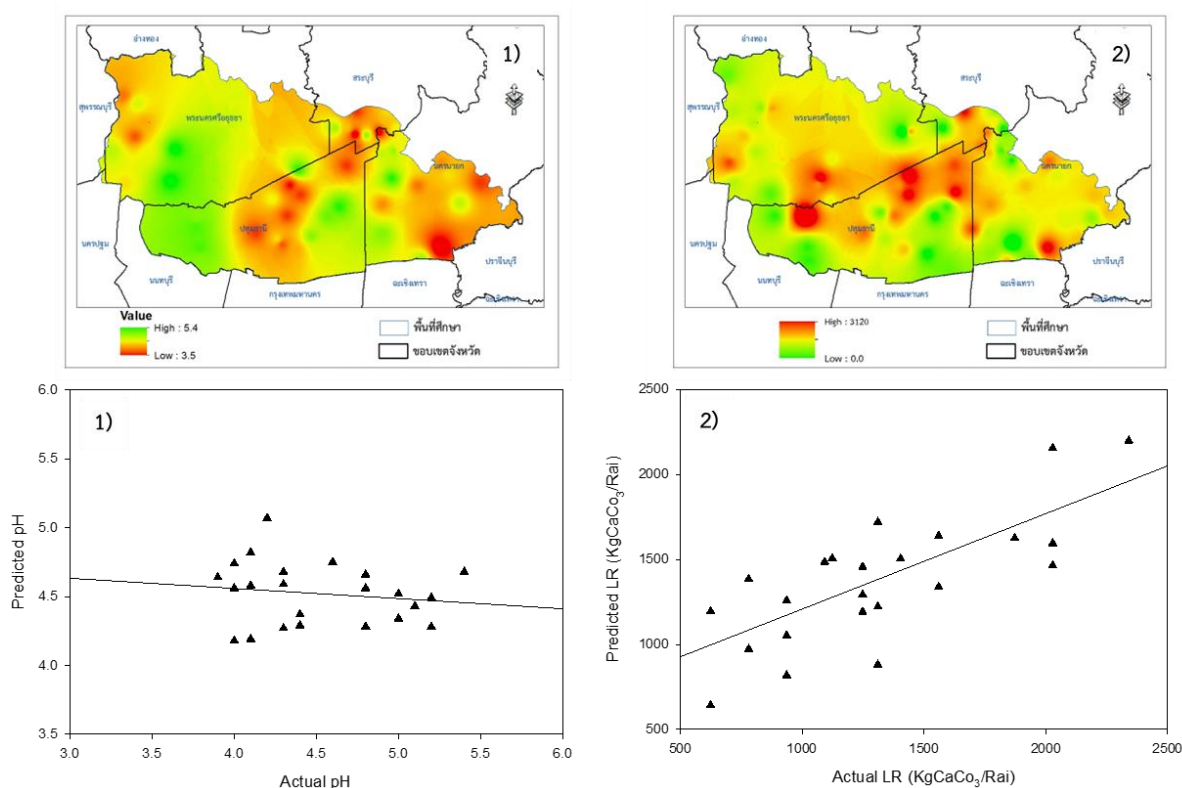
ภาพที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง LR กับสมบัติทางเคมีดิน ได้แก่ pH, EC, OM, Mn, Cu และ Zn ($n=82$) ด้วยวิธี Pearson's correlation

ระหว่างตัวแปร LR และ pH พบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (r) เท่ากับ -0.768 หมายความว่า LR มีความสัมพันธ์กับ pH ในทิศทางตรงกันข้าม ประมาณ 76.8% ($p\text{-value} < 0.001$) ระดับความสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง

LR มีความสัมพันธ์กับ Mn, Cu และ Zn ในทิศทางตรงกันข้าม โดยทั้งหมดมีความสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง ($p\text{-value} < 0.001$) ค่า $r = -0.429$, -0.614 และ -0.525 ตามลำดับ

แผนที่ความต้องการปูน

จากการประมาณค่าโดยวิธี Inverse Distance Weighted (IDW) แล้วนำข้อมูลชุดตรวจสอบ (Testing set for Validation) 30 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 23 ตัวอย่าง ตรวจสอบความถูกต้องของแผนที่การประมาณค่า ทดสอบความถูกต้องของการประมาณค่าของนำส่งวิเคราะห์ได้จริง และค่าจากการประมาณ คำนวณความถูกต้องของข้อมูล สำหรับแผนที่พีเอชของดิน และแผนที่ความต้องการปูน พบว่า แผนที่ความต้องการปูน มีค่า RMSE = 67 และ จากการประมาณค่าและค่าจริง มีค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์เชิงเส้นตรง มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} \leq 0.05$) $R^2 = 0.54$ (ภาพที่ 9-2) สำหรับแผนที่พีเอชของดิน (ภาพที่ 9-1) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



ภาพที่ 9 1) แผนที่พีเอชดิน 2) แผนที่ความต้องการปูน ($\text{kgCaCO}_3/\text{Rai}$) ด้วยวิธี (IDW)

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ความแม่นยำของแบบจำลอง (IDW method)

soil parameter	n	MAE	RMSE	R^2
pH	23	0.45	0.11	0.02
LR ($\text{kg CaCO}_3/\text{Rai}$)	23	259	67	0.54*

การทดลองที่ 2

ตารางที่ 8 สมบัติดินก่อนการทดลอง

สมบัติดิน	ผลวิเคราะห์	การแปลผล
Sand (%)	1.2	-
Silt (%)	61.3	-
Clay (%)	37.5	-
Texture	SiCL	
ความหนาแน่นรวม (g/cm ³)	1.1	ต่ำ
pH (1:1)	4	
EC (1:5) (dS/m)	0.6	
%OM	5.9	
N	0.29	
Avail.P (mg/kg)	32	
Exch.K (mg/kg)	114	
Extract.Fe (mg/kg)	194	
Extract.Mn (mg/kg)	7.23	
Extract.Cu (mg/kg)	0.31	
Extract.Zn (mg/kg)	0.60	

ผลการทดลองที่ 2

ดำรับการทดลอง จากการวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยจากชุดดินที่ทำการทดลอง ชุดดินรังสิต (Rs series)

T1 ใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีของเกษตรกร(ตามคำแนะนำทั่วไป) อัตรา 2 ตันต่อไร่ + ธาตุอาหารมหัพภาค (NPK) ตามค่าวิเคราะห์ดิน

T2 ใส่ตามความต้องการปุ๋ย 1,800 กก./ไร่ + ธาตุอาหารมหัพภาค (NPK) ตามค่าวิเคราะห์ดิน

T3 ใส่ปุ๋ยโดยลดอัตราลง 0.5 เท่าของความต้องการปุ๋ย 900 กก./ไร่ + ธาตุอาหารมหัพภาค (NPK) ตามค่าวิเคราะห์ดิน

T4 ใส่ปุ๋ยเพิ่ม 0.5 เท่าของความต้องการปุ๋ย 2,700 กก./ไร่ + ธาตุอาหารมหัพภาค (NPK) ตามค่าวิเคราะห์ดิน

T5 ไม่ใส่ปุ๋ย (ดำรับควบคุม) ใส่เฉพาะธาตุอาหารมหัพภาค (NPK) ตามค่าวิเคราะห์ดิน

1. ผลการเจริญเติบโต

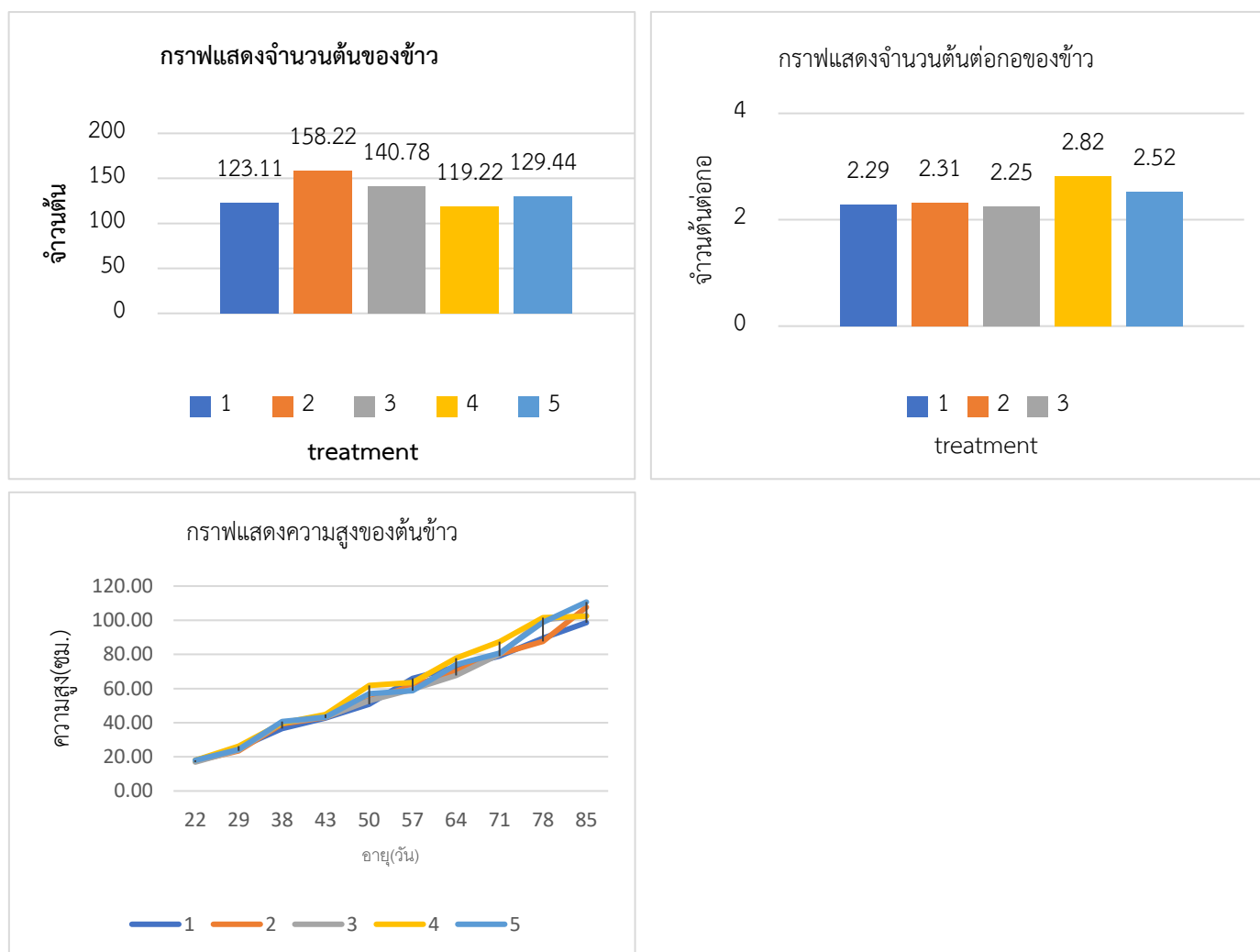
ตารางที่ 9 ผลการเจริญเติบโตของต้นข้าว

treatments	จำนวนต้น	จำนวนต้นต่อกอ	ความสูง cm.)
1	123 a	2.29 b	98.6 b
2	158 a	2.31 b	107.67 ab
3	140 a	2.25 b	102.69 ab
4	119 a	2.82 a	102.36 ab
5	129 a	2.52 b	110.67 a
mean	134	2.44	104.4
SD	15.73	0.24	4.76
CV%	11.73	9.84	4.56
LSD	ns	**	**

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันไม่มีความต่างกันทางสถิติโดยวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ

LSD ที่ $P \leq 0.05$



ภาพที่ 10 กราฟแสดงผลการเจริญเติบโตของต้นข้าว

ผลเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของข้าว

จำนวนต้น

การประเมินค่าเฉลี่ยจำนวนต้น ของข้าวที่อายุ 22, 29 และ 38 วัน หลังปลูกจำนวน 5 treatments (ดังตารางที่ 9) พบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ treatment ที่ 2 (ใช้ปุ๋ย 1800 กก./ไร่) มีจำนวนต้นเฉลี่ยต่อพื้นที่เยอะที่สุดอยู่ที่ 158 ต้นต่อ 50 ตร.ชม. และ treatment ที่มีจำนวนต้นน้อยที่สุดคือ treatment ที่ 4 (ใช้ปุ๋ย 2,700 กก./ไร่) โดยมีจำนวนต้นเฉลี่ยต่อพื้นที่อยู่ที่ 119 ต้นต่อ 50 ตร.ชม.

จำนวนต้นต่อกอ

การประเมินค่าเฉลี่ยจำนวนต้นต่อกอ ของข้าวที่อายุ 38, 43, 50, 57, 64, 71, 78 และ 85 วันหลังปลูกจำนวน 5 treatments (ดังตารางที่ 9) พบว่า treatment ที่ 4 (ใช้ปุ๋ย 2700 กก./ไร่) มีจำนวนต้นต่อกอเฉลี่ยเยอะที่สุดอยู่ที่ 2.82 ต้นต่อกอ และ treatment ที่มีจำนวนต้นต่อกอน้อยที่สุดคือ treatment ที่ 3 (ใช้ปุ๋ย 900 กก./ไร่) โดยมีจำนวนต้นต่อกอเฉลี่ยอยู่ที่ 2.25 ต้น มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ความสูง

การประเมินค่าเฉลี่ยความสูงของข้าวที่อายุ 85 วัน หลังปลูกจำนวน 5 treatments (ดังตารางที่ 9) พบว่า treatment ที่ 5 (ไม่มีการใช้ปุ๋ย) มีความสูงของต้นเฉลี่ยสูงที่สุดอยู่ที่ 110.67 ซม. และ treatment ที่มีความสูงของต้นต่ำที่สุดคือ treatment ที่ 1 (ใช้ปุ๋ย 2,000 กก./ไร่) โดยมีความสูงของต้นเฉลี่ยอยู่ที่ 98.6 ซม. มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

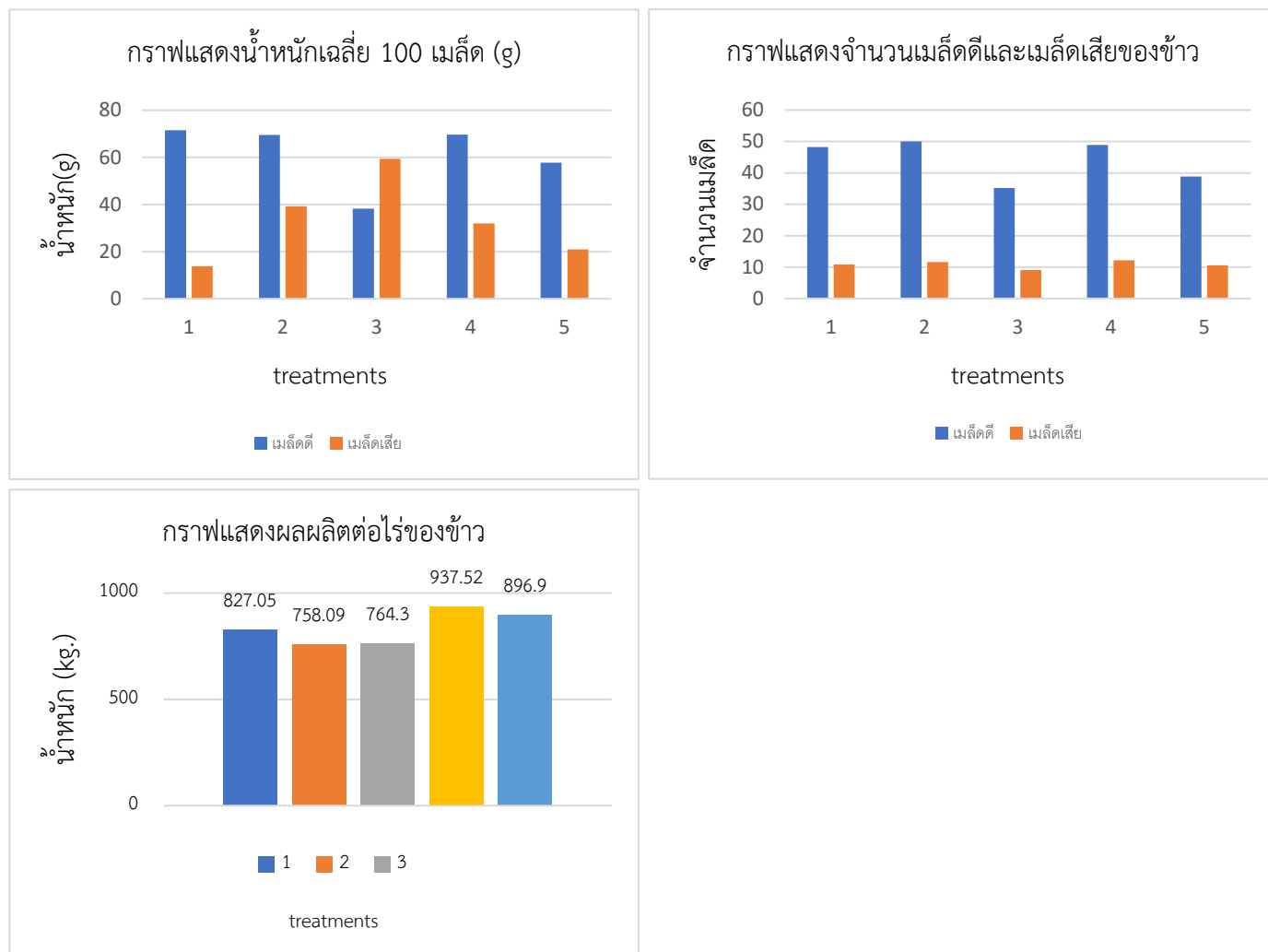
1.2 ผลผลิต

ตารางที่ 10 ผลผลิตของต้นข้าว

treatments	น้ำหนักเฉลี่ย 100 เมล็ด (g)		จำนวนเมล็ดต่อรวง		ผลผลิตต่อไร่ (kg.)
	เมล็ดดี	เมล็ดเสีย	เมล็ดดี	เมล็ดเสีย	
1	71.49 a	13.87 c	48.25 ab	10.85 ab	436 ab
2	69.51 a	39.26 b	49.99 a	11.59 a	419 ab
3	38.18 b	59.35 a	35.17 c	9.03 b	353 b
4	69.63 a	31.96 bc	48.88 ab	12.17 a	563 a
5	57.82 ab	20.96 bc	38.85 bc	10.57 ab	303 b
mean	61.32	33.08	44.23	10.85	415
SD	14.03	17.65	6.75	1.19	116
CV%	22.88	53.34	15.25	11.00	28
LSD	**	***	***	**	*

* ** และ *** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 99 และ 99.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันไม่มีความต่างกันทางสถิติโดยวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ LSD ที่ $P \leq 0.05$



ภาพที่ 11 กราฟแสดงผลผลิตของต้นข้าว

ผลเปรียบเทียบผลผลิตของข้าว

น้ำหนักเฉลี่ย 100 เมล็ด

การประเมินค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเฉลี่ย 100 เมล็ด ของข้าวที่อายุ 120 วันหลังปลูกจำนวน 5 treatments (ดังตารางที่ 10) พบว่า treatment ที่ 1 (ใช้ปุ๋ย 2000 กก./ไร่) ให้น้ำหนักเฉลี่ยเมล็ดที่สูงที่สุด 71.49 กรัม ส่วน treatment ที่ 3 (ใช้ปุ๋ย 900 กก./ไร่) มีน้ำหนักเมล็ดที่เฉลี่ยน้อยที่สุด 38.18 กรัม และมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

น้ำหนักเมล็ดที่น้อยที่สุด คือ treatment ที่ 1 (ใช้ปุ๋ย 2000 กก./ไร่) 13.87 กรัม treatment ที่ 3 (ใช้ปุ๋ย 900 กก./ไร่) เมล็ดที่สูงที่สุดอยู่ที่ 59.35 กรัม และมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99.9 เปอร์เซนต์

จำนวนเมล็ดต่อรวง

การประเมินค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ด ของข้าวที่อายุ 120 วันหลังปลูกจำนวน 5 treatments (ดังตารางที่ 10) พบว่า treatment ที่ 2 (ใช้ปุ๋ย 1800 กก./ไร่) มีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยมากที่สุดอยู่ที่ 49.99 เมล็ด treatment ที่ 3 (ใช้ปุ๋ย 900 กก./ไร่) มีจำนวนเมล็ดที่น้อยที่สุด 35.17 เมล็ด และมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99.9 เปอร์เซนต์

จำนวนเมล็ดต่อรวงเฉลี่ยน้อยที่สุด treatment ที่ 3 (ใช้ปุ๋ย 900 กก./ไร่) 9.03 เมล็ด ส่วนจำนวนเมล็ดต่อรวงเฉลี่ยมากที่สุด treatment ที่ 4 (ใช้ปุ๋ย 2700 กก./ไร่) 12.17 เมล็ด มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ผลผลิตต่อไร่

จากการประเมินค่าเฉลี่ยผลผลิตต่อไร่ของข้าวที่อายุ 120 วัน หลังปลูกจำนวน 5 treatments (ดังตารางที่ 10) พบว่า treatment ที่ 4 (ใช้ปุ๋ย 2,700 กก./ไร่) ให้ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ยสูงที่สุดอยู่ที่ 563 กก. ต่อไร่ รองลงมาคือ treatment 1 (ใช้ปุ๋ย 2,000 กก./ไร่) ผลผลิต 436 กก.ต่อไร่ และ treatment 5 ให้ผลผลิตต่ำที่สุด (ไม่ใส่ปุ๋ย) โดยมีผลผลิต 303 กก.ต่อไร่ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

สรุปและข้อเสนอแนะ

การทดลองที่ 1

การกระจายตัวของดินเปรี้ยวจัดในพื้นที่ศึกษาพบทั้งสิ้น 8 ชุดดิน พบว่าความต้องการปูนของชุดดินมีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะชุดดิน Rs กับ Cc และ Ay, Bp, Ma ที่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ความต้องการปูนมีความสัมพันธ์เชิงลบต่อ pH แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี ดินที่มีสภาพกรดรุนแรงมาก (pH 3.5-4.5) มีความต้องการปูน มากกว่าดินที่มีสภาพกรดจัด และดินที่มีสภาพกรดจัด การทราบความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีของดินและความต้องการปูน ช่วยเชื่อมโยงและจัดลำดับความสำคัญในการเพิ่มธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของปริมาณความต้องการปูนควบคู่กับการจัดการดินแบบอื่น สำหรับแผนที่ความต้องการปูนในการศึกษามีความแม่นยำในระดับที่สามารถใช้เป็นแนวทางเบื้องต้นสำหรับการใส่ปูนได้ อย่างไรก็ตาม หากต้องการความแม่นยำของแผนที่มากขึ้น อาจต้องพิจารณาเพิ่มตัวแปรที่มีความสัมพันธ์สูงกับความต้องการปูนเข้าไปในโมเดลแผนที่ และเพิ่มการเก็บตัวอย่างดินให้ครอบคลุมพื้นที่

ค่าความหนาแน่นสูงสุด คือ 1.50 g/cm³ ความหนาแน่นต่ำสุด คือ 0.29 g/cm³ ค่าความหนาแน่นเฉลี่ย คือ 1.14 g/cm³ โดยชุดดินหินกองมีค่าความหนาแน่นเฉลี่ยสูงสุด คือ 1.37 g/cm³ และชุดดินเสนามีค่าความหนาแน่นเฉลี่ยต่ำสุด คือ 1.09 g/cm³

การทดลองที่ 2

การเจริญเติบโตของข้าว พบว่าจำนวนต้น T2 (ปูน 1800 กก./ไร่) มีจำนวนต้นเฉลี่ยต่อพื้นที่เยอะที่สุดอยู่ที่ 158.22 ต้นต่อ 50 ตร.ซม. และ treatment ที่มีจำนวนต้นน้อยที่สุด คือ T4 (ปูน 2700 กก./ไร่) โดยมีจำนวนต้นเฉลี่ยต่อพื้นที่อยู่ที่ 119.22 ต้นต่อ 50 ตร.ซม. จำนวนต้นต่อกอ T4 (ปูน 2700 กก./ไร่) มีจำนวนต้นต่อกอเฉลี่ยเยอะที่สุดอยู่ที่ 2.82 ต้นต่อกอ และ treatment ที่มีจำนวนต้นต่อกอน้อยที่สุดคือ T3 (ปูน 900 กก./ไร่) โดยมีจำนวนต้นต่อกอเฉลี่ยอยู่ที่ 2.25 ต้น ความสูง ค่าเฉลี่ยความสูงของข้าวที่อายุ 120 วัน หลังปลูก พบว่า treatment ที่ 5 (ไม่ใส่ปูน) มีความสูงของต้นเฉลี่ยสูงที่สุดอยู่ที่ 110.67 ซม. และ treatment ที่มีความสูงของต้นต่ำที่สุดคือ T1 (ใช้ปูน 2000 กก./ไร่) โดยมีความสูงของต้นเฉลี่ยอยู่ที่ 98.6 ซม. ผลผลิต (อายุ 120 วัน หลังปลูก)

น้ำหนักเฉลี่ย 100 เมล็ดของข้าวที่ พบว่า T1 (ปูน 2000 กก./ไร่) ให้น้ำหนักเฉลี่ยเมล็ดดีเยอะที่สุดอยู่ที่ 71.49 กรัม และให้น้ำหนักเมล็ดเสียน้อยที่สุดอยู่ที่ 13.87 กรัม โดย treatment ที่มีน้ำหนักเมล็ดดีเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ T3 (ปูน 900 กก./ไร่) มีน้ำหนักเมล็ดดีเฉลี่ยคือ 38.18 กรัม และมีน้ำหนักเมล็ดเสียสูงที่สุดอยู่ที่ 59.35 กรัม

ค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อรวง พบว่า T2 (ปูน 1800 กก./ไร่) มีจำนวนเมล็ดดีเฉลี่ยเยอะที่สุดอยู่ที่ 49.99 เมล็ด T3 (ปูน 900 กก./ไร่) มีจำนวนเมล็ดดีเฉลี่ยน้อยที่สุดอยู่ที่ 35.17 เมล็ด ส่วน T4 (ปูน 2700 กก./ไร่) จำนวนเมล็ดเสียเฉลี่ยมากที่สุด 12.17 เมล็ด และ T3 (ปูน 900 กก./ไร่) มีจำนวนเมล็ดเสียเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 9.03 เมล็ด

ผลผลิตต่อไร่ของข้าว พบว่า T4 (ปุ๋ย 2700 กก./ไร่) ให้ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ยสูงที่สุดอยู่ที่ 563 กก./ไร่ ส่วน T5 ผลผลิตต่ำที่สุด (ไม่ใส่ปุ๋ย) 303 กก./ไร่ และมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

จากผลการทดลอง แนะนำให้ใส่ตามความต้องการปุ๋ยอัตรา 1.8 ตันต่อไร่ร่วมกับธาตุ NPK ตามค่าวิเคราะห์ดิน (T2) เนื่องจากให้ผลผลิตต่อไร่ที่คุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ และมีจำนวนเมล็ดดีสูงที่สุด (จำนวนเมล็ดต่อรวง) เมื่อเทียบกับ treatment อื่น อีกทั้งเมื่อคำนวณต้นทุนการใส่ปุ๋ย เปรียบเทียบระหว่าง T1 วิธีเกษตรกร กับ T2 สามารถสรุปได้ว่า การใส่ปุ๋ยตามค่าความต้องการปุ๋ย T2 นั้น (1,620 บาท) สามารถลดต้นทุนการใส่ปุ๋ย 180 บาท (11%) เมื่อเทียบกับ T1 (1,800 บาท) คิดราคาปุ๋ยมาร์ลที่ราคาตันละ 900 บาท และในส่วนของผลผลิตต่อไร่นั้น T1 วิธีเกษตรกร สามารถให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเพียง 17 กก./ไร่ (4.06%) ขายได้ราคา 146.2 บาท (คิดราคาข้าวเปลือกตันละ 8,600 บาท) ซึ่งไม่คุ้มค่ากับการลงทุน กรณี T4 ใส่ปุ๋ย 2.7 ตันต่อไร่ร่วมกับธาตุ NPK ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตสูงที่สุด 563 กก./ไร่ ในขณะที่ต้นทุนในการใส่ปุ๋ยสูงถึง 2,430 บาท เมื่อเปรียบเทียบกับ T2 ที่มีต้นทุนการใส่ปุ๋ย 1,620 บาท ถึง 810 บาท (50%) เมื่อเปรียบเทียบผลผลิต T4 และ T2 พบว่า ผลผลิต T4 สูงกว่า 144 กก./ไร่ ราคาผลผลิต 1238.4 แต่ T4 มีอัตราเมล็ดเสียเฉลี่ยสูงที่สุด ส่งผลต่อคุณภาพของผลผลิตข้าว

ควรมีการศึกษาวิจัยต่อเนื่องถึงผลของการใส่ปุ๋ยที่ปูนตกค้างในดินหลังจากใส่ปุ๋ยเพื่อยกระดับพีเอชของดินเปรี้ยวจัดในระยะยาว โดยการวิเคราะห์ pH ของดินและความอุดมสมบูรณ์ดินในทุก ๆ ปี เพื่อให้ทราบรอบในการใส่ปุ๋ยของชุดดินรังสิต เพื่อให้ได้คำแนะนำสำหรับเกษตรกรในพื้นที่และพื้นที่ที่มีสมบัติดินใกล้เคียงกัน

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้ฐานข้อมูลการกระจายตัวของดินเปรี้ยวของประเทศไทยเชื่อมโยงกับข้อมูลชุดดินตัวแทนหลักของประเทศไทย
2. ทราบความต้องการปูนจากแผนที่ความต้องการปูนที่จัดทำขึ้นจากงานวิจัยนี้ และสามารถให้คำแนะนำการใส่ปูนแก่เกษตรกรบริเวณที่เป็นดินเปรี้ยวได้เบื้องต้น ช่วยประหยัดทั้งงบประมาณและเวลาสำหรับเกษตรกรในการส่งตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ความต้องการปูน
3. ทราบอัตราการที่เหมาะสมใส่ปูนเพื่อยกระดับพีเอชของดินเปรี้ยวจัด

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2558. สถานภาพทรัพยากรดินและที่ดินของประเทศไทย. ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2562. แผนที่ชุดดินมาตราส่วน 1:25,000. กองสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน. กรุงเทพมหานคร.
- กิตตินันท์ วรอนุวัฒนกุล. 2529. อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ด่าง ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของเหล็ก, แมงกานีส, อะลูมินัม, ซัลเฟต, ฟอสเฟต และผลผลิตของข้าวที่ปลูกในดินรังสิตกรดจัด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ชนิษฐา ชื่นห้อง และจิตราพร บุตรแสงดี. 2558. การประมาณค่าฝนเชิงพื้นที่จากภาพถ่ายเทียม GSDMap ในพื้นที่ภาคใต้. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสนมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จงรักษ์ จันทรเจริญสุข รัตนชาติ ช่วยบุตดา พงนิย มอญเจริญ และเอ็จ สโรบล. 2544. การศึกษาผลการใส่ซิลิกอน ฟอสฟอรัสต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวที่ปลูกในดินเปรี้ยวจัดในชุดดินรังสิต. การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- จงรักษ์ จันทรเจริญสุข. 2550. การวิเคราะห์ดินและพืชทางเคมี. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จุฑารัตน์ คำนิงกิจ. 2546. ผลของซิลิกอนที่มีต่อผลผลิตและการดูดใช้ธาตุอาหารของข้าวและข้าวโพดที่ปลูกในดินเปรี้ยวจัด ชุดดินองครักษ์ (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพมหานคร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ชยางค์ นามเมือง มณเฑียร จินดา วิวัฒน์ อิงคะประดิษฐ์ และจันทนา สุโคโต. 2521. การเพิ่มผลผลิตข้าวในดินเปรี้ยวโดยใช้ปุ๋ย. กองการข้าว กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ
- ถาวร มีชัย. 2550. การจัดการดินเปรี้ยวจัดเพื่อปลูกข้าวโดยใช้วัสดุปูน ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์. จาก <http://newtdc.thailis.or.th/docview.aspx?tdcid=316167> , 15 พฤษภาคม 2562.
- ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และ จงรักษ์ จันทรเจริญสุข. 2542. แบบฝึกหัดและคู่มือการปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ทัศนีย์ อัดตะนันท์. 2556. ดินที่ใช้ปลูกข้าว. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นงคราญ มณีวรรณ และชูจิตต์ สงวนทรัพยากร. 2549. ผลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีในการ จัดการดินเปรี้ยวจัดเพื่อปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1. การประชุมทางวิชาการของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- นงคราญ ดวงโต. 2527. การศึกษาอัตราและสัดส่วนผสมของปุ๋ย N, P และ K ที่เหมาะสมต่อข้าวที่ปลูกในดินเปรี้ยวที่ปรับปรุงด้วยการใช้ปูนมาร์ล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- นงคราญ มณีวรรณ จุมพล ยูวณิยม รสมาลิน ณ ระนอง เมธิน ศิริวงศ์ และบรรเจิดลักษณ์ จินตฤทธิ. 2543. อัตราปุ๋ยและปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมในการจัดการดินเปรี้ยวจัด ชุดดินรังสิต ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดเขียวปลี. การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- นงคราญ มณีวรรณ วัชรระ สีนเอี่ยม ไลวรรณ อังศิริส และเจริญ เจริญจำรัสชีพ. 2533. การศึกษาอิทธิพลของปูนมาร์ลต่อการปลูกข้าวและถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียนในดินชุดอยุธยา. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- นริศ หนูจันทร์. 2551. อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยและฟอสฟอรัสต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินกรด. จาก <http://newtdc.thailis.or.th/docview.aspx?tdcid=234687>, 15 พฤษภาคม 2562.
- บรรเจิดลักษณ์ จินตฤทธิ กำชัย กาญจนชนเศรษฐ นงคราญ มณีวรรณ เตือนใจ อุบลทิพย์ วีระ ธาระเขต และเจริญ เจริญจำรัสชีพ. 2541. การศึกษาอัตราปุ๋ยมาร์ลและปุ๋ยเคมีในการปรับปรุงดินเปรี้ยวจัด ชุดดินรังสิตกรดจัดเพื่อปลูกกระเจี๊ยบเขียว. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 36. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ประมุข ถิ่นใหญ่. 2546. ผลของการใส่ซิลิกอนร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตและการดูดใช้ธาตุอาหารของข้าวสองพันธุ์ที่ปลูกในดินเปรี้ยวจัดชุดดินรังสิตกรดจัด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- รสมาลิน ณ ระนอง วัชรระ สีนเอี่ยม ศรีชัย นิรเฑียม และนงคราญ มณีวรรณ. 2539. การศึกษาอัตราปุ๋ยและปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมในดินเปรี้ยวจัด ชุดดินรังสิตกรดจัดเพื่อปลูกข้าวโพดหวาน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- วิชัย ไชยงค์. 2536. อิทธิพลของปูนมาร์ลและระดับปุ๋ยหินฟอสเฟตต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินบางประการและการตอบสนองของข้าวที่ปลูกในดินกรดจัด 3 ชุดดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- วิระ ศรีธัญรัตน์. 2534. ความเป็นประโยชน์ของหินฟอสเฟตต่อข้าวโพดที่ปลูกในดินเปรี้ยวจัด 3 ชุดดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ศรัณย์ หงษาครประเสริฐ ศักดิ์ศิลป์ โชติสกุล สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์ เฉลิมพล ภูมิไชย์ ธาณี ศรีวงศ์ชัย. 2553. การประเมินศักยภาพของพื้นที่ดินกรดกำมะถันสวนส้มร้างทุ่งรังสิตสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมัน. จาก <http://newtdc.thailis.or.th/docview.aspx?tdcid=186080>, 13 พฤษภาคม 2562.

- สารระ สวัสดิ์โยธิน. 2530. อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ด่าง ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของเหล็ก, แมงกานีส, อะลูมินัม, กำมะถัน, ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส และผลผลิตของข้าวที่ปลูกในดินองครักษ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. 2562. พจนานุกรมศัพท์ปฐพีศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสภา. สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, กรุงเทพฯ. 452 หน้า
- สุเพชร จิรขจรกุล. 2552. เรียนรู้ระบบสารสนเทศด้วยโปรแกรม ArcGIS Desktop 9.3.1. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีชนบท คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- เสกสรร เอกจิตร. 2547. การละลายและความเป็นประโยชน์ของหินฟอสเฟตต่อผลผลิตข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในชุดดินเปรี้ยวจัด ชุดดินรังสิต. จาก <http://newtdc.thailis.or.th/docview.tdcid=159667> , 13 พฤษภาคม 2562.
- เสรี ดาหาญ. 2536. อิทธิพลของปุ๋ยฟอสเฟตละลายช้าที่มีต่อการเจริญเติบโตองค์ประกอบทางเคมี และผลผลิตของข้าวในดินเปรี้ยวของภาคกลางตอนใต้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- อภิษฐา ยอดยิ่ง. 2559. การเปรียบเทียบปริมาณฝนรายวันระหว่างผลิตภัณฑ์น้ำฝนจากข้อมูลดาวเทียมกับข้อมูลฝนภาคพื้นดิน พื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย. ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- อรรวรณ ศิริรัตน์พิริยะ ทวี คุปต์กาญจนากุล และสุธีรา สุนทรารักษ์. 2549. การปรับปรุงคุณภาพและผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวตาแห้ง 17 ในพื้นที่ดินเปรี้ยวด้วยเถ้าลอยลิกไนต์. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- เอิบ เขียวรีนรมณ์. 2548. การสำรวจดิน: มโนทัศน์ หลักการและเทคนิค. (พิมพ์ครั้งที่ 2). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Attanandana, T., S. Vacharotayan and K. Kyuma. 1981. **Chemical characteristics and fertility status of acid sulfate soils of Thailand.** Proc. Int. Symp. On Acid Sulfate Soils. Jan. 18-30, 1981. Bangkok, Thailand.
- Bhowmick, R., J. Mandal and N. Mandal. 2016. **Factors Affecting the Lime Requirement in Acidic Inceptisols of Jharkhand.** International Journal of Bio-resource and Stress Management 2016, 7(5):1140-1145
- Breemen. N. van and L. J. Pons, 1978. **Acid sulfate soils and rice**, pp. 739-762. In Soils and Rice. Interational Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.

- Brinkman, R. and L. J. Pons. 1973. **Recognition and prediction of acid sulfate soil conditions**, pp. 169-203 In H. Dost (ed.). *Acid sulfate Soils. Proc. Int. Symp. ILRI. 18, Vol.1.* Wageningen, The Netherlands.
- Chang, K. T. 2002. **Introduction to Geographic Information Systems**. New York: McGraw Hill Higher Education.
- Chang, C., S. Lo and S. Yu. 2006. **The parameter optimization in the inverse distance method by genetic algorithm for estimating precipitation**. *Environmental Monitoring and Assessment*. 117: 145-155.
- Jacek, M. 1999. **GIS and Multicriteria Decision Analysis**. New York: John Wiley&Son, Inc.
- Paul R. Day. 1965. **Particle Fractionation and Particle-Size Analysis**. *Methods of Soil Analysis: Part 1 Physical and Mineralogical Properties, Including Statistics of Measurement and Sampling*. (pp.545-567). <https://doi.org/10.2134/agronmonogr9.1.c43>.
- Pons, L.J. and van Breemen, N. 1982. **Factors influencing the formation of potential acidity in tidal swamps**. In *Proc. Bangkok Symp. A.S. Soils. ILRI Publ. No. 31*, Wageningen, The Netherlands, pp. 37–51
- Ritabrata Bhowmick., Jajati Mandal., and Nintu Mandal. 2016. **Factors Affecting the Lime Requirement in Acidic Inceptisols of Jharkhand**. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*, 7(5): 1140-1145.
- Soil Survey Staff. 2014. **Keys to Soil Taxonomy**, 12th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.
- Woodruff, C. M. 1948. **Testing Soil for Lime Requirement by Means of a Buffer Solution and The Glass Electrode**. *Soil Sci.* 66: 53-63.
New York: McGraw Hill Higher Education.
- Zhang, J., Bei, S., Li, B., Zhang, J., Christie P. and Li X. 2019. **Organic fertilizer, but not heavy liming, enhances banana biomass, increases soil organic carbon and modifies soil microbiota**. *Applied Soil Ecology*. 136: 67-79.

ภาคผนวก

ภาคผนวกที่1 ข้อมูลชุดดิน

1. ชุดดินอยุธยา (Ayutthaya series: Ay) เกิดจากการทับถมของตะกอนน้ำจืด ลักษณะเนื้อดินบนเป็นดินเหนียวสีเทาเข้มมีจุดประสีน้ำตาลแก่ ส่วนดินชั้นล่างเป็นดินเหนียวสีเทาหรือน้ำตาลอ่อนปนเทา พบจุดประสีเหลืองของจาโรไซต์ (Jarosite) และสีแดงเกิดขึ้นระหว่างความลึก 100-150 เซนติเมตร จากผิวดินบน และจะพบผลึกของยิปซัมในดินชั้นบนตอนล่างและดินชั้นล่างตอนบน ปฏิกริยาของดินเป็นกรดจัดถึงกรดจัดมาก (pH 5.0-5.5)

2. ชุดดินบางเขน (Bang Khen series: Bn) เกิดจากตะกอนน้ำทะเลและน้ำกร่อยที่มีอายุน้อย ลักษณะเนื้อดินบนเป็นดินเหนียว สีพื้นเป็นสีเทาเข้มมากถึงสีดำ มีจุดประสีน้ำตาลแก่ หรือสีแดงปนเหลือง ปฏิกริยาของดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงกรดปานกลาง (pH 6.0-6.5) ดินล่างเป็นดินเหนียว สีพื้นเป็นสีน้ำตาลปนเทาถึงสีเทา มีจุดประสีเหลืองปนน้ำตาลและสีแดง ปฏิกริยาเชิงดินเป็นกลางถึงกรดเล็กน้อย (pH 6.5-7.0) จะพบผลึกของยิปซัมส่วนบนของดินชั้นนี้

3. ชุดดินบางน้ำเปรี้ยว (Bang Nam Prieo series: Bp) เกิดจากน้ำทะเลเคຍท่วมถึงมาก่อน ลักษณะเนื้อดินบนเป็นดินเหนียว สีเทาเข้ม ถึงสีเทาเข้มมาก ปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลาง (pH 6.0) ดินบนตอนล่าง เนื้อดินเป็นดินเหนียว สีน้ำตาลปนเทา มีจุดประสีแดงปนเหลือง ปฏิกริยาดินเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.5) ดินล่างตอนล่างมีสีน้ำตาลปนเทา มีจุดประสีเหลืองปนน้ำตาล สีน้ำตาลปนแดง สีแดงปนเหลือง อาจพบจุดประสีเหลืองฟางข้าว ปฏิกริยาดินเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.5) ส่วนดินล่างพบดินเลนสีเทาปนเขียวที่ความลึกประมาณ 150 ซม. ลงไป

4. ชุดดินมหาโพธิ (Maha Phot Series: Ma) เกิดจากตะกอนน้ำพามาทับถมบริเวณที่ราบน้ำกร่อย หรือบริเวณที่ราบน้ำ ลักษณะเนื้อดินบนเป็นดินเหนียวมีสีดำหรือสีเทาเข้ม มีจุดประสีน้ำตาลแก่ ปฏิกริยาดินเป็นดินกรดจัดมากถึงกรดจัด (pH 4.5-5.5) ดินบนตอนล่าง เป็นดินเหนียวปนทรายแป้งมีสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนเทา มีจุดประสีแดงและสีเหลืองปนน้ำตาล จะพบจุดประสีเหลืองฟางข้าว ในดินล่างลึกลงไปโดยทั่วไปลึกกว่า 1 เมตร จากผิวดิน หน้าอัดมันและรอยไถและหน้าดินจะแตกกระแหว่เมื่อดินแห้ง ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดจัด (pH 4.5-5.5) ดินล่างตอนล่าง เป็นดินเลนเหนียวสีเทาเข้ม ปฏิกริยาดินเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.5)

1. ชุดดินชะอำ (Cha-am Series: Ca) เกิดจากตะกอนน้ำทะเลและน้ำกร่อยพามาทับถมบนที่ราบน้ำทะเลท่วมถึง ลักษณะเนื้อดินบนเป็นดินเหนียว สีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนเทา มีจุดประสีน้ำตาลแก่ ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมาก (pH 4.5) ดินบนตอนล่าง เป็นดินเหนียวปนวัตถุอินทรีย์ที่ยังไม่สลายตัว สีน้ำตาล สีน้ำตาลปนเทาถึงสีเทาปนเขียวมะกอกและสีเขียว มีจุดประสีเหลืองฟางข้าว ภายในความลึก 50 ซม.ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมาก (pH

4.5) ดินล่างตอนล่าง เป็นดินเหนียวมีสีเทาปนเขียวและสีเทาปนเขียว มะกอกปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด (pH 5.0) อาจพบคราบเกลือที่ผิวดิน ผลึกแร่ปซัมในดินบนและซัลเฟอร์ปริมาณสูงในดินล่าง

1. ชุดดินเชียรใหญ่ (Chian Yai series: Cyi) เกิดจากตะกอนทะเลในพื้นที่น้ำทะเลเคยท่วมถึงหรือบริเวณขอบๆ พื้นที่พรุ ลักษณะเนื้อดินบนมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้งปนเศษพืช (หรือมีชั้นดินอินทรีย์บาง ๆ สีนํ้าตาลเข้มทับอยู่ด้านบน) มีสีเทา ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก (pH 4.5-5.0) ดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายแป้ง มีสีเทา มี จุดประสีนํ้าตาล ดินล่างชั้นถัดไปภายในความลึก 50 ซม. จากผิวดิน เป็นดินเลนสีเทาหรือสีเทาปนน้ำเงินของตะกอนนํ้าทะเลที่มีสารประกอบกำมะถันมาก (Pyrite: FeS_2) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง (pH 6.5-7.0) มีศักยภาพเป็นดินเปรี้ยวจัดหรือดินกรดกำมะถัน

2. ชุดดินมูโนะ (Munoh series: Mu) เกิดจากตะกอนนํ้าทะเลในพื้นที่พรุหรือที่ลุ่มระหว่างสันทรายชายทะเล ลักษณะเนื้อดินบนมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวถึงเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง มีสีดำหรือสีนํ้าตาลปนเทา ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก (pH 4.5-5.0) ดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายแป้ง มีจุดประสีเหลือง สีนํ้าตาล และมีจุดประสีเหลืองฟางข้าวของสารประกอบจาโรไซต์ (jarosite mottles) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงเป็นกรดรุนแรงมากที่สุด (pH 3.5-4.0) ความเป็นกรดรุนแรงมากเกิดมาจากการเติมออกซิเจน (oxidized) เข้าไปในสารประกอบกำมะถัน และดินล่างชั้นถัดไปช่วงความลึก 50-100 ซม. เป็นดินเลนสีเทา มีสารประกอบกำมะถัน (Pyrite: FeS_2) มาก ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อย มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (5.0-6.5)

3. ชุดดินองครักษ์ (Ongkharak Series: Ok) เกิดจากตะกอนนํ้ากร่อยพามาทับถมอยู่บนที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง ลักษณะเนื้อดินบนเป็นดินเหนียว มีสีดำหรือสีเทาเข้ม มีจุดประ สีแดงปนเหลืองหรือสีนํ้าตาลแก่ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงกรดจัดมาก (pH 4.0-4.5) ดินบนตอนล่าง เป็นดินเหนียวมีสีนํ้าตาลหรือสีนํ้าตาลปนเทาและเป็นดินเลนสีเทาเข้ม มีจุดประสีแดง สีนํ้าตาลแก่และมีจุดประสีเหลืองฟางข้าวภายในระดับความลึก 50 ซม. จากผิวดิน ปฏิกิริยาดินเป็นกรดรุนแรงมาก (pH 4.0) ดินล่างตอนล่างเป็นดินเลนเหนียวทะเล สีเทาถึงสีเทาเข้ม ปฏิกิริยาดินเป็นกรดรุนแรงมาก (pH 4.5)

1. ชุดดินดอนเมือง (Don Mueang Series: Dm) เกิดจากตะกอนนํ้าทะเลและนํ้ากร่อยพัดพามาทับถมอยู่บนที่ราบนํ้าทะเล ลักษณะเนื้อดินบนเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนหรือ ดินร่วนปนดินเหนียว สีดำหรือสีเทาเข้ม ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดปานกลาง (pH 5.0-6.0) ดินบนตอนล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนหรือดินร่วนปนดินเหนียว สีนํ้าตาลปนเทาหรือสีนํ้าตาล มีจุดประสีนํ้าตาลแก่และสีแดงปนเหลืองตลอด ปฏิกิริยาดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงกรดจัด (pH 4.0-5.0) ดินล่างตอนล่างเป็นดินเหนียว สีเทาปนชมพู มี จุด

ประสีแดงและสีเหลืองฟางข้าวในดินล่าง ปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงด่างปานกลาง (pH 6.0-8.0) จะพบชั้นดินเลนสีเทาปนเขียวมะกอกภายในความลึก 150 ซม.

2. ชุดดินรังสิต (Rangsit series: Rs) เกิดจากตะกอนที่ถูกน้ำพัดพามาทับถมโดยน้ำกร่อย ลักษณะเนื้อดินบนเป็นดินเหนียว สีดำหรือสีเทาเข้ม มีจุดประสี น้ำตาลปนเหลือง ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดจัด (pH 4.0-5.0) มักมีรอยแตกกระแหงที่ผิวหน้าดินในฤดูแล้ง ดินบนตอนล่างสีน้ำตาลปนเทา หรือน้ำตาลปนเทาเข้ม มีจุดประสีแดง หรือสีแดงปนเหลือง ที่ระดับความลึกประมาณ 50-100 ซม. พบจุดประสีเหลืองฟางข้าวของสารจาโรไซต์ดินล่างตอนล่างเป็นดินเหนียว พบรอยไถและผิวหน้าอัดมัน ส่วนที่ระดับลึกกว่า 100-150 ซม. ลงไปมีลักษณะเป็นดินเลน ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมาก (pH <4.0)

3. ชุดดินเสนา (Sena series: Se) เกิดจากตะกอนน้ำกร่อยที่มีอายุมาก ลักษณะเนื้อ ดินบนเป็นดินเหนียว สีดำ หรือสีเทาเข้ม ถัดลงไปเป็นสีน้ำตาลปนเทาหรือสีน้ำตาลและเป็นดินเลนสีเทา ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดจัด (pH 4.5-5.5) ดินบนตอนล่าง เป็นดินเหนียวสีน้ำตาลปนเทา พบจุดประสีน้ำตาลแก่หรือแดงปนเหลืองปฏิกริยาดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงกรดจัดมาก (pH 4.0-4.5) ดินล่างตอนล่างเป็นดินเลนเหนียว สีเทาเข้มหรือสีเทา จุดประสีเหลืองปนน้ำตาล จะพบจุดประสีเหลืองฟางข้าวของสารประกอบกำมะถันปนอยู่ในระดับความลึกตั้งแต่ 50-100 ซม. และพบรอยไถผิวหน้าอัดมันและผลึกยิปซัม ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดปานกลาง (pH 4.5-8.0)

4. ชุดดินัญบุรี (Thanyaburi series: Tan) เกิดจากตะกอนน้ำทะเลผสมกับตะกอนน้ำพา และมีอิทธิพลของน้ำทะเลในบางช่วงของรอบปี ลักษณะเนื้อดินบน เป็นดินเหนียว สีดำ มีจุดประสีน้ำตาลแก่และสีแดงปนเหลือง ในฤดูแล้งหน้าดินจะแตกกระแหงเป็นร่องกว้างและลึก ปฏิกริยาดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงกรดจัดมาก (pH 4.0-5.0) ดินบนตอนล่างมีสีน้ำตาลปนเทาหรือสีเทาปนน้ำตาล มีจุดประสีเหลืองปนน้ำตาลและเหลืองปนแดงที่ระดับความลึกตั้งแต่ 50-100 ซม. จะพบจุดประสีเหลืองฟางข้าว และพบรอยไถและหน้าอัดมัน ปฏิกริยาดินเป็นกรดรุนแรงมากที่สุดถึงกรดรุนแรงมาก (pH 3.5-4.0) ดินล่างตอนล่างที่ลึกลงไปพบลักษณะของดินเลนสีเทา ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมาก (pH 4.5)

ภาคผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ความต้องการปูนของดิน

ความต้องการปูนของดิน โดยวิธีของ Woodruff โดยวิธี Titration สารละลาย Woodruff ด้วย สารละลายมาตรฐาน 0.2000 N HCl (Woodruff, 1948)

วิธีของ Woodruff

1. อุปกรณ์

- 1) เครื่อง pH meter
- 2) เครื่องชั่ง
- 3) ปีกเกอร์พลาสติกขนาด 50 มล. หรือขนาด 100 มล.
- 4) แท่งแก้วสำหรับคน

2. สารเคมี

2.1 การเตรียมน้ำยา Woodruff

ละลาย calcium acetate 40 กรัม, para – nitrophenol 8 กรัม และ sodium hydroxide 1.2 กรัม ในน้ำกลั่น ผสมสารละลายทั้งหมดเข้าด้วยกันในขวดปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 1 ลิตร และเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรประมาณ 980 มล. ผสมให้เข้ากัน ปรับน้ำยาที่เตรียมให้มี pH 7.0 ด้วยสารละลาย NaOH หรือ CH_3COOH แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น

2.2 สารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐาน (HCl) 0.1 N

ตวงกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เข้มข้น 8.75 มิลลิลิตรค่อย ๆ เทลงในน้ำกลั่น ทำให้มีปริมาตร 1 ลิตร เทียบมาตรฐาน (Standardize) ไตเตรทกับสารละลายโซเดียมเตตราโบเรตมาตรฐาน (Standard sodium tetraborate ; $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)

3. วิธีการ

3.1 การทำกราฟมาตรฐานของน้ำยา Woodruff: ไตเตรทสารละลาย Woodruff 20 มล. ด้วย สารละลายมาตรฐาน 0.2000 N HCl ครั้งละ 0.5 มล. คนให้เข้ากันแล้ววัดค่า pH ของสารละลาย buffer นี้ทุกครั้ง ที่เติมกรดลงไป จนกระทั่งใช้กรดไปประมาณ 13 - 15 มล. จึ้นำค่า pH กับ ปริมาณกรดที่เติมลงไป (me H^+) มา เขียนกราฟ คำนวณ pH unit ต่อ me H^+ ของ buffer จากส่วนที่เป็นเส้นตรงของกราฟนี้

3.2 การหาปริมาณความต้องการปูน

ชั่งดินที่ต้องการหาปริมาณปูน 20 กรัม ใส่ลงในปิกรเกอร์ เติมน้ำและสารละลาย Woodruff อย่างละ 20 มล. คนให้เข้ากัน 30 นาทีแล้วตั้งทิ้งไว้อีก 30 นาทีจึงวัด pH ค่า pH ที่วัดได้จะต้องไม่ต่ำกว่าจุดที่ต่ำสุดที่เป็นเส้นตรงของกราฟที่ทำไว้ ถ้าต่ำกว่าต้องลดน้ำหนักของดินลงเป็น 10 กรัม นำค่า pH ที่วัดได้คำนวณหาปริมาณความต้องการปูน CaCO_3

3.3 วิธีหาคำนวณ

สมมติใช้ดิน A กรัม เติมน้ำ Woodruff 20 มล. วัด pH ของน้ำยา Woodruff ลดลงจาก 7.0 ไป Δ pH
 จากกราฟ pH เปลี่ยนไป 1.00 pH unit $= B \text{ me H}^+$
 pH ของสารละลายดิน เมื่อเติมน้ำ Woodruff เปลี่ยนไปจาก 7.0 $= \Delta$ pH
 ดังนั้น ดิน A กรัม ต้องลด H^+ เพื่อให้มี pH เป็น 7 $= B \times \Delta$ pH me H^+
 หรือต้องการปูน $= B \times \Delta$ pH $\times 50$ mg CaCO_3
 ดิน 1 ไร่ต้องการ $\text{CaCO}_3 = B \times \Delta$ pH $\times 50 \times 384,000,000 / A$ mg CaCO_3
 $= B \times \Delta$ pH $\times 50 \times 384 \times 10^6 / (A \times 10^6)$ kg CaCO_3
 $= 19.2 \times B \times \Delta$ pH $/ A$ ตัน CaCO_3

ตารางที่ภาคผนวกที่ 1 ปริมาณความต้องการปูนโดยวิธีสารละลายบัฟเฟอร์ ของ Woodruff

pH (ดินกับสารละลายบัฟเฟอร์ ของWoodruff)	ความต้องการปูนLR (กิโลกรัม CaCO ₃ /ไร่)	ปริมาณปูนที่แนะนำ (กิโลกรัม CaCO ₃ /ไร่)
6.9	156	120
6.8	312	240
6.7	468	360
6.6	624	480
6.5	780	600
6.4	936	720
6.3	1,092	840
6.2	1,248	960
6.1	1,404	1,080
6.0	1,560	1,200
5.9	1,716	1,320
5.8	1,872	1,440
5.7	2,028	1,560

ที่มา : คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช ฯ หน้า 75-76

ปริมาณปูนที่แนะนำ ได้แก่ CaCO₃ 100 กิโลกรัม เทียบเท่าปริมาณปูนขาว 78 กิโลกรัม หรือปูนมาร์ล 120 กิโลกรัม หรือหินปูนบด 150 กิโลกรัม หรือปูนโดโลไมท์ 109 กิโลกรัม

ตารางที่ภาคผนวกที่ 1 ปริมาณความต้องการปูนโดยวิธีสารละลายบัฟเฟอร์ ของ Woodruff (ต่อ)

pH (ดินกับสารละลายบัฟเฟอร์ ของWoodruff)	ความต้องการปูนLR (กิโลกรัม CaCO_3 /ไร่)	ปริมาณปูนที่แนะนำ (กิโลกรัม CaCO_3 /ไร่)
5.6	2,184	1,680
5.5	2,340	1,800
5.4	2,496	1,920
5.3	2,652	2,040
5.2	2,808	2,160
5.1	2,964	2,280
5	3,120	2,400
4.9	3,278	2,520
4.8	3,432	2,640
4.7	3,588	2,760
4.6	3,744	2,880
4.5	3,900	3,000
4.4	4,056	3,120
4.3	4,212	3,240
4.2	4,368	3,360
4.1	4,524	3,400
4	4,680	3,510
3.9	4,836	3,630

ที่มา : คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช ฯ หน้า 75-76

ปริมาณปูนที่แนะนำ ได้แก่ CaCO_3 100 กิโลกรัม เทียบเท่าปริมาณปูนขาว 78 กิโลกรัม หรือปูนมาร์ล 120 กิโลกรัม หรือหินปูนบด 150 กิโลกรัม หรือปูนโดโลไมท์ 109 กิโลกรัม

ภาคผนวกที่ 3 ภาพการปฏิบัติงาน

ภาพการทดลองที่ 1 สำรวจจำแนกดินจุดเก็บตัวอย่าง ศึกษาลักษณะและสมบัติดินเพื่อใช้ในการจำแนกดิน เก็บตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนและไม่ถูกรบกวน



a



b



c

สำรวจจำแนกดินจุดเก็บตัวอย่าง (a) เก็บตัวอย่างดินแบบไม่รบกวนโดยใช้ soil core (b และ c)



a: Jarosite



b: soil pH test kit (extremely acid)

ศึกษาลักษณะและสมบัติดินเพื่อใช้ในการจำแนกดิน

ภาพการทดลองที่ 2 การปฏิบัติงาน ณ แปลงทดลอง โครงการศึกษาทดลองการแก้ไขปัญหาดินเปรี้ยวอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ในที่ดินมูลนิธิชัยพัฒนา ต.บ้านพรึก อ.บ้านนา จ.นครนายก



ภาพที่ 2.1 การเตรียมแปลง กำจัดวัชพืช ใส่ปุ๋ยและปลูกตามดำรับการทดลอง



ภาพที่ 2.2 ชั่งน้ำในแปลงทดลองหลังจากหว่านข้าว



ภาพที่ 2.3 แปลงทดลองระยะข้าวแตกกอ



ภาพที่ 2.4 ข้าวระยะออกรวง



ภาพที่ 2.5 ศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว



ภาพที่ 2.6 เก็บเกี่ยวผลผลิตที่ระยะ 120 วันหลังปลูก