ความอุดมสมบูรณ์และความเหมาะสมของดินในพื้นที่เกษตรของสถานีเกษตรหลวงปางดะ จังหวัดเชียงใหม่

คุณัญญา ชิดทอง

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาปฐพีศาสตร์
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2566

ความอุดมสมบูรณ์และความเหมาะสมของดินในพื้นที่เกษตรของสถานีเกษตรหลวงปางดะ จังหวัดเชียงใหม่

คุณัญญา ชิดทอง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาปฐพีศาสตร์
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2566

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ความอุดมสมบูรณ์และความเหมาะสมของดินในพื้นที่เกษตรของ
สถานีเกษตรหลวงปางดะ จังหวัดเชียงใหม่

คุณัญญา ชิดทอง

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาปฐพีศาสตร์

พิจารณาเห็นชอบโดย **อาจารย์ที่ปรึกษา**

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก .....
(อาจารย์ ดร.จักรพงษ์ ไชยวงศ์)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จีราภรณ์ อินทสาร)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วาสนา วิรุญรัตน์)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ประธานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ)
รองอธิการบดี
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชื่อเรื่อง ความอุดมสมบูรณ์และความเหมาะสมของดินในพื้นที่เกษตรของสถานีเกษตรหลวงปางดะ จังหวัดเชียงใหม่
ชื่อผู้เขียน นางสาวคุณัญญา ชิดทอง
ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาปฐพีศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ ดร.จักรพงษ์ ไชยวงศ์

บทคัดย่อ

การศึกษาความอุดมสมบูรณ์และความเหมาะสมของดินในพื้นที่เกษตรของสถานีเกษตรหลวงปางดะ จังหวัดเชียงใหม่ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความเหมาะสมของที่ดินสำหรับการเกษตร และแนวทางการจัดการในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ โดยเก็บตัวอย่างดินที่มีรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน 2 รูปแบบ ได้แก่ กระเทียมและข้าวโพด จำนวนทั้งหมด 71 จุด ตามวัตถุต้นกำเนิดดิน ได้แก่ หินฟิลไลต์ หินดินดาน หินเคลย์ และหินแกรนิต ทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินเพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินและความเหมาะสมของดินเพื่อการเกษตร พบว่า สมบัติทางเคมีของดินของพื้นที่ปลูกกระเทียมและข้าวโพดตามวัตถุต้นกำเนิดดินดังต่อไปนี้ หินฟิลไลต์ ดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงด่างอ่อน ปริมาณอินทรียวัตถุต่ำมากถึงสูง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำมากถึงสูง ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำถึงสูงมาก ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำถึงค่อนข้างสูง มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสต่ำถึงสูง และความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำถึงสูง หินดินดาน ดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำถึงค่อนข้างสูง ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลางถึงสูงมาก ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสปานกลางถึงสูง และความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง หินเคลย์ ดินเป็นกรดปานกลางถึงด่างอ่อน ปริมาณอินทรียวัตถุต่ำมากถึงค่อนข้างสูง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำถึงสูง มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำถึงสูงมาก ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำถึงค่อนข้างสูง อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสปานกลางถึงสูง และความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำถึงสูง หินแกรนิต ดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดเล็กน้อย ปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำถึงค่อนข้างสูง มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลางถึงสูงมาก มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสปานกลางถึงสูง และความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง การประเมินความเหมาะสมของดินพบว่าความจุในการดูดยึดธาตุอาหาร ความ

เป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืชและศักยภาพการใช้เครื่องจักร สามารถแก้ไขได้ด้วยการเพิ่มอินทรียวัตถุและธาตุอาหารพืชให้ดิน รวมถึงการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน จัดหาน้ำหรือก่อสร้างแหล่งน้ำให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืชและจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

คำสำคัญ : การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน, สมบัติทางเคมีของดิน, สถานีเกษตรหลวงปางดะ

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY

Title THE FERTILITY AND SUITABILITY OF SOILS IN AGRICULTURAL AREAS AT PANGDA ROYAL AGRICULTURAL STATION, CHIANG MAI PROVINCE

Author Miss Khunanya Chitthong

Degree Master of Science in Soil Science

Advisory Committee Chairperson Dr. Chackapong Chaiwong

ABSTRACT

Study of soil fertility and soil suitability in agricultural areas of Pangda Royal Agricultural Station, Chang Mai Province. The objective is to evaluate the level of soil fertility, soil suitability for agriculture and management guidelines in Pangda Royal Agricultural Station, Samoeng District, Chiang Mai Province. A total of 71 soil samples with two uses, i.e., garlic and corn, were collected from the soil parent material, i.e., phyllite, shale, clay, and granite, and chemically analyzed to evaluate soil fertility and suitability for agriculture. It was found that the soil chemical properties of vegetation and crops were as follows, depending on the parent material: Phyllite rock soils are extremely acidic to slightly alkaline, organic matter is low to high, available phosphorus is very low to high, exchangeable potassium is very low to very high, cation exchange capacity is low to moderately high, base saturation level is low to high, and soil fertility is low to high. Shale rock, soils are strongly acidic to neutral, organic matter is low to high, available phosphorus is low to moderately high, exchangeable potassium capacity is moderate to very high, cation exchange capacity is moderately low to moderate, degree of base saturation is low to high, and soil fertility is low to moderate. Claystone, soils are moderately acidic to slightly alkaline, organic matter is very low to moderately high, available phosphorus is low to high, exchangeable potassium is very low to very high, cation exchange capacity is low to moderately high, degree of base saturation is moderate to high, and soil fertility is low to high. Granitic rock, soils are very strongly acidic to slightly acidic,

organic matter is moderately low to moderately high, available phosphorus is low to moderately high, exchangeable potassium is moderate to very high, cation exchange capacity is low to moderate, degree of base saturation is moderate to high, and soil fertility is low to high. The soil suitability assessment indicated that nutrient uptake capacity, oxygen availability to plant roots, and mechanization potential are limited. Remedial action can be taken by adding organic matter and plant nutrients to the soil, including fertilizing according to soil analysis, providing water or constructing a water source sufficient for plant growth, and establishing a soil and water conservation system.

Keywords : soil fertility evaluation, soil chemical properties, the Royal Agricultural Station Pangda

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำการวิจัยเรื่อง ความอุดมสมบูรณ์และความเหมาะสมของดินในพื้นที่เกษตรของสถานีเกษตรหลวงปางดะ จังหวัดเชียงใหม่ ขอขอบคุณสถานีเกษตรหลวงปางดะ จังหวัดเชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในเรื่องสถานที่รวมถึงข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ อาจารย์.ดร.จักรพงษ์ ไชยวงศ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในเรื่องของทุนการวิจัย ทุนการศึกษา ตลอดจนให้คำแนะนำตรวจสอบแก้ไขและช่วยเหลือตักเตือนในเรื่องของการทำงานวิจัยมาโดยตลอด อีกทั้งยังต้องขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จีราภรณ์ อินทสาร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วาสนา วิรุญรัตน์ กรรมการที่ปรึกษา ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการวิจัยครั้งนี้ นักศึกษาสาขาปฐพีศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลมาวิจัย และหลักสูตรปฐพีศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในเรื่องสถานที่ ห้องปฏิบัติการ และอุปกรณ์ ทางผู้วิจัยขอขอบคุณมาไว้ ณ ที่นี้ด้วย

คุณัญญา ชิดทอง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ช
สารบัญ ..... ซ
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญรูปภาพ ..... ฐ
สารบัญตารางภาคผนวก ..... ฑ
สารบัญภาพภาคผนวก ..... ฒ
บทที่ 1 บทนำ 1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
ขอบเขตงานวิจัย 2
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร 3
2.1 ความหมายของดิน 3
2.2 ลักษณะและคุณสมบัติทั่วไปของดิน 6
2.3 รูปแบบของการเกษตรพื้นที่ภาคเหนือ 12
2.4 การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน 17
2.5 การประเมินความเหมาะสมของที่ดินในการปลูกพืช 19
2.6 การจัดการดินและแร่ธาตุอาหารเพื่อทำการเกษตร 22
2.7 การปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ 23
2.8 การปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยเคมี 24

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง....24
บทที่ 3 อุปกรณ์ และวิธีทดลอง....28
3.1 พื้นที่ และขอบเขตของการศึกษา....28
3.2 อุปกรณ์ และวิธีการศึกษา....31
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ....35
3.4 ระยะเวลาในการศึกษา....36
บทที่ 4 ผลการศึกษาและวิจารณ์....37
4.1 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน แบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน....38
4.1.1 พื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกกระเทียม....38
4.1.2 พื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกข้าวโพด....50
4.2 การประเมินความเหมาะสมของที่ดิน....61
4.2.1 พื้นที่ปลูกกระเทียม....61
4.2.2 พื้นที่ปลูกข้าวโพด....62
4.3 แนวทางการจัดการ....63
บทที่ 5 สรุป....72
5.1 การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน....72
5.1.1 พื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกกระเทียม....72
5.1.2 พื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกข้าวโพด....74
5.2 การประเมินความเหมาะสมของที่ดิน....75
5.2.1 พื้นที่ปลูกกระเทียม....75
5.2.2 พื้นที่ปลูกข้าวโพด....76
ข้อเสนอแนะ....77
บรรณานุกรม....79

ภาคผนวก 87
ภาคผนวก ก เกณฑ์ค่ามาตรฐานของค่าวิเคราะห์ดิน 88
ภาคผนวก ข ข้อมูลเกษตรกร 92
ภาคผนวก ค ภาพภาคผนวก 100
ประวัติผู้วิจัย 105

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน 33
ตารางที่ 2 การกำหนดระดับความเหมาะสมของค่าพิสัยของดินสำหรับปลูกกระเทียม 34
ตารางที่ 3 การกำหนดระดับความเหมาะสมของค่าพิสัยของดินสำหรับปลูกข้าวโพด 35
ตารางที่ 4 จำแนกการใช้ประโยน์ที่ดิน 38
ตารางที่ 5 ปฏิกิริยาดินในพื้นที่ปลูกกระเทียม 39
ตารางที่ 6 ปริมาณอินทรียวัตถุในพื้นที่ปลูกกระเทียม 40
ตารางที่ 7 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในพื้นที่ปลูกกระเทียม 42
ตารางที่ 8 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในพื้นที่ปลูกกระเทียม 43
ตารางที่ 9 ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในพื้นที่ปลูกกระเทียม 45
ตารางที่ 10 อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสในพื้นที่ปลูกกระเทียม 46
ตารางที่ 11 ความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ปลูกกระเทียม 47
ตารางที่ 12 ปฏิกิริยาดินในพื้นที่ปลูกข้าวโพด 51
ตารางที่ 13 ปริมาณอินทรียวัตถุในพื้นที่ปลูกข้าวโพด 52
ตารางที่ 14 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในพื้นที่ปลูกข้าวโพด 53
ตารางที่ 15 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในพื้นที่ปลูกข้าวโพด 55
ตารางที่ 16 ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในพื้นที่ปลูกข้าวโพด 56
ตารางที่ 17 อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสในพื้นที่ปลูกข้าวโพด 57
ตารางที่ 18 ความอุดมสมบูรณ์ในพื้นที่ปลูกข้าวโพด 58
ตารางที่ 19 ประเมินความเหมาะสมในพื้นที่ปลูกกระเทียม 62
ตารางที่ 20 ประเมินความเหมาะสมในพื้นที่ปลูกข้าวโพด 63
ตารางที่ 21 การใช้ปุ๋ยกับกระเทียมตามค่าวิเคราะห์ดิน 66

ตารางที่ 22 การใช้ปุ๋ยกับข้าวโพดหวานตามค่าวิเคราะห์ดิน.....66
ตารางที่ 23 ความต้องการปูนที่ต้องใช้กับดินกรดที่มีเนื้อดินต่างกัน 68
ตารางที่ 24 คำแนะนำการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยพิจารณาจากความลาดเทเป็นหลัก.....68

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ขอบเขตพื้นที่เกษตรที่สถานีเกษตรหลวงปางดะรับผิดชอบ.....28
ภาพที่ 2 เส้นทางน้ำในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ จ.เชียงใหม่.....29
ภาพที่ 3 ปริมาณน้ำฝน ปี พ.ศ.2536-2564 ของสถานีเกษตรหลวงปางดะ จ.เชียงใหม่.....29
ภาพที่ 4 แผนที่ทางธรณีวิทยาของพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ จ.เชียงใหม่.....31

สารบัญตารางภาคผนวก

หน้า

ตารางภาคผนวกที่ 1 ปฏิกิริยาของดิน (soil reaction).....89

ตารางภาคผนวกที่ 2 ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter).....89

ตารางภาคผนวกที่ 3 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus).....90

ตารางภาคผนวกที่ 4 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable potassium).....90

ตารางภาคผนวกที่ 5 ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cation exchangeable capacity).....90

ตารางภาคผนวกที่ 6 อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (%base saturation).....91

ตารางภาคผนวกที่ 7 การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน.....91

ตารางภาคผนวกที่ 8 ข้อมูลเกษตรกรในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ จ.เชียงใหม่.....93

ตารางภาคผนวกที่ 9 ความเหมาะสมแต่ละปัจจัยวินิจฉัยของกระเทียม.....97

ตารางภาคผนวกที่ 10 ความเหมาะสมแต่ละปัจจัยวินิจฉัยของข้าวโพด.....99

สารบัญภาพภาคผนวก

หน้า

ภาพภาคผนวกที่ 1 การเก็บตัวอย่างดินภาคสนาม.....101

ภาพภาคผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ตัวอย่างดินในห้องปฏิบัติการ.....102

ภาพภาคผนวกที่ 3 หน้าตัดดินในพื้นที่ที่มีการปลูกกระเทียม.....103

ภาพภาคผนวกที่ 4 หน้าตัดดินในพื้นที่ที่มีการปลูกข้าวโพด.....104

บทที่ 1
บทนำ

ภาคเหนือมีสภาพภูมิประเทศเป็นภูเขาสูงสลับซับซ้อน มีความแตกต่างทางด้านชาติพันธุ์ ประกอบด้วยคนไทยและคนไทยภูเขา วิถีชีวิต วัฒนธรรมและถิ่นที่อยู่อาศัยก็มีความแตกต่างกัน ดังนั้นการประกอบอาชีพเกษตรกรรมจึงมีระบบการผลิตและการจัดการแตกต่างกันทั้งด้านพันธุ์พืชที่ปลูก ช่วงเวลาเพาะปลูกรวมถึงรายได้ที่เกิดขึ้นจากการจำหน่ายผลผลิต และลักษณะของดินในภาคเหนือส่วนใหญ่มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ เนื่องจากในประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อน สภาพภูมิอากาศร้อนชื้น วัตถุต้นกำเนิดดินและอินทรียวัตถุมีการผุพังสลายตัวได้อย่างรวดเร็วและเกิดการสูญเสียได้ง่าย (เฉลียว, 2530 และ วันทนีย์, 2531) ส่งผลให้การทำเกษตรโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพาะปลูกในเชิงพาณิชย์นั้น มีความจำเป็นต้องมีการปรับปรุงบำรุงดินโดยการใช้ปุ๋ยทั้งอินทรีย์และเคมีเป็นจำนวนมาก การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นแนวทางที่สำคัญในการช่วยวางแผนการจัดการดินให้เหมาะสมตามสภาพพื้นที่ได้

สถานีเกษตรหลวงปางดะ มีเนื้อที่ประมาณ 8,092 ไร่ มีสภาพพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นลูกคลื่นลอนชันกับพื้นที่ลาดชันสูง มีพื้นที่ลูกคลื่นลอดลาดอยู่ระหว่างหุบเขา มีความลาดชันมากกว่า 12% ถึงร้อยละ 81.98 ของพื้นที่ สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 560-1,335 m พื้นที่ร้อยละ 52.05 ของพื้นที่ มีความสูงต่ำกว่า 800 m จากระดับน้ำทะเลปานกลาง อุณหภูมิรายเดือนเฉลี่ยในรอบ 8 ปี อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 35.8 ℃ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 7.6 ℃ อุณหภูมิเฉลี่ย 21.70 ℃ และมีปริมาณน้ำฝน 1,423.47 มม./ปี (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545) สถานีเกษตรหลวงปางดะเป็นแหล่งรวบรวมพันธุ์พืชและศึกษาวิจัยไม้ผลเขตหนาว ไม้ผลเขตร้อน ไม้ตัดดอก ผักอินทรีย์ พืชสมุนไพร และพืชอื่น ๆ รวมทั้งการทดสอบและคัดเลือกพันธุ์พืชจากต่างประเทศ นอกจากนี้ยังให้การส่งเสริมและพัฒนาอาชีพเกษตรกรในการเพาะปลูกพืชผัก ไม้ผล พืชไร่ ภายใต้ระบบมาตรฐานอาหารปลอดภัย ได้แก่ มาตรฐานการเพาะปลูกที่ดี (มูลนิธิโครงการหลวง, 2555) มีการใช้ทรัพยากรดินเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของดินที่เป็นผลมาจากการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างเข้มข้นและไม่เหมาะสมกับชนิดของพืช ตลอดจนมีการใช้ปุ๋ยหรือวัสดุปรับปรุงคุณภาพดินในปริมาณที่มากเกินความจำเป็น ซึ่งทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นการประเมินคุณภาพดินเป็นสิ่งจำเป็นพื้นฐานสำหรับการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรให้เหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืชแต่ละชนิด ตลอดจนเป็นข้อมูลสำคัญต่อการปรับปรุงคุณภาพของดินด้วยการใช้ปุ๋ยหรือวัสดุปรับปรุงดินในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อเพิ่ม

ผลผลิตทางการเกษตรอย่างมีประสิทธิภาพ (ปิยพร และคณะ, 2560) การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ทำเกษตร ความเหมาะสมของที่ดินสำหรับการเกษตร และแนวทางการจัดการเพื่อให้เกิดความยั่งยืนในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่เกษตรของสถานีเกษตรหลวงปางดะ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่
2. เพื่อประเมินความเหมาะสมของที่ดินที่ทำการเกษตรในพื้นที่เกษตรของสถานีเกษตรหลวงปางดะ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่
3. เพื่อหาแนวทางการจัดการดินในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความเหมาะสมของที่ดินที่มีรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ กระเทียม และข้าวโพด และแนวทางในการจัดการดินอย่างยั่งยืน ในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

ขอบเขตงานวิจัย

ศึกษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน ประเมินความเหมาะสมของที่ดินในการทำเกษตร และแนวทางในการจัดการดินในพื้นที่ของเกษตรกรที่อยู่ในการดูแลของสถานีเกษตรหลวงปางดะ ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

บทที่ 2
ตรวจเอกสาร

2.1 ความหมายของดิน

ดิน (Soil) ทางปฐพีวิทยา หมายถึง เทหวัตถุธรรมชาติ (Natural body) ที่เกิดจากการสลายตัวของหินและแร่ธาตุต่าง ๆ ผสมคลุกเคล้ากับอินทรียวัตถุ ซึ่งปกคลุมผิวดินโลกอยู่เป็นชั้นบาง ๆ เป็นวัตถุที่ค้ำจุนการเจริญเติบโตและการทรงตัวของพืช ดินประกอบด้วยแร่ธาตุที่เป็นของแข็ง อินทรียวัตถุ น้ำ และอากาศ ที่มีสัดส่วนแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

คณะกรรมการจัดทำพจนานุกรมปฐพีวิทยา (2551) ได้ให้ความหมายว่า ดิน หมายถึง อินทรียวัตถุและอนินทรียวัตถุที่ไม่จับตัวแข็งเป็นหินซึ่งปกคลุมพื้นผิวโลก เป็นผลมาจากปัจจัยด้านการกำเนิดและสภาพแวดล้อม ได้แก่ ภูมิอากาศ สิ่งมีชีวิต (พืชและสัตว์) สภาพภูมิประเทศ วัตถุต้นกำเนิดดิน และระยะเวลา ความเหมาะสมต่อการผลิตพืชของดินแตกต่างกัน เนื่องมาจากลักษณะและสมบัติทางกายภาพ เคมีชีวภาพ และสัณฐานวิทยา

กรมพัฒนาที่ดิน (2553b) ได้ให้ความหมายว่า ดิน หมายถึง วัสดุธรรมชาติที่เกิดขึ้นจากการผุพังสลายตัวของหินและแร่ ตลอดจนการสลายตัวของเศษซากพืชซากสัตว์ผสมคลุกเคล้ากัน โดยได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม เช่น สภาพภูมิอากาศ สภาพพื้นที่ และระยะเวลาในการพัฒนาที่แตกต่างกัน เกิดเป็นดินหลากหลายชนิดปกคลุมพื้นผิวโลก เป็นที่ยึดเหนียวและเจริญเติบโตของพืช รวมถึงเป็นแหล่งน้ำและอาหารของสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่อาศัยอยู่ในดิน

2.1.1 ปัจจัยกำเนิดดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกำเนิดดิน ส่งผลให้เกิดกระบวนการสร้างตัวของดินมีปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องอยู่มากมาย แต่ที่มีความสำคัญต่อลักษณะและสมบัติต่าง ๆ ของดินนั้นมีอยู่ 5 ปัจจัยหลัก ได้แก่

1) สภาพภูมิอากาศ (Climate) เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดเพราะเป็นตัวควบคุมการผุพังอยู่กับที่ที่จะเกิดขึ้น เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และหยาดน้ำฟ้า (Precipitation) ได้แก่ ฝน หิมะ น้ำค้าง เมฆ หมอก มีอิทธิพลต่ออัตราการสลายตัวของหินและแร่ในด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ซึ่งมีผลต่ออัตราการผุพังสลายตัวของวัสดุต่าง ๆ ทั้งหิน แร่ และเศษซากสิ่งมีชีวิต รวมทั้งยังมีอิทธิพลต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลง เคลื่อนย้าย และสูญเสียวัสดุต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในดิน โดยทั่วไปการผุพัง

สลายตัวของวัสดุต่าง ๆ ในเขตร้อน เช่น ประเทศไทยจะเกิดได้รวดเร็วกว่าในเขตอบอุ่นหรือเขตหนาว เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงและปริมาณความชื้นที่มากกว่า ทำให้กระบวนการต่าง ๆ ดำเนินไปได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดสภาวะที่มีการสูญเสียธาตุอาหารออกจากดินอย่างต่อเนื่อง ดินที่พบในเขตร้อนส่วนใหญ่จึงเป็นดินที่มีการพัฒนาสูงและมักจะขาดความอุดมสมบูรณ์ นอกจากนี้ภูมิอากาศยังมีผลต่อชนิดของสิ่งมีชีวิตและพืชพรรณ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ควบคุมการสร้างตัวของดินด้วย

ภูมิอากาศของประเทศไทยแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ตามระบบการจำแนกของ Koppen คือ

- ภูมิอากาศแบบสะวันนาหรือภูมิอากาศเขตร้อนมีฝนเฉพาะฤดู (Tropical savannah, Aw)
- ภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อน (Tropical monsoon climate. Am)
- ภูมิอากาศแบบฝนเขตร้อน (Tropical rainforest climate, A)
- ภูมิอากาศแบบกึ่งร้อนชื้น (Humid subtropical cimate, Cw)

2) วัตถุต้นกำเนิดดิน (Soil parent material) มีอิทธิพลต่อลักษณะและสมบัติของดิน เช่น เนื้อดิน สีดิน ชนิดและปริมาณธาตุอาหารในดิน ซึ่งมีผลต่อการควบคุมการไหลของน้ำลงไปตามความลึกของดิน กล่าวคือ มีผลต่อการเคลื่อนย้ายของอนุภาคดินขนาดเล็กและธาตุอาหารพืช องค์ประกอบทางเคมี และแร่ของวัตถุต้นกำเนิดดินมีผลโดยตรงต่อการผุพังอยู่กับที่ และส่งผลต่อถึงพืชพรรณธรรมชาติที่เจริญเติบโตในบริเวณนั้น

3) สภาพพื้นที่หรือสภาพภูมิประเทศ (Relief) สภาพพื้นที่สัมพันธ์กับลักษณะผิวหน้าสภาพภูมิประเทศซึ่งเกี่ยวข้องกับความสูงต่ำ ความลาดเอียง และอื่น ๆ ของพื้นที่สภาพพื้นที่อาจทำให้อิทธิพลของภูมิอากาศเร็วขึ้นหรือช้าลงได้ในบริเวณที่ราบและเรียบสม่ำเสมอ จะทำให้น้ำที่มากเกินพอไหลช้ากว่าบริเวณสูง ๆ ต่ำ ๆ บริเวณที่เป็นลูกคลื่นลอนชันถึงบริเวณที่เป็นเนินเขา จะส่งเสริมให้เกิดการกร่อนของชั้นหน้าดินทำให้ได้ดินที่ไม่ลึก ถ้าบริเวณใดมีน้ำขังอยู่บางช่วงหรือตลอดปี ภูมิอากาศจะมีอิทธิพลต่อการพัฒนาการของดินน้อย

4) สิ่งมีชีวิต (Organisms) หรือชีวปัจจัย (Biotic factor) สิ่งมีชีวิตในดินเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดความแตกต่างของหน้าตัดดิน เช่น การสะสมอินทรียวัตถุ การผสมคลุกเคล้าภายในหน้าตัดดิน การหมุนเวียนของธาตุอาหารพืช และความคงทนของโครงสร้างของดิน เป็นอิทธิพลจากกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในดิน สิ่งมีชีวิตมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินหลายประการ ซากพืชและสัตว์เป็นแหล่งของอินทรียวัตถุในดิน โดยสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ รวมทั้งจุลินทรีย์ดินช่วยในการย่อยสลายทั้งกระบวนการทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ทำให้สมบัติของดินเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช เป็นแหล่งเก็บสะสมอาหารตามธรรมชาติในดิน

5) เวลา (Time) ระยะเวลาที่วัตถุต้นกำเนิดเกิดการผุพังอยู่กับที่จะมีผลต่อการเกิดดิน อิทธิพลของเวลาเห็นได้ชัดในดินที่มีอิทธิพลของธารน้ำแข็ง กับดินบริเวณใกล้เคียงแต่ไม่มีอิทธิพลของ

ธารน้ำแข็งโดยทั่วไปเวลากับปัจจัยอื่น ๆ จะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เวลาเป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการพัฒนาของชั้นดิน ซึ่งเป็นผลจากวัตถุต้นกำเนิดดิน ภูมิอากาศ และพืชพรรณ ปัจจัยเหล่านี้มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในการพัฒนาชนิดของดิน

การเกิดของดินจะเกี่ยวข้องกับการผุพังสลายตัวของทั้งอินทรียสารและอนินทรียสาร กับการสังเคราะห์วัตถุใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นจากอิทธิพลของกระบวนการสร้างดินต่าง ๆ และอยู่ภายใต้อิทธิพลของปัจจัยควบคุมการเกิดดิน โดยทั่วไปมักจะแยกกระบวนการเกิดของดินออกเป็น 2 ลักษณะใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ กระบวนการทำลาย และกระบวนการสร้าง ซึ่งกระบวนการทั้งสองแบบนี้อาจจะเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน หรือเกิดกระบวนการทำลายขึ้นก่อนแล้วเกิดกระบวนการสร้างดินตามมา (กรมพัฒนาที่ดิน, 2557)

- กระบวนการทำลายหมายถึงกระบวนการที่ทำให้หิน แร่ และสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ เกิดการอ่อนตัวลง สลายตัวเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยหรือเปลี่ยนไปเป็นสารใหม่ และทับถมรวมตัวกันเกิดเป็นวัตถุต้นกำเนิดดินขึ้น ซึ่งอาจเกิดอยู่กับที่หรืออาจถูกพาหะต่าง ๆ พัดพาออกไปจากที่เดิมและไปสะสมรวมตัวกันใหม่ในแหล่งอื่น

- กระบวนการสร้างตัวของดินหมายถึงกระบวนการที่ทำให้เกิดพัฒนาการของลักษณะต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่ในดิน เช่น สีดิน เนื้อดิน โครงสร้าง ความเป็นกรดเป็นด่าง รวมถึงการเกิดเป็นชั้นต่าง ๆ ขึ้นในหน้าตัดดิน ซึ่งลักษณะเหล่านี้เป็นสิ่งที่จะบ่งบอกถึงตวามแตกต่างของดินแต่ละชนิดแต่ละประเภท และสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ไปถึงชนิดของวัตถุต้นกำเนิด กระบวนการ และผลของสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อกระบวนการสร้างตัวของดิน ณ บริเวณนั้น เช่น สีของดินมีความสัมพันธ์กับปริมาณอินทรียวัตถุและความเปียกแห้งของดิน โดยทั่วไปดินที่มีสีคล้ำควรจะมีอินทรียวัตถุมากกว่าดินสีจาง สีเทาที่ปรากฏอยู่ในหน้าตัดดินบ่งบอกถึงสภาวะที่ดินมีการขังน้ำหรือการพบจุดสีประในดินบ่งบอกถึงสภาพที่ดินมีการเปียกสลับแห้งเป็นต้น

ชั้นต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่ในหน้าตัดของดิน (Soil profile) หมายถึง ลักษณะของดินตามผิวด้านข้างของดินที่ตัดจากผิวหน้าลงลึกไปด้านล่างได้ปรากฏให้เห็นการเรียงตัวของชั้นดินต่าง ๆ ที่มีเอกลักษณ์เฉพาะหรือเป็นการแสดงที่มีรูปร่างลักษณะของดินในมิติทางด้านความลึกของแต่ละชนิดดินหรือดินหนึ่ง (Soil individual) ในชั้นดินทำให้เกิดชั้นดินขึ้นมาหลายชั้นกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดใน

ขั้นตอนที่สองนี้เป็นกระบวนการทางดิน (Pedological process) ดินต่างชนิดกันก็มีลักษณะหน้าตัดของดินแตกต่างกัน (เอิบ, 2548) ฉะนั้นดินในที่นี้จะต้องเป็นดินที่มีชั้นดินอย่างน้อย 1 ชั้นดิน ถือได้ว่าเป็นดินที่มีอายุน้อย แต่ถ้าดินที่มีการพัฒนาตัวมานานจะต้องประกอบด้วย 5 ชั้นดินหลัก ได้แก่ ชั้น O, A, E, B, C และ R (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553b)

ชั้น O หรือชั้นดินอินทรีย (Organic horizon) ตามปกติจะอยู่ตอนบนสุดของหน้าตัดดิน เป็นชั้นที่ประกอบด้วยอินทรียวัตถุเป็นส่วนใหญ่มีสีค่อนข้างคล้ำ ประกอบด้วยเศษซากพืชต่าง ๆ ที่ยังไม่ผุพังสลายตัว หรือมีการสลายตัวบ้างแล้วเป็นบางส่วน

ชั้น A หรือชั้นดินสะสมอินทรียวัตถุ (Accumulation of organic matter horizon) เป็นชั้นดินแร่ (Mineral horizon) เกิดอยู่บนผิวหน้าของดิน หรือใต้ชั้น O ลักษณะเด่นของชั้นดิน A คือเป็นชั้นที่ประกอบด้วยอินทรียวัตถุที่สลายตัวแล้วผสมคลุกเคล้าอยู่กับแร่ธาตุในดิน มีสีคล้ำหรืออาจพบลักษณะที่บ่งชี้ว่ามีการไถพรวน

ชั้น E หรือชั้นชะล้าง (Eluvial horizon) เป็นชั้นดินบนตอนล่างที่มีการชะละลาย (Leaching) หรือมีการเคลื่อนย้ายออก (Eluviation) มากที่สุดของวัสดุต่าง ๆ เช่น ดินเหนียว เหล็ก และอะลูมิเนียมออกไซด์ เป็นผลให้เกิดการสะสมของแร่ที่มีความคงทนต่อการสลายตัว เช่น ควอตซ์ในอนุภาคขนาดทรายและทรายแป้งในปริมาณที่สูง ลักษณะเด่นคือเป็นชั้นที่มีสีจางมีอินทรียวัตถุต่ำกว่าชั้น A และมักจะมีเนื้อดินหยาบกว่า

ชั้น B หรือชั้นสะสมของแร่ (Illuvial horizon) เป็นชั้นดินหลักของหน้าตัดดินซึ่งอยู่ใต้ชั้น E ที่ติดกันมักจะมีความหนามากกว่าชั้นดินอื่น ๆ ชั้น B เป็นชั้นดินล่าง (Subsurface horizons) ที่เป็นชั้นสะสม (Illuviation) ของแร่เกลือ เหล็ก และอะลูมิเนียมออกไซด์ และอนุภาคของดินที่ถูกชะล้างมาจากดินชั้นบน โดยชั้นนี้มีอินทรียวัตถุและมีการพัฒนาการของดินน้อยกว่า

ชั้น C หรือชั้นวัตถุต้นกำเนิดดิน (Parent material horizon) เป็นชั้นของวัสดุที่เกาะตัวกันอย่างหลวม ๆ ใต้ชั้นที่เป็นดินประกอบด้วยหินและแร่ที่กำลังผุพังสลายตัว ซึ่งอาจจะมีองค์ประกอบที่เหมือนหรือต่างไปจากวัสดุที่ทำให้เกิดชั้น A E หรือ B ก็ได้

ชั้น R เป็นชั้นของหินแข็ง (Bed rock) เป็นชั้นหินพื้น หรือชั้นของหินแข็งชนิดต่าง ๆ ที่ยังไม่มีการผุพังสลายตัว เป็นชั้นที่เชื่อมติดแน่น ใช้พลั่วขุดไม่เข้าถึงแม้จะได้รับความชื้น

2.2 ลักษณะและคุณสมบัติทั่วไปของดิน

1) สมบัติทางกายภาพของดินสามารถมองเห็นหรือสังเกตหรือประเมินได้จากภายนอก ได้แก่ (เอิบ, 2548)

1.1) เนื้อดิน (Soil texture) เป็นองค์ประกอบทางกายภาพของดิน

องค์ประกอบเชิงกายภาพ (Physical composition) ชั้นของเนื้อดินแบ่งตามการแตกกระจายตัวของวัสดุที่มีขนาดเล็กกว่า 2 mm ซึ่งบ่งบอกถึงความสามารถต่าง ๆ ได้ เช่น ความสามารถในการอุ้มน้ำ ความพรุนและหนาแน่นของดิน เป็นต้น ซึ่งเนื้อดินแบ่งอนุภาคหลัก ๆ ได้ 3 ชนิด ได้แก่ ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว

- ทราย (Sand) เป็นเม็ดเล็กของแร่ควอตซ์ และเฟลด์สปาร์ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.0-0.02 mm มีขนาดมองเห็นด้วยตาเปล่าการสัมผัสระคายมือจะมีลักษณะร่วน ไม่เกาะกันเป็นเม็ดดิน ปรากฏตัวเป็นอนุภาคเดี่ยว (Single grain)

- ทรายแป้ง (Silt) มีองค์ประกอบทางแร่เหมือนกลุ่มทราย เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.02-0.002 mm อนุภาคมีขนาดเล็กมองไม่เห็นด้วยตา สัมผัสลื่นมือคล้ายแป้ง

- ดินเหนียว (Clay) แร่ดั้งเดิมที่สลายตัวผุพังแล้วทับถมอยู่ในดิน เป็นกลุ่มอนุภาคขนาดเล็กที่สุดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 0.002 mm ไม่เห็นด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดธรรมดา สัมผัสเมื่อแห้งจะแข็งหรือมีรอยแตกตามผิวดิน แต่ถ้าเปียกจะเหนียวลื่นและติดนิ้ว

1.2) โครงสร้างของดิน (Soil structure) หมายถึง การจัดเรียงและการยึดเกาะกันของอนุภาคของดิน ส่วนใหญ่อนุภาคดินเชื่อมยึดกันเป็นเม็ดดิน และเม็ดดินส่วนใหญ่มีรูปทรงคล้ายคลึงกัน โครงสร้างดินมีผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการเจริญเติบโตของพืช ประเภทของโครงสร้างของดิน ได้แก่

- โครงสร้างดินแบบก้อนกลม (Granular) มีลักษณะคล้ายวงกลม มีหลายเหลี่ยมหรือมีลักษณะไม่แน่นอน มีโครงสร้างเล็กกว่าโครงสร้างแบบอื่น

- โครงสร้างดินแบบก้อนเหลี่ยม (Blocky) มีลักษณะคล้ายลูกบาศก์ มีความยาวความหนาใกล้เคียงกัน ผิวหน้าของก้อนดินจะแบนราบหรือค่อนข้างกลม เป็นผลมาจากก้อนดินข้างเคียง แบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่ ก้อนเหลี่ยมมุมคม (Angular blocky) ลักษณะแนวแนวชนด้านข้างหรือด้านหน้าสันคมชัดเจน ก้อนเหลี่ยมมุมมน (Subangular blocky) ลักษณะแนวแนวชนด้านข้างหรือด้านหน้าไม่เป็นสันคมชัดเจน

- โครงสร้างแบบแผ่น (Platy structure) มีลักษณะเป็นแผ่น วางตัวในแนวระนาบซ้อนกันในบางทีอาจจะเกิดมีลักษณะพิเศษคล้ายเลนส์ คือหนาส่วนกลางและบางในส่วนขอบ ๆ

- โครงสร้างแบบแท่งหัวเหลี่ยม (Prismatic) โครงสร้างก้อนดินแต่ละก้อนมีผิวหน้าแบนและเรียบ เกาะกันคล้ายปริซึม มีลักษณะยาวในแนวดิ่ง ปลายแท่งมีลักษณะไม่แน่นอน

- โครงสร้างแบบแท่งหัวมน (Columnar) ลักษณะก้อนคล้ายการจับตัวแบบโครงสร้างแท่งหัวเหลี่ยมแตกต่างกันตรงลักษณะด้านบนและล่างจะมีลักษณะเป็นกลมมน

- โครงสร้างแบบง่าย (Simple) ลักษณะเป็นอนุภาคเดียว ๆ ไม่สามารถคงสภาพอยู่ได้ในลักษณะเปียกและแห้ง ไม่เกาะตัวกันเมื่อแตกออกมวลของดินมากกว่า 50% จะเป็นเม็ดแร่เดี่ยว ๆ

1.3) ความหนาแน่นและความพรุนของดิน

ความหนาแน่นของดิน มี 2 ประเภท คือ ความหนาแน่นรวม และความหนาแน่นเชิงอนุภาค

- ความหนาแน่นรวม (Soil density) หมายถึง สัดส่วนระหว่างมวลของดินขณะที่มวลแห้งสนิทต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรรวมของดิน (ปริมาตรของอนุภาคดินและช่องว่างในดิน) ค่าความหนาแน่นรวมมีหน่วยเป็นน้ำหนักต่อหน่วยปริมาตร ที่ใช้โดยทั่ว ๆ ไป คือ g cm^{-3} วิธีหาความหนาแน่นรวมของดินมีหลายวิธี แต่ที่นิยมใช้กันคือ Core method ปริมาตรของดินไม่ได้รวมถึงปริมาตรของช่องว่างระหว่างเม็ดดินกับวงแหวน ค่าความหนาแน่นรวมในดินต่าง ๆ จะมีแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรียวัตถุ เนื้อดิน โครงสร้างของดิน และการเขตกรรม เป็นต้น โดยทั่ว ๆ ไปจะมีค่าความหนาแน่นรวมของดินบน มีค่าอยู่ในช่วง 1.20–1.80 g cm^{-3}

- ความหนาแน่นอนุภาค (Particle density) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของดินแห้งสนิทกับปริมาตรเฉพาะส่วนที่เป็นอนุภาคดินเท่านั้น การวัดปริมาตรของอนุภาคดินนั้นวิธีที่นิยม คือ การแทนที่วัตถุในของเหลว (Liquid displacement method) แล้ววัดปริมาตรของเหลวที่เพิ่มขึ้น ของเหลวที่ใช้จะแทรกเข้าไปในช่องว่างที่มีอยู่ในดินเต็มทุกช่อง และไล่อากาศออกหมด ความหนาแน่นของของเหลวจะถูกดูดซับอยู่บนผิวของอนุภาคดินร้อยละ 95 ของมวลของอนุภาคดิน ประกอบด้วย แร่ควอตซ์ เฟลด์สปาร์ ไมกา และสารประกอบซิลิกา เป็นต้น ซึ่งแร่เหล่านี้มีความหนาแน่นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.60 – 2.90 g cm^{-3} หรือโดยทั่วไปดินจะมีความหนาแน่นอนุภาคอยู่ในช่วงเดียวกัน และนิยมใช้ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นอนุภาค 2.65 g cm^{-3} ในการคำนวณค่าความหนาแน่นอนุภาคดินที่คิดจากก้อนดินโดยตรง ขนาดการจัดเรียงและโครงสร้างของอนุภาคดิน ซึ่งหากทราบความหนาแน่นดินทั้ง 2 ประเภท สามารถนำไปคำนวณหาความพรุนของดินได้ ซึ่งความพรุนรวม (Total porosity) หมายถึง ปริมาตรของดินที่ไม่ใช่ของแข็งในดินเป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาตรทั้งหมดของดิน ความหนาแน่นและความพรุนของดินมีผลต่อความยากง่ายในการไถพรวนของดิน ความยากง่ายในการชอนไชและแผ่กระจายของรากพืชมีผลต่อการอุ้มน้ำ การระบายน้ำ และอากาศในดิน ถ้าดินใดมีความหนาแน่นรวมของดินมากเกินไป มีลักษณะแน่นทึบที่พบได้ทั่วไปในพื้นที่เพาะปลูกจะทำให้ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของดินดังต่อไปนี้

- ปริมาณน้ำและปริมาณอากาศในดิน เมื่อดินมีค่าความหนาแน่นรวมสูงขึ้นสัดส่วนของน้ำจะมีมากขึ้น เพราะช่องว่างถ่ายเทอากาศเปลี่ยนแปลงไปเป็นช่องว่างที่อุ้มน้ำคือช่องว่างขนาดใหญ่

ถูกบดอัดกลายเป็นช่องว่างเล็กลง ดินจะมีช่องว่างที่กักเก็บน้ำได้มากขึ้นคือส่วนของช่องว่างเล็กที่เกิดขึ้นและบริเวณรอบ ๆ ผิวอนุภาคดินและเม็ดดิน

- การชอนไชและการแพร่กระจายของรากพืช ในการใช้เครื่องมือจักรกลที่ไม่ถูกวิธีจะก่อให้เกิดชั้นดินดานในบริเวณดินชั้นล่าง ชั้นดินดานจะมีค่าความหนาแน่นรวมสูงและมีผลต่อการชอนไชและการแพร่กระจายของรากพืช ซึ่งมีผลต่อการดูดธาตุอาหารของพืช การเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช

1.4) สีของดิน เป็นคุณสมบัติทางกายภาพที่มองเห็นง่าย ดังนั้นสีดินจึงผันแปรไปตามสภาพและองค์ประกอบอื่น ๆ ของดิน เช่น ปริมาณของอินทรียวัตถุ และออกไซด์ของเหล็ก ดังนี้ ดินมีฮิวมัส (Humus) มากดินจะมีสีดำหรือสีน้ำตาลเข้ม ดินมีออกไซด์ของเหล็กเคลือบผิวอนุภาคมากดินจะมีสีแดงหรือเหลือง และถ้าในกระบวนการเกิดดินทำให้มีการสะสมของแคลเซียมหรือแมกนีเซียมคาร์บอเนตมากดินจะมีสีขาว เป็นต้น

2) สมบัติทางเคมีของดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) เป็นสมบัติที่ไม่สามารถมองเห็น สังเกตเห็น หรือประเมินจากภายนอกได้ ได้แก่

2.1) ปฏิกิริยาดิน (Soil rection) หมายถึง ค่า Negative logarithm ของความเข้มข้นไฮโดรเจนไอออนในส่วนที่ไม่ถูกดูดซับในดิน มีค่าตัวเลขตั้งแต่ 0-14 ใช้แสดงความเป็นกรดเป็นด่างของดิน โดยดินมีค่าน้อยกว่า 7 ดินจะมีลักษณะเป็นกรด หรือมากกว่า 7 ดินจะมีลักษณะเป็นด่าง ความเป็นกรดเป็นด่างของดินมีความสำคัญต่อการเพาะปลูกพืชมาก เพราะเป็นตัวควบคุมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารที่จะละลายออกมาในสารละลายดิน พืชแต่ละชนิดจะมีความเหมาะสมในช่วงความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่างกัน โดยทั่วไปความเป็นประโยชน์ของธาตุจะเป็นประโยชน์ในช่วง pH 6.0-7.0 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553b)

2.2) ปริมาณอินทรียวัตถุของดิน (Soil organic matter) หมายถึง ความหมายครอบคลุมตั้งแต่ซากพืช ซากสัตว์ที่กำลังสลายตัว หรือเซลล์ของจุลินทรีย์ทั้งที่ยังมีชีวิตอยู่ และส่วนของจุลินทรีย์ที่ไม่มีชีวิต ดังนั้นอินทรียวัตถุในดินจึงประกอบไปด้วยสารอินทรีย์แทบทุกชนิดที่เกิดขึ้นได้ตามธรรมชาติ บ่งบอกถึงลักษณะทางเคมีของดินและลักษณะทางกายภาพของดิน อินทรียวัตถุเกิดจากการเน่าเปื่อยผุพังหรือการสลายตัวของเศษซากพืชซากสัตว์ที่ทับถมกันอยู่บนดิน เป็นแหล่งกำเนิดธาตุอาหารของพืชและจุลินทรีย์ดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน ควบคุมสมบัติทางกายภาพของดิน เช่น โครงสร้างดิน ความร่วนซุย การระบายน้ำ และการแลกเปลี่ยนอากาศของดิน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2558)

2.3) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC or Cation Exchange Capacity) ความสามารถในการดูดประจุบวก เป็นหนึ่งในปัจจัยที่นำมาประเมินความสมบูรณ์ของดิน โดยความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในดินแต่ละชนิดแตกต่างกัน เช่น ดินที่มีอนุภาคดินเหนียวเป็นองค์ประกอบอยู่มากย่อมมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงกว่าดินที่มีอนุภาคดินทรายหรือดินทรายแป้ง ยังบ่งบอกถึงตัวแปรที่เข้ามามีบทบาทในบริเวณนั้น ตัวอย่างเช่น การเพิ่มอินทรียวัตถุในดินทำให้ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเพิ่มสูงขึ้น เพราะตัวอินทรียวัตถุมีพื้นที่ผิวโดยรวมเป็นประจุ (จีราภรณ์, 2557)

2.4) ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (Essential element) หมายถึง ธาตุอาหารที่พืชดูดใช้เพื่อการเจริญเติบโต ธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชทั้งหมด ปัจจุบันพบ 17 ธาตุที่เป็นที่ยอมรับ ธาตุอาหารพืชแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้ (จีราภรณ์, 2563)

2.4.1) ธาตุอาหารมหธาตุ (Macronutrients) แบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย คือ ธาตุอาหารหลัก (Primary nutrients) ประกอบด้วย ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) และธาตุอาหารรอง (Secondary nutrients) ประกอบด้วย แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และซัลเฟอร์ (S)

2.4.2) ธาตุอาหารจุลธาตุ (Micronutrients/trace elements) ธาตุในกลุ่มนี้ ได้แก่ เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) โบรอน (B) คลอรีน (Cl) สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) โมลิบดินัม (Mo) และนิกเกิล (Ni)

2.5) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (%Base Saturation) หมายถึง สัดส่วนปริมาณเบสที่แลกเปลี่ยนได้ต่อความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ซึ่งปริมาณแคตไอออนสภาพเบส (Basic cation) จะปรากฏในดินตามปริมาณสูงต่ำ คือ ธาตุแคลเซียม (Ca^{2+}) แมกนีเซียม (Mg^{2+}) โพแทสเซียม (K^{+}) และโซเดียม (Na^{+}) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสจะมีความสัมพันธ์อยู่กับการกำเนิดดิน การพัฒนาของดิน ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน และการชะละลายธาตุอาหาร ดินที่มีการชะละลายสูงจะมีค่าอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสต่ำ เนื่องจากการสูญเสียแคตไอออนสภาพเบสโดยการไล่ที่ของไฮโดเจนไอออน (H^{+}) นอกจากนั้นยังมีความสัมพันธ์กับระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดินด้วย เมื่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงขึ้นอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสจะเพิ่มสูงขึ้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2562)

2.6) ความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchange acidity) หมายถึง ดินมีปริมาณประจุบวกเป็นไฮโดรเจนไอออนซึ่งแตกตัวออกมาจากดิน เป็นอนุมูลอิสระในสารละลายดิน ซึ่งเมื่อวัดความเป็นกรดเป็นด่างของดินได้ต่ำกว่า 7 แสดงถึงปริมาณไฮโดรเจนที่มีปริมาณมากในดิน และความเป็นกรดของดินจะสูงมากด้วย การเกิดกรดในดินมีสาเหตุหลายอย่าง คือเกิดจากปฏิกิริยาแลกเปลี่ยน

ไอออนระหว่างไฮโดรเจนไอออน (H^+) จากกรดคาร์บอนิค (HCO^-) กับแคตไอออนที่เป็นเบส (Basic cation) พบในการแลกเปลี่ยนของกระบวนการพัฒนาการตัวของดิน กรดอินทรีย์ต่าง ๆ ที่ได้จากการสลายตัวของอินทรียวัตถุ การจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น การใส่ปุ๋ยที่มีไฮโดรเจนไอออน (H^+) เป็นองค์ประกอบ และเกิดจากการออกซิเดชันของไพไรต์ (FeS_2) ซึ่งสะสมอยู่ในดินที่เกิดจากตะกอนน้ำทะเล (กรมพัฒนาที่ดิน, 2562)

2.7) อะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable aluminum) หมายถึง ดินมีปริมาณประจุบวกเป็นอะลูมินัมไอออนซึ่งแตกตัวออกมาจากดิน เป็นอนุมูลอิสระในสารละลายดิน อะลูมินัมในดินพบได้หลายรูป และพบในรูปของกิบไซต์หรือตกตะกอนในรูปของ $Al(OH)_3$ ในสภาพความเป็นกรดในดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกรดจะมีอะลูมินัมที่ละลายอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ (Al^{3+}) ถ้ามีในปริมาณมากจะเป็นอันตรายต่อพืช ทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโตหรืออาจทำให้พืชถึงตายได้ ถ้าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเพิ่มสูงขึ้น ความเป็นประโยชน์ของอะลูมินัมจะลดลง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2562)

ดินจะแบ่งส่วนประกอบออกตามความสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชได้เป็น 4 ส่วนใหญ่ ๆ คือ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2558)

1) อนินทรียวัตถุ (Mineral matter) อนินทรียวัตถุเป็นส่วนที่เกิดจากชิ้นเล็กชิ้นน้อยของแร่และหินต่าง ๆ ที่สลายตัวโดยทางเคมี ทางฟิสิกส์ และทางชีวเคมี เป็นแหล่งกำเนิดของธาตุอาหารของพืช และแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ดิน มีบทบาทสำคัญในการควบคุมเนื้อดิน นอกจากนี้ส่วนของอนุภาคดินเหนียวเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในการเกิดกระบวนการทางเคมีดิน

2) อินทรียวัตถุ (Organic matter) เป็นส่วนที่เกิดจากการเน่าเปื่อยผุพังหรือการสลายตัวของเศษซากพืชซากสัตว์ที่ทับถมกันอยู่บนดิน เป็นแหล่งกำเนิดธาตุอาหารของพืชและจุลินทรีย์ดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน ควบคุมสมบัติทางกายภาพของดิน เช่น โครงสร้างดิน ความร่วนซุย การระบายน้ำ และการแลกเปลี่ยนอากาศของดิน

3) น้ำ (Water) น้ำที่อยู่ในดิน พบอยู่ในช่องระหว่างเม็ดดินหรืออนุภาคดิน น้ำในดินส่วนใหญ่มาจากน้ำฝน เมื่อฝนตกน้ำฝนบางส่วนจะไหลลงสู่ส่วนล่างของดิน และบางส่วนจะไหลบ่าไปตามผิวดิน ดินแต่ละชนิดจะมีความสามารถในการอุ้มน้ำแตกต่างกัน

4) อากาศ (Air) อากาศในดินจะอยู่ในส่วนที่เป็นช่องว่างระหว่างเม็ดดินในส่วนที่ไม่มีน้ำอยู่ ออกซิเจนมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช เพราะการที่รากพืชจะดูดอาหารขึ้นไปใช้ได้รากพืชจะต้องหายใจ สัดส่วนของแต่ละส่วนประกอบของดินที่เหมาะแก่การเพาะปลูก โดยทั่วไปแล้วจะมีส่วนประกอบที่เป็นของแข็งประมาณ 50% (อนินทรียวัตถุ 45% และอินทรียวัตถุ 5%) และส่วนประกอบที่เป็นช่องว่างและน้ำ 50% (อากาศ 25% และน้ำ 25%)

2.3 รูปแบบของการเกษตรพื้นที่ภาคเหนือ

2.3.1. การทำไร่เลื่อนลอย (Shifting cultivation)

ไร่เลื่อนลอยหรือไร่หมุนเวียนมีลักษณะต่างจากการทำไร่ประเภทอื่น ๆ คือ ช่วงเวลาของการทำการเกษตร เรียกว่า รอบหมุนเวียน (Rotation) เกษตรกรเรียกพื้นที่ที่อยู่ในช่วงการปลูกพืชว่า "ไร่" และพื้นที่ที่อยู่ในช่วงของการพักการทำการเกษตรจะเรียกว่า "ไร่เหล่า" ยิ่งมีจำนวนพื้นที่มากเท่าไรก็จะทำให้รอบหมุนเวียนมีระยะเวลายาวมากขึ้น ซึ่งทำให้ดินมีการพักตัวทำให้ความอุดมสมบูรณ์เพิ่มสูงขึ้น การทำการเกษตรแบบไร่เหล่าถูกเรียกว่า การทำการเกษตรแบบตัดฟันโค่นเผา (Slash and burn cultivation) กล่าวคือ จับจองพื้นที่ในฤดูแล้ง เริ่มตัดต้นไม้ ปล่อยเศษไม้ทิ้งไว้รอจนกว่าจะแห้ง หลังจากนั้นเผาก่อนเข้าฤดูฝน และทำการเพาะปลูกในช่วงเวลาสั้น ๆ แล้วหมุนเวียนไปทำการเกษตรพื้นที่อื่นต่อไป องค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติให้ความเห็นว่าระบบการเกษตรไร่หมุนเวียนหรือไร่เลือนลอยเป็นสาเหตุทำให้เกิดการกร่อนของดิน (Soil erosion) และดินเสื่อมโทรม อย่างไรก็ตามในพื้นที่ภูมิอากาศเขตร้อน (Tropical zone) การเกษตรไร่หมุนเวียนหรือไร่เลือนลอยถือว่าเป็นระบบเกษตรที่ยั่งยืนได้ก็ต่อเมื่อมีจำนวนของประชากรหนาแน่น ไม่เกิน 20 คนต่อตารางกิโลเมตร โดยที่ (Kunstadter and Chapman, 1978) แบ่งระบบการเกษตรไร่หมุนเวียนหรือไร่เลื่อนลอยเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1) ระบบปลูกสั้น - เว้นยาว (Short cultivation - Long fallow)

เกษตรกรที่ทำการเกษตรระบบนี้ ได้แก่ ชาวเขาเผ่าปกาเกอะญอ (Karen) และถั่ว (Lua) ซึ่งส่วนมากอยู่ทางภาคเหนือของประเทศไทย โดยจะทำการเกษตรในพื้นที่เพียงปีเดียว หลังจากนั้นทิ้งพื้นที่ให้มีความอุคมสมบูรณ์เองตามธรรมชาติอย่างน้อย 6-7 ปี หรืออาจจะนานถึง 12-15 ปี ในพื้นที่ที่มีประชากรน้อย จึงกลับมาใช้พื้นที่เดิมอีกครั้ง

2) ระบบปลูกยาว - เว้นยาวมาก (Long cultivation - Very long fallow)

เกษตรกรที่ทำการเกษตรระบบนี้ได้แก่ ม้ง เข้า ละหู่ ถือซอ และอาข่า เป็นต้น ซึ่งชาวเขาเผ่าดังกล่าวเป็นผู้อพยพเข้ามาใหม่ จึงมีทางเลือกน้อยในการเลือกพื้นที่ โดยจะทำการเกษตรในพื้นที่ติดต่อกันเป็นระยะเวลานานหลายปี (มากกว่า 5 ปี) จนเกิดการเสื่อมโทรมดินและมีปริมาณของวัชพืชเป็นจำนวนมาก จึงละทิ้งพื้นที่และย้ายไปทำการเกษตรในพื้นที่อื่นแทนชาวเขาเหล่านี้มักจะตั้งถิ่นฐานในพื้นที่ประมาณ 10-20 ปี หลังจากนั้นจึงข้ายไปพื้นที่อื่น

3) ระบบปลูกสั้น - เว้นสั้น (Short cultivation - Short fallow)

พืชพรรณในบริเวณนี้จะเป็นไม้จำพวกไม้พุ่มมีต้นไม้ขึ้นเล็กน้อย โดยทำการเกษตรในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ คือ 1-2 ปี จากนั้นปล่อยพื้นที่ทิ้งไว้ 3-4 ปี จึงกลับมาใช้พื้นที่อีกครั้ง (วุฒิพงษ์, 2556)

2.3.2 ระบบไร่นาสวนผสม (Mixed/Diversified polyculture farming system)

ระบบการเกษตรไร่นาสวนผสมเริ่มมีขึ้นตั้งแต่ศตวรรษที่ 19 และมีการพัฒนาขึ้นมาเรื่อย ๆ จนมีความคล้ายคลึงกับระบบการเกษตรผสมผสาน มุ่งเน้นพัฒนาความรู้ของเกษตรกร เพื่อให้เกษตรกรไม่เน้นการปลูกพืชชนิดเดียว เพื่อลดความเสี่ยงจากราคาผลิตผลที่มีแปรผันตามกลไกตลาด และส่งเสริมการจัดการเพื่อลดต้นทุนการผลิต และคำนึงถึงสภาพแวดล้อม เช่น การสูญเสียธาตุอาหารจากดินจากการกร่อนของดิน (จีราภรณ์, 2563)

2.3.3 การเกษตรแบบผสมผสาน (Integrated farming system) (เสาวคนธ์, 2554)

ระบบเกษตรกรรมที่มีการปลูกพืช และเลี้ยงสัตว์หลาย ๆ ชนิดในพื้นที่เดียวกัน โดยการผลิตแต่ละชนิดเอื้อประโยชน์ซึ่งกันและกัน ระบบความสัมพันธ์อาจอยู่ในรูปความสัมพันธ์ระหว่างพืชกับพืช พืชกับสัตว์ หรือสัตว์กับสัตว์ก็ได้ ระบบการเกษตรผสมผสานให้ความสำคัญต่อสภาพแวดล้อมทางกายภาพ เศรษฐกิจ สังคม มีการใช้แรงงาน เงินทุน ที่ดิน ปัจจัยการผลิตและการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนรู้จักนำวัสดุเหลือใช้จากการผลิตชนิดหนึ่งมาหมุนเวียนใช้ประโยชน์ เน้นการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในพื้นที่อย่างเหมาะสม และให้เกิดประโยชน์สูงสุด มีความสมดุลด้านสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่องตลอดจนมีการเพิ่มพูนความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งสามารถแบ่งระบบการเกษตรผสมผสานตามลักษณะของสภาพพื้นที่เป็นตัวกำหนด

1) ระบบเกษตรผสมผสานในพื้นที่สูง ลักษณะของพื้นที่เป็นพื้นที่สูงมีการใช้ทรัพยากรจากป่าเป็นหลักและปรับเปลี่ยนมาทำพืชเศรษฐกิจ พื้นที่โดยรวมมีความลาดชันอยู่ที่ระหว่าง 10-50% ซึ่งจะพบการกร่อนของดินสูง ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงและมีผลกระทบต่อการผลิตพืช รูปแบบของการทำการเกษตรผสมผสาน ที่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำ จะช่วยลดการกร่อนของดินได้

2) ระบบเกษตรผสมผสานในพื้นที่ราบเชิงเขา พื้นที่ส่วนใหญ่จะเป็นที่ดอน อาศัยน้ำฝน ปลูกพืชไร่เป็นหลัก รองลงมาจะเป็นไม้ผล ข้าวไร่ การจัดการการปลูกแบบผสมผสาน ได้แก่ การปลูกไม้ผลร่วมกับไม้ใช้สอยในพื้นที่ หรือปรับเปลี่ยนพื้นที่ปลูกพืชไร่เศรษฐกิจอายุสั้นมาทำกิจกรรมการเลี้ยงสัตว์และปลูกพืชอาหารสัตว์ประเภทต่าง ๆ ควบคู่กันไป

3) ระบบเกษตรผสมผสานในพื้นที่ดอน โดยทั่วไปในพื้นที่มีการปลูกพืชไร่เศรษฐกิจเชิงเดี่ยวเป็นหลัก ลักษณะของการทำการเกษตรผสมผสานอาจทำได้หลายรูปแบบ เช่น ลักษณะการปลูกพืชเสริม โดยใช้พืชตระกูลถั่วเสริมในแถวพืชหลัก เช่น ข้าวโพด ฝ้าย มันสำปะหลัง ฯลฯ หรือการใช้พื้นที่ในการเลี้ยงปศุสัตว์ เช่น โค และปลูกพืชอาหารสัตว์ เป็นต้น

4) ระบบเกษตรผสมผสานในพื้นที่ราบลุ่ม พื้นที่โดยรวมจะเป็นนาข้าว การใช้ประโยชน์ที่ดินจะเป็นข้าว ข้าว-พืชไร่เศรษฐกิจ ข้าว-พืชผักเศรษฐกิจ พืชผัก-ข้าว-พืชไร่ พืชไร่-ข้าว-พืชไร่

เป็นต้น การจะปลูกพืชหลายครั้งในรอบปีขึ้นอยู่กับระบบการชลประทานเป็นหลัก การเกษตรแบบผสมผสานในพื้นที่นี้จะเป็นระบบเกษตรผสมผสานที่มีข้าวเป็นพืชหลัก สำหรับในพื้นที่ที่มีระดับน้ำสูงมีการปรับเปลี่ยนพื้นที่สำหรับเลี้ยงปลาในบ่อได้ด้วยรูปแบบการเกษตรผสมผสาน

2.3.4. การเกษตรแบบปฏิวัติเขียว (Green revolution) (จีราภรณ์, 2563)

การปฏิวัติเขียวเกิดในช่วง ค.ศ.1960 โดยประเทศผู้ชนะสงครามได้นำการเกษตรกรรมที่ในยุคนั้นเรียกว่า “เกษตรกรรมแผนใหม่” ที่เน้นการใช้สารเคมีสังเคราะห์เข้ามาสู่ประเทศญี่ปุ่นและได้แพร่ต่อไปยังประเทศพันธมิตร การทำเกษตรแผนใหม่ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ ได้แก่ ปัญหาการพังทลายของหน้าดิน ดินเสื่อมความอุดมสมบูรณ์ โครงสร้างของดินแน่นไม่ร่วนซุยจากการขาดอินทรียวัตถุ ปัญหามลพิษในสิ่งแวดล้อม และปัญหาการระบาดของโรคและแมลงเนื่องจากการใช้สารเคมีจำนวนมากเป็นระยะเวลานาน

2.3.5. การเกษตรแบบครบวงจร (Integrated agriculture) (จีราภรณ์, 2563)

เกษตรแบบครบวงจร หมายถึง การทำการเกษตรที่เมื่อได้ผลผลิตแล้วสามารถนำผลผลิตออกขายหรือมีผู้ที่รับซื้อแน่นอน โดยเริ่มตั้งแต่เพาะกล้าจนกระทั่งได้ผลผลิตแล้วมีการจัดการทางการตลาดเพื่อการค้าเชิงพาณิชย์ มีการส่งออกทั้งในและต่างประเทศ

2.3.6. เกษตรธรรมชาติ (Nature farming) (อานัฐ, 2556)

เกษตรธรรมชาติเป็นระบบการเกษตรที่คำนึงถึงระบบนิเวศและสภาพแวดล้อมเป็นหลัก แนวคิดของเกษตรธรรมชาติโดยรวมจะมีหลักการที่ใกล้เคียงกันคือการปรับปรุงดินหลังการเพาะปลูกให้เหมือนกับดินในสภาพป่าหรือใกล้เคียงมากที่สุด โดยการนำทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดไม่เป็นอันตรายต่อเกษตรกรและผู้บริโภค

หลักแนวคิดเกษตรธรรมชาติ

1) แนวคิดเกษตรธรรมชาติฟูกูโอกะ มาซาโนบุ ฟูกูโอกะ เป็นเจ้าของแนวคิดเกษตรธรรมชาติและเขียนหนังสือเรื่อง One Rice Straw Revolution หรือปฏิวัติยุคสมัยด้วยฟางเส้นเดียว ในปี พ.ศ. 2530 ซึ่งมีหลักการสำคัญ 4 อย่าง ได้แก่ การไม่ไถพรวนดิน การไม่ใช้ปุ๋ยเคมี การไม่กำจัดวัชพืช และการไม่ใช้สารเคมี กล่าวคือการใช้จอบ พลั่วหรือใช้แทรคเตอร์พรวนดินจะทำให้อนุภาคของดินแตกกระจายตัวออกจากกันและเข้าไปอุดช่องว่างในดิน ถ้าปล่อยให้วัชพืชทำหน้าที่นี้แทนรากของวัชพืชจะชอนไชลงไปได้ลึกถึง 30 - 40 ซม. ซึ่งจะช่วยในด้านทั้งอากาศและน้ำซึมผ่านเข้าไปในเนื้อดินได้ เมื่อรากวัชพืชตายกลายเป็นอาหารของจุลินทรีย์และช่วยเพิ่มปริมาณของไส้เดือนดินซึ่งเป็นตัวช่วยพรวนดินตามธรรมชาติและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยไม่ต้องให้มนุษย์ช่วย เพียงแต่ปล่อยให้ธรรมชาติฟื้นฟูตัวเอง แนวคิดของฟูกูโอกะไม่ได้ปล่อยให้ธรรมชาติจัดการทุกอย่างเองแต่เกษตรกรต้องทำความเข้าใจการทำการเกษตรที่ร่วมกับธรรมชาติมากกว่าพยายามที่จะเปลี่ยนแปลงธรรมชาติ

2) แนวคิดเกษตรธรรมชาติคิวเซ หลักแนวคิดเกษตรธรรมชาติแบบหนึ่งที่ถ่ายทอดเทคโนโลยีมาจากประเทศญี่ปุ่น โดยเป็นรูปแบบหนึ่งที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในประเทศไทย ซึ่งอาศัยหลักการและปรัชญาของโมกิจิ โอกาดะ โดยมีหลักพื้นฐานของการทำเกษตรคือการทำให้ดินมีชีวิตและทำระบบการผลิตทางการเกษตรให้สอดคล้องหรือใกล้เคียงกับธรรมชาติ ให้ความสำคัญกับระบบนิเวศซึ่งมีหลักการสำคัญ 3 อย่าง ได้แก่ การคลุมดิน ไม่ไถพรวนดิน และไม่ใช้สารเคมีทางการเกษตร กล่าวคือช่วยในด้านการรักษาความชื้นในดิน การเพิ่มอินทรียวัตถุจากวัสดุที่ใช้คลุมดิน รักษาระบบนิเวศของจุลินทรีย์ในดิน การทำการเกษตรธรรมชาติแนวคิดคิวเซได้มีการพัฒนามาเรื่อย แต่ยังแก้ปัญหาเรื่องการงดใช้สารเคมีไม่สำเร็จ ในปี พ.ศ. 2525 โมกิจิ โอกาดะได้ร่วมงานกับศาสตราจารย์ ดร.เทรูโอะ ฮิหงะ ประเทศญี่ปุ่นได้ค้นพบเทคนิคการใช้อีเอ็ม (Effective Microorganism : EM) เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพจำนวน 80 สายพันธุ์ ซึ่งช่วยลดการใช้สารเคมีได้ทำให้แนวคิดของคิวเซเผยแพร่ไปอย่างกว้างขวาง โดยอีเอ็มช่วยลดต้นทุนการผลิตรวมถึงสามารถป้องกันและกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืชได้

3) แนวคิดเกษตรธรรมชาติเกาหลี ได้รับการเผยแพร่โดย ฮาน คิว โช ผู้อำนวยการสถาบันเกษตรธรรมชาติ (Janong Natural Farming Institute) เทคนิคการหมักพืชผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ในถังหมักของชาวเกาหลี น้ำที่เหลือจากการหมักจะถูกนำไปเททิ้งก่อนทำความสะอาด ฮาน คิว โช สังเกตเห็นว่าพืชผักเจริญงอกงามดีเมื่อได้รับน้ำหมักจากการถนอมอาหาร จึงมีแนวคิดว่าการใช้จุลินทรีย์ท้องถิ่นและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในพื้นที่มาใช้เป็นปัจจัยการผลิต ซึ่งเกษตรกรสามารถพึ่งพาตนเองโดยใช้วัสดุเหลือใช้ในพื้นที่ร่วมกับจุลินทรีย์ท้องถิ่นจะช่วงลดต้นทุนการผลิต แนวคิดเกษตรธรรมชาติเกาหลีจะเน้นการใช้จุลินทรีย์ที่มีอยู่ในท้องถิ่น (ไอเอ็มโอหรือ Indigeneous Microorganism: IMO) โดยที่ว่าจุลินทรีย์จะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ ซึ่งจะมีความสมดุลในระบบนิเวศของชนิดนั้นๆ และเนื่องจากมีการปรับตัวตามสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงมานับเป็นเวลาหลายพันปี

2.3.7. เกษตรอินทรีย์ (Organic farming) (ชวิศร์, 2564)

เป็นระบบการการเกษตรที่เกื้อหนุนต่อระบบนิเวศ และคำนึงถึงความหลากหลายทางชีวภาพ โดยการใช้วัสดุธรรมชาติหลีกเลี่ยงการใช้วัตถุดิบที่ได้จากการสังเคราะห์ และการใช้เทคนิคการดัดแปรพันธุกรรม (Genetic modification) สหพันธ์เกษตรอินทรีย์นานาชาติ (International Federation of Organic Agriculture Movements: IFOAM) ให้ความหมายของเกษตรอินทรีย์ไว้ว่า “ระบบการเกษตรที่ผลิตด้วยความยั่งยืนทางด้านความอุดมสมบูรณ์ของดิน ระบบนิเวศ และประชากร” พึ่งพาระบบนิเวศ ให้สอดคล้องตามสภาพของพื้นที่ วัฒนธรรม นวัตกรรม และวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมโดยรวม หลักการของเกษตรอินทรีย์นั้นสหพันธ์เกษตรอินทรีย์นานาชาติ (IFOAM) กำหนดหลักการ ที่สำคัญของการผลิตเกษตรอินทรีย์ 4 ด้าน คือ ด้านสุขภาพ (Health)

ด้านนิเวศวิทยา (Ecology) ด้านความเป็นธรรม (Fairness) และด้านการดูแลเอาใจใส่ (Care) รายละเอียดของหลักการ 4 ด้าน ดังนี้

1) ด้านสุขภาพ (Health) ส่งเสริมและสร้างความยั่งยืนอย่างเป็นองค์รวมของทั้งดิน พืช สัตว์ มนุษย์ และโลก กล่าวคือการคำนึงถึงผลกระทบจากสารเคมีหรือวัสดุที่ได้จากการสังเคราะห์จากการใช้ในการการเกษตร

2) ด้านนิเวศวิทยา (Ecology) เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของระบบนิเวศวิทยาและลักษณะทางสรีระของพืช เพื่อให้สอดคล้องกับการผลิตและต้องพึ่งพาอาศัยกระบวนการทางนิเวศวิทยาและวงจรของธรรมชาติ โดยการเรียนรู้และสร้างระบบนิเวศให้เหมาะสมกับการผลิตพืชแต่ละชนิด

3) ด้านความเป็นธรรม (Fairness) เกษตรอินทรีย์ควรจะตั้งอยู่บนความสัมพันธ์ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมโดยรวมและสิ่งมีชีวิต

4) ด้านการดูแลเอาใจใส่ (Care) การบริหารจัดการเกษตรควรจะต้องระมัดระวังอย่างสูงเพื่อปกป้องการผิดพลาดเรื่องสารตกค้างไปถึงผู้บริโภค

2.3.8. วนเกษตร (Agroforestry) (สุธีระ, 2564)

วนเกษตรมีความหมายที่หลากหลายตามแต่กลุ่มที่เกี่ยวข้องใช้ เช่น เกษตรป่าไม้ ไร่นาส่วนผสม การเกษตรแบบป่า วนศาสตร์เกษตร เกษตรทางเลือก เกษตรผสมผสาน เป็นต้น แนวทางระบบการเกษตรวนเกษตรคือการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีการผสมผสานระหว่างไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม การผลิตพืช และการเลี้ยงสัตว์ วนเกษตรยังสามารถจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นยังยั่งยืน (Sustained productivity) จากการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ การจำแนกระบบวนเกษตรมีหลากหลายรูปแบบตามวัตถุประสงค์ของการปลูก เช่น ต้องการประโยชน์จากเนื้อไม้ (Woody or Timber) ต้องการผลผลิตทางการเกษตร (Agricultural product) ระบบวนเกษตรคือรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ให้เกิดความยั่งยืนสามารถจำแนกตามองค์ประกอบ คือ

1) ระบบวนวัฒน์เกษตร (Agrisilvicultural systems) พื้นที่ที่มีการปลูกพืชร่วมกับพืชที่ให้เนื้อไม้ (ต้นไม้) กล่าวคือพื้นที่ที่มีการทำการเกษตร เช่น พืชผัก พืชสวน ไม้ผล พืชไร่ หรือไม้ประดับร่วมอยู่กับชนิดไม้เศรษฐกิจในด้านเนื้อไม้ พืชที่กล่าวข้างต้นต้องมีความสัมพันธ์ให้ประโยชน์ต่อกันทางด้านนิเวศวิทยาและทางเศรษฐกิจ

2) ระบบปศุสัตว์วนวัฒน์ (Silvopastoral systems) พื้นที่ที่มีการเลี้ยงสัตว์ร่วมกับร่วมกับพืชที่ให้เนื้อไม้ (ต้นไม้) กล่าวคือพื้นที่ที่มีการปลูกไม้ที่ให้คุณค่าเศรษฐกิจในด้านเนื้อไม้หรือไม้ท้องถิ่นหรือพืชอาหารสัตว์ร่วมกับการเลี้ยงสัตว์เลี้ยงหรือปศุสัตว์แบบปล่อยในพื้นที่

3) ระบบปศุสัตว์วนวัฒน์เกษตร (Agrosilvopastoral systems) พื้นที่ที่มีการปลูกพืชเกษตรร่วมกับพืชให้เนื้อไม้ (ต้นไม้) และมีการเลี้ยงสัตว์หรือปศุสัตว์ กล่าวคือหน่วยพื้นที่ที่ทำ

การเกษตร เช่น พืชผัก พืชสวน ไม้ผล พืชไร่หรือไม้ประดับร่วมกับไม้เศรษฐกิจในด้านเนื้อไม้ และมีการเลี้ยงสัตว์เลี้ยงหรือปศุสัตว์แบบปล่อยในพื้นที่

2.3.9. สมบัติของดินและระบบการเกษตรบนพื้นที่สูง

ภาคเหนือมีสภาพพื้นที่โดยทั่วไปเป็นเทือกเขาสูงสลับกับที่ราบระหว่างหุบเขา หรือที่ราบบริเวณสองฝั่งแม่น้ำสายใหญ่ ลักษณะดินที่พบส่วนใหญ่เป็นดินที่มีพัฒนาการค่อนข้างน้อย ในดินยังคงมีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอยู่ในระดับไม่ต่ำจนเกินไป ดินในบริเวณที่ราบหรือค่อนข้างราบเป็นดินที่มีศักยภาพทางการเกษตรอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง แต่ข้อจำกัดของพื้นที่ภาคเหนือที่สำคัญคือเป็นพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน มีพื้นที่ภูเขา และเทือกเขาต่าง ๆ ที่มีความลาดชันมากกว่าร้อยละ 35 ขึ้นไป ครอบคลุมเป็นบริเวณกว้างขวาง ซึ่งพื้นที่เหล่านี้จัดว่ามีความเสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายสูง ไม่เหมาะสมสำหรับทำการเกษตร (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558)

การใช้ที่ดินบนพื้นที่สูงมีหลายรูปแบบ ประกอบด้วย พื้นที่ป่าธรรมชาติ พื้นที่การเกษตร ไร่ร้าง ป่าปลูก พื้นที่ชุมชน เป็นต้น ซึ่งสัดส่วนของพื้นที่เหล่านี้มีความผันแปรไปตามท้องที่ และเวลา ซึ่งขึ้นอยู่กับกิจกรรมของผู้คนในชุมชนบนพื้นที่สูง และความสามารถในการควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดิน รูปแบบการใช้ที่ดินเพื่อเพาะปลูกบนที่สูงมี 2 แบบ คือ การทำไร่เลื่อนลอยแบบหมุนเวียน และการเกษตรแบบถาวร พืชไร่ที่นิยมปลูกกันในไร่เลื่อนลอย คือ ข้าวไร่ ข้าวโพด และพืชผักต่าง ๆ สำหรับที่ดินที่ใช้เพาะปลูกแบบถาวรนิยมปลูกพืชสวนมีทั้งไม้ผล พืชดอกเมืองหนาว พืชผัก ข้าวนาดำ และอื่น ๆ นอกจากนี้ระบบการเกษตรยังผันแปรแตกต่างกัน เช่น การปลูกพืชเชิงเดี่ยว ระบบการปลูกพืชเชิงพาณิชย์ การปลูกพืชแบบผสมผสาน ระบบวนเกษตร การปลูกพืชแบบขั้นบันได เป็นต้น ชนิดของพืชที่ปลูก และระบบการปลูกที่แตกต่างกันทำให้เกิดความหลากหลายของการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรกรรม (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) บริเวณพื้นที่เหล่านี้ควรสงวนไว้เป็นป่าตามธรรมชาติเพื่อรักษาต้นน้ำลำธาร ลักษณะและสมบัติของดินที่พบบนพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงมีความแตกต่างกันมากขึ้นอยู่กับปัจจัยที่ก่อให้เกิดดิน ได้แก่ วัตถุต้นกำเนิดของดิน ซึ่งส่วนใหญ่ผุพังสลายตัวมาจากหินต้นกำเนิด ความสูงต่ำและความลาดชันของพื้นที่ ตลอดจนความลาดเอียงของชั้นหิน ดังนั้นจึงอาจพบตั้งแต่ดินตื้นจนถึงดินลึก เนื้อดินพบตั้งแต่ดินทรายจนถึงดินเหนียว สีดินตั้งแต่สีน้ำตาลจนถึงแดง ปฏิกิริยาดินตั้งแต่เป็นกรดจัดถึงเป็นด่างแก่ ตลอดจนความอุดมสมบูรณ์ของดินก็จะผันแปรไปตั้งแต่ต่ำจนถึงสูง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2549)

2.4 การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Soil fertility) หมายถึงความสามารถของดินในการให้ธาตุอาหารที่จำเป็นเพื่อการเจริญเติบโตของพืช (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

จีราภรณ์ (2557) ได้ให้ความหมายว่าความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Soil fertility) หมายถึง สมบัติของดินในการให้ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชในปริมาณและอัตราส่วนที่พอเหมาะ นอกจากนั้นความอุดมสมบูรณ์ของดินจึงเป็นสมบัติด้านความจุธาตุอาหารพืชของดินแต่ละชนิดที่ปลดปล่อยให้กับพืชที่ปลูก ขณะเดียวกันความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยทั่วไปมักรวมไปถึงคุณสมบัติด้านกายภาพหรือฟิสิกส์และคุณสมบัติทางชีวภาพหรือจุลชีวของดินอีกด้วย เพื่อนำมาประกอบการพิจารณาประโยชน์ของศักยภาพของดินอย่างสมบูรณ์แบบ

กรมพัฒนาที่ดิน (2543) ได้ให้ความหมายว่าความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Soil fertility) หมายถึงความสามารถของดินในการให้ธาตุอาหารแก่พืช ความอุดมสมบูรณ์ของดินประเมินได้จากสมบัติทางเคมีของดิน 5 ประการ คือปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic Matter: OM) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchange Capacity: CEC) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (Base Saturation Percentage: %BS) ความเป็นประโยชน์ของธาตุฟอสฟอรัส (Available phosphorus: P) และความเป็นประโยชน์ของธาตุโพแทสเซียม (Available potassium: K) โดยคิดที่ความลึกเฉลี่ย 0-25 cm สำหรับข้าว พืชไร่ และพืชรากสั้นทุกชนิด และ 0-50 cm สำหรับไม้ผลและไม้ยืนต้น

การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินได้จากการรวมคะแนนของระดับธาตุอาหารที่อยู่ในดิน ระดับธาตุอาหารในดินต่ำ ปานกลางหรือสูงก็จะให้คะแนน 1 2 และ 3 คะแนนตามลำดับ และเมื่อรวมคะแนนจากคุณสมบัติของดิน 5 ประการได้ 5-7, 8-12 และ 13-15 คะแนน ดินนั้นจะมีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ ปานกลาง และสูง ตามลำดับ ดังตารางที่ 1 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2523)

การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน เป็นกระบวนการตรวจสอบระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินเพื่อให้ทราบถึงปริมาณและสัดส่วนของธาตุอาหารพืชในดิน (อรรจน์, 2549) และนำข้อมูลจากการประเมินใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับปรุงแก้ไขความอุดมสมบูรณ์ของดินเพื่อให้มีการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินจะเป็นการหาระดับและสัดส่วนของธาตุอาหารพืชซึ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชที่อยู่ในดิน เนื่องจากพืชแต่ละชนิดมีความต้องสัดส่วนและปริมาณธาตุอาหารที่แตกต่างกัน (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ, 2563) ดังนั้นการให้ธาตุอาหารพืชแก่ดินหรือพืชแต่ละชนิดให้ถูกต้องเหมาะสมนั้นจำเป็นต้องประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน ในกรณีที่จะให้ปุ๋ยในสัดส่วนและปริมาณที่เหมาะสมต่อดินชนิดนั้น ๆ เพื่อเป็นการเพิ่มเติม ชดเชย และรักษาระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินให้คงอยู่เสมอ ดินที่จัดว่าอุดมสมบูรณ์เพียงพอต่อการผลิตพืชหนึ่ง ๆ อาจไม่เพียงพอหรือไม่เหมาะสมต่อการผลิตพืชอีกชนิดหนึ่ง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543) เนื่องจากมีปัจจัยอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลต่อปัจจัยเหล่านี้ ได้แก่ ความสามารถในการให้ธาตุอาหารพืชที่จำเป็นในปริมาณที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบของพืชนั้น

ลักษณะทางพันธุกรรม สิ่งแวดล้อมในดิน ความสมดุลของธาตุอาหารพืชที่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช สมบัติทางกายภาพของดินที่จะมีผลต่อการเจริญแพร่กระจายของรากพืช การอุ้มน้ำ การถ่ายเทอากาศ สิ่งเหล่านี้ล้วนมีความสำคัญต่อความต้องการของพืชและเกี่ยวข้องกับความอุดมสมบูรณ์ของดินนั้น ๆ ด้วย ดังนั้นการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินจึงเป็นการประมาณว่าดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินสูงหรือต่ำสำหรับการเจริญเติบโตของพืชชนิดหนึ่ง โดยอาศัยวิธีการตรวจสอบที่เป็นมาตรฐานและพิจารณาระดับธาตุอาหารแต่ละธาตุที่มีอยู่ในดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558) ตลอดจนความสามารถของดินที่จะปล่อยธาตุอาหารออกมา ส่วนการประเมินความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในดินจะต้องพิจารณารายละเอียดของสภาพแวดล้อมซึ่งได้แก่ สภาพทางพื้นที่ การจัดการดินของเกษตรกร ประวัติการใช้พื้นที่ การใส่ปุ๋ย เป็นต้น

2.5 การประเมินความเหมาะสมของที่ดินในการปลูกพืช

คุณภาพที่ดินคือคุณสมบัติของที่ดินที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช คุณภาพที่ดินอาจประกอบด้วยคุณลักษณะที่ดินตัวเดียวหรือหลายตัว เช่น ความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช เป็นคุณภาพที่ดินซึ่งมีผลมาจากคุณลักษณะของที่ดินหลายตัว เช่น ชั้นการระบายน้ำของดิน ความลึกของระดับน้ำใต้ดิน ระยะเวลาของน้ำท่วมขัง เป็นต้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2565)

คุณภาพที่ดินที่นำมาประเมินสำหรับปลูกพืชในระบบของ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2561) อ้างอิงจาก FAO Framework (1976) ได้กำหนดไว้ทั้งหมด 25 ชนิด สำหรับประเทศไทยอาจนำมาใช้ไม่กี่ชนิดขึ้นอยู่กับความพร้อมของข้อมูล ความแตกต่างของภูมิภาค ระดับความรุนแรงของดินที่มีผลต่อผลผลิต และความต้องการใช้ประโยชน์ที่ดิน คุณภาพที่ดินทั้ง 25 ชนิด คือ

1) ความเข้มของแสงอาทิตย์ (Radiation regime: u)
2) อุณหภูมิ (Temperature regime: t)
3) ความชุ่มชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Moisture availability: m)
4) ความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช (Oxygen availability to root: o)
5) ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช (Nutrient availability: s)
6) ความจุในการดูดยึดธาตุอาหาร (Nutrient retention capacity: n)
7) สภาวะการหยั่งลึกของราก (Rooting conditions: r)
8) สภาวะที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดพืช (Conditions affecting germination: g)
9) ความชื้นในอากาศที่มีผลต่อการเจริญเติบโต (Air humidity as affecting growth: h)
10) สภาวะการสุกแก่ (Conditions for ripening: i)
11) ความเสียหายจากน้ำท่วม (Flood hazard: f)

12) ความเสียหายจากภูมิอากาศ (Climatic hazard: c)

13) การมีเกลือมากเกินไป (Excess of salts: x)

14) สารพิษ (Soil toxicities: z)

15) โรคและศัตรูพืช (Pests and diseases: p)

16) สภาวะเขตกรรม (Soil workability: k)

17) ศักยภาพการใช้เครื่องจักร (Potential for mechanization: w)

18) สภาวะสำหรับการเตรียมดิน (Conditions for land preparation: v)

19) สภาวะสำหรับการกักเก็บและแปรรูป (Conditions for storage and processing: q)

20) สภาวะที่มีผลต่อเวลาให้ผลผลิต (Conditions affecting timing of production: y)

21) การเข้าถึงพื้นที่ (Access within the production unit: a)

22) ขนาดของหน่วยศักยภาพการจัดการ (Size of potential management units: b)

23) ที่ตั้ง (Location: l)

24) ความเสียหายจากการกัดกร่อน (Erosion hazard: e)

25) ความเสียหายจากการแตกสลาย (Degradation hazard: d)

เนื่องจากคุณภาพที่ดินมีทั้งหมด 25 ชนิด ประกอบด้วยคุณลักษณะที่ดินจำนวนมาก ถ้าจะนำคุณภาพที่ดินทั้งหมดมาประเมินอาจทำให้ผลที่ได้ไม่ตรงกับความเป็นจริง จึงได้มีการกำหนดเงื่อนไขในการคัดเลือกคุณภาพที่ดินว่าจะต้องมีครบอย่างน้อย 3 ประการ (คณิต, 2550 อ้างอิงจาก FAO (1976) ดังนี้

1) จะต้องมีผลต่อพืชหรือประเภทการใช้ที่ดินนั้น ๆ

2) ค่าวิกฤตต้องพบในพื้นที่ซึ่งจะปลูกพืชนั้น ๆ

3) การรวบรวมข้อมูลที่สามารถปฏิบัติ

คุณภาพที่ดินที่นำมาใช้ประเมินสำหรับประเทศไทยมี 13 ชนิด (กรมพัฒนาที่ดิน, 2561 อ้างอิงจาก FAO Framework, 1976) ดังนี้

1) ความเข้มของแสงอาทิตย์ (Radiation regime: u)

คุณลักษณะที่ดินที่เป็นตัวแทน ได้แก่ ค่าความยาวของช่วงแสง เพราะมีผลโดยตรงต่อการออกดอกของพืช พืชแต่ละชนิดมีความต้องการความยาวของช่วงแสงที่มีอิทธิพลต่อการออกดอกแตกต่างกัน พืชบางชนิดต้องการช่วงแสงสั้นถึงจะออกดอก บางนิดต้องการช่วงแสงยาว แต่พืชบางชนิดแสงไม่มีอิทธิพลต่อการออกดอก

2) อุณหภูมิ (Temperature regime: t)

คุณลักษณะที่ดินที่เป็นตัวแทน ได้แก่ ค่าอุณภูมิเฉลี่ยในฤดูปลูก เพราะอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการงอกของเมล็ด ต่อการออกดอกของพืชบางชนิด และมีส่วนสัมพันธ์กับกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช

3) ความชุ่มชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Moisture availability: m)

คุณลักษณะที่ดินที่เป็นตัวแทน ได้แก่ ระยะเวลาการท่วมขังของน้ำในฤดูฝน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในรอบปีหรือความต้องการน้ำในช่วงการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนี้ควรพิจารณาถึงการกระจายของน้ำฝนในแต่ละพื้นที่ และลักษณะของเนื้อดิน ซึ่งมีผลทางอ้อมในเรื่องความจุในการอุ้มน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

4) ความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช (Oxygen availability to root: o)

คุณลักษณะที่ดินที่เป็นตัวแทน ได้แก่ สภาพการระบายน้ำของดิน เพราะรากพืชต้องการออกซิเจนในกระบวนการหายใจ เมื่อดินมีการระบายน้ำดีจะมีการถ่ายเทอากาศระหว่างเหนือผิวดินกับภายในดินได้ดี ส่วนในดินที่มีการระบายน้ำเลวการถ่ายเทอากาศเป็นไปได้น้อย ทำให้ปริมาณก๊าซออกซิเจนในดินที่ถูกรากพืชดูดไปมีปริมาณลดลง

5) ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช (Nutrient availability: s)

คุณลักษณะที่ดินที่เป็นตัวแทน ได้แก่ ปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน พิจารณาธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ประกอบกับการพิจารณาความเป็นกรด-ด่างของดิน ซึ่งมีผลต่อลักษณะทางเคมีของธาตุอาหารพืชในดินที่อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

6) ความจุในการดูดยึดธาตุอาหาร (Nutrient retention capacity: n)

คุณลักษณะที่ดินที่เป็นตัวแทน ได้แก่ ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก และอัตราร้อยละความอิ่มตัวด้วยเบส โดยปัจจัยทั้งสองมีผลทางอ้อมต่อการเจริญเติบโตของพืชในเรื่องปริมาณธาตุอาหารที่ดินสามารถดูดยึด และการปลดปล่อยธาตุอาหารให้เป็นประโยชน์ต่อพืช

7) สภาวะการหยั่งลึกของราก (Rooting conditions: r)

คุณลักษณะที่ดินที่เป็นตัวแทน ได้แก่ ความลึกของดิน ความลึกของระดับน้ำใต้ดิน และชั้นการหยั่งลึกของราก โดยความลึกของดินมีส่วนสัมพันธ์กับความลึกของระบบรากพืชในการหยั่งเพื่อหาอาหารและยึดลำต้น ดินที่มีความรากลึกจะเจริญเติบโตได้ง่าย นอกจากนี้ระดับน้ำใต้ดินเป็นตัวควบคุมการเจริญเติบโตของรากพืชด้วย

8) ความเสียหายจากน้ำท่วม (Flood hazard: f)

คุณลักษณะที่ดินที่เป็นตัวแทน ได้แก่ จำนวนครั้งที่น้ำท่วมในช่วงรอบปีที่กำหนดไว้ หมายถึงพืชได้รับความเสียหายจากน้ำท่วมบนดินระยะเวลาหนึ่ง หรือเป็นน้ำที่มีการไหลบ่า การที่น้ำท่วมขังทำให้ดินขาดออกซิเจน ส่วนน้ำไหลบ่าทำให้รากพืชได้รับความกระทบกระเทือน

9) การมีเกลือมากเกินไป (Excess of salt: x)

คุณลักษณะที่ดินที่เป็นตัวแทน ได้แก่ ปริมาณเกลืออิสระที่สะสมมากจนเป็นอันตรายต่อการเจริญเติบโตของพืช มี Exchangeable Na<15% หรือเรียกว่า Salinity ถ้าความเค็มมีระดับสูงมากอาจทำให้พืชตายได้ พืชแต่ละชนิดจะมีความสามารถในการทนต่อปริมาณเกลือแตกต่างกัน

10) สารพิษ (Soil toxic: z)

คุณลักษณะที่ดินที่เป็นตัวแทน ได้แก่ ระดับความลึกของชั้น Jarosite ซึ่งมีอิทธิพลต่อความเป็นกรด-ด่างของดิน จะทำให้ดินเป็นกรดจัดมาก ปริมาณซัลเฟตของเหล็กและอะลูมินัมในดินจะสูงมากจนเป็นพิษต่อพืช

11) สภาวะเขตกรรม (Soil workability: k)

คุณลักษณะที่ดินที่เป็นตัวแทน ได้แก่ ชั้นความยากง่ายในการเขตกรรม ซึ่งอาจหมายถึงการไถพรวนโดยเครื่องจักรหรือสัตว์ หรือเครื่องมืออื่น ๆ ชั้นระดับความยากง่ายในการไถพรวนใช้มาตรฐานเดียวกันในการจัดลำดับการหยั่งลึกของรากแต่ใช้เฉพาะดินบนเท่านั้น

12) ศักยภาพการใช้เครื่องจักร (Potential for mechanization: w)

คุณลักษณะที่ดินที่เป็นตัวแทน ได้แก่ ความลาดชันของพื้นที่ ปริมาณหินโผล่ ปริมาณก้อนหินและการมีเนื้อดินเหนียวจัด ซึ่งปัจจัยทั้งสี่อาจเป็นอุปสรรคต่อการไถพรวนโดยเครื่องจักร

13) ความเสียหายจากการกัดกร่อน (Erosion hazard: e)

คุณลักษณะที่ดินที่เป็นตัวแทน ได้แก่ ความลาดชันของพื้นที่ และปริมาณดินที่สูญเสีย พื้นที่มีความลาดชันสูงโอกาสที่ดินจะถูกกัดกร่อนง่าย ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากอิทธิพลของน้ำ

จากหลักการของ (FAO, 1983) ได้จำแนกอันดับความเหมาะสมของที่ดินเป็น 2 อันดับ (order) คือ อันดับที่เหมาะสม (Order S, suitability) และอันดับที่ไม่เหมาะสม (Order N, Not suitability) จาก 2 กลุ่มนี้ได้แบ่งย่อยออกเป็น 4 ชั้น ดังนี้

1) S1 หมายถึง ชั้นที่มีความเหมาะสมมาก (Highly suitable)

2) S2 หมายถึง ชั้นที่มีความเหมาะสมปานกลาง (Moderately suitable)

3) S3 หมายถึง ชั้นที่มีความเหมาะสมน้อย (Marginally suitable)

4) N หมายถึง ชั้นที่ไม่มีความเหมาะสม (Not suitable)

2.6 การจัดการดินและแร่ธาตุอาหารเพื่อทำการเกษตร

การปรับปรุงบำรุงดินสามารถแยกได้ 2 ความหมาย ได้แก่ การปรับปรุงดินเป็นการปรับปรุงดินที่มีสภาพไม่เหมาะสมต่อการเกษตรให้สามารถใช้ทำการเพาะปลูกได้ ส่วนการบำรุงดินเป็นการบำรุงดินที่มีศักยภาพในการเกษตรกรรมให้สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างต่อเนื่องยาวนานขึ้น เป็นแนวทางในการทำเกษตรกรรมแบบยั่งยืน เมื่อรวม 2 ความหมายเข้าด้วยกันการปรับปรุงบำรุงดินเป็นการพัฒนาที่ดินที่ไม่เหมาะสมกับการเกษตรให้สามารถใช้ทำการเพาะปลูกพืชให้เจริญเติบโตและ

ให้ผลผลิตได้ตามปกติ หรือปรับปรุงบำรุงดินให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เหมาะในการปลูกพืชให้เจริญเติบโตและให้ผลผลิตดีอย่างยั่งยืน การทำการเกษตรติดต่อกันเป็นเวลานานโดยขาดการปรับปรุงบำรุงดิน เช่น การเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดิน เป็นต้น จะส่งผลต่อสมบัติของดินทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ทำให้ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช หลักการปรับปรุงบำรุงดิน คือ การจัดการเพื่อไปสู่การทำให้ดินอยู่ในสภาพที่เหมาะสมสำหรับพืชที่ต้องการปลูก ในดินเดียวกันหากปลูกพืชต่างชนิดอาจมีรายละเอียดของการปรับปรุงบำรุงดินต่างกัน ควรมีการตรวจสอบดินและวิเคราะห์ดินซึ่งจะนำไปสู่วิธีการปรับปรุงบำรุงดินที่เหมาะสม (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558)

2.7 การปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2556)

2.7.1 ปุ๋ยอินทรีย์ เป็นปุ๋ยที่ได้มาจากพืชและสัตว์ ซึ่งรวมส่วนของพืชและสัตว์ที่ตายแล้วตลอดจนสิ่งที่ขับถ่ายออกมาจากสัตว์ ปุ๋ยอินทรีย์ที่สำคัญและใช้กันอย่างแพร่หลายมี 3 ชนิด คือ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และปุ๋ยพืชสด

2.7.2 ปุ๋ยหมัก เป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งเกิดจากการนำเศษวัสดุ เศษพืช เช่น ฟางข้าว เปลือกถั่ว ซังข้าวโพด ขุยมะพร้าว กากอ้อย เศษใบไม้ มูลสัตว์ มาหมักรวมกันและผ่านกระบวนการย่อยสลายโดยกิจกรรมจุลินทรีย์จนเปลี่ยนสภาพไปจากเดิมเป็นวัสดุที่มีลักษณะอ่อนนุ่ม เปื่อยยุ่ย ไม่แข็งกระด้าง และมีสีน้ำตาลปนดำ การใช้ปุ๋ยหมักติดต่อกันอย่างต่อเนื่องมีประโยชน์ต่อการปรับปรุงบำรุงดิน ทั้งสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ทำให้ดินร่วนซุย การระบายอากาศ และการอุ้มน้ำของดิน เป็นแหล่งธาตุอาหารพืชทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุ สามารถดูดยึดและเป็นแหล่งเก็บธาตุอาหารในดินไม่ให้ถูกชะล้างสูญหายไปได้ง่าย และปลดปล่อยออกมาให้พืชใช้ประโยชน์ทีละน้อยตลอดฤดูกาล เพิ่มความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างของดิน เพิ่มแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ดินทำให้ปริมาณและกิจกรรมจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มขึ้น

2.7.3 ปุ๋ยคอก เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการนำมูลสัตว์มาผ่านกระบวนการหมักระยะหนึ่งจนไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช ปุ๋ยคอกเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่เกษตรกรนำมาใช้ในการปรับปรุงบำรุงดินและปฏิบัติกันมาเป็นเวลานาน เนื่องจากมีวิธีการปฏิบัติที่ง่ายกว่าการทำปุ๋ยหมักและสามารถปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ได้เช่นเดียวกับปุ๋ยอินทรีย์ชนิดอื่น นอกจากนั้นปุ๋ยคอกยังมีคุณค่าทางอาหารพืชสูงกว่าปุ๋ยหมัก บางชนิดมากกว่าปุ๋ยหมักสองถึง 2-3 เท่า เช่น มูลสุกร มูลเป็ด และมูลไก่ จะมีปริมาณไนโตรเจนค่อนข้างสูง

2.7.4 ปุ๋ยพืชสด เป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการไถกลบพืชขณะที่ยังเขียวสดอยู่ลงในดินในช่วงที่พืชออกดอกจนถึงดอกบานเต็มที่ แล้วปล่อยให้เกิดการย่อยสลายระยะเวลาหนึ่งเพื่อให้ธาตุอาหารโดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน และเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดิน ข้อดีของพืชปุ๋ยสดคือสามารถผลิตขึ้น

ได้ในปริมาณมากและเป็นพื้นที่เดียวกับที่จะปลูกพืชหลัก การปลูกพืชปุ๋ยสดเพื่อไถกลบนั้นจะต้องปลูกก่อนพืชหลักประมาณ 2 เดือน ส่วนใหญ่จะปลูกช่วงเดือนพฤษภาคมโดยปลูกพืชปุ๋ยสดจนถึงช่วงระยะเวลาออกดอก 45-60 วัน ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชปุ๋ยสด แล้วทำการไถกลบและปล่อยให้ย่อยสลาย 7 วัน พืชปุ๋ยสดที่นิยมปลูกมักเป็นพืชตระกูลถั่ว เช่น ปอเทือง ถั่วพร้า ถั่วมะแฮะ ถั่วพุ่ม และโสน เนื่องจากสามารถตรึงก๊าซไนโตรเจนจากอากาศมาใช้ประโยชน์โดยกิจกรรมของไรโซเบียมที่อยู่กับพืชตระกูลถั่วแบบพึ่งพาอาศัยกัน เมื่อไถกลบลงดินและเกิดการย่อยสลายไนโตรเจนที่สะสมอยู่ในพืชจะถูกปลดปล่อยออกมาในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์

2.8 การปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยเคมี (ยงยุทธ, 2551)

การปรับปรุงบำรุงดินทางด้านเคมีโดยเฉพาะธาตุอาหารพืชจำเป็นอย่างยิ่งต้องมีการใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้เพียงพอต่อความต้องการของพืช และเพื่อรักษาหรือคงสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดิน การเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจโดยทั่วไปมุ่งเน้นการให้ได้ผลผลิตสูง ผลผลิตที่สูงขึ้นย่อมหมายถึงปริมาณธาตุอาหารจำนวนมากที่พืชต้องการนำไปใช้ในการสร้างผลผลิต และปริมาณธาตุอาหารจำนวนมากที่ติดไปกับผลผลิต การใช้ปุ๋ยสำหรับการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจจึงไม่สามารถหลีกเลี่ยงการใช้ปุ๋ยเคมีได้ เนื่องจากเป็นปุ๋ยที่ให้ปริมาณธาตุอาหารมากเมื่อเทียบในปริมาณเท่า ๆ กันกับปุ๋ยชนิดอื่น แต่การใช้ปุ๋ยเคมีให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นดินจะต้องมีปริมาณอินทรีย์วัตถุที่มากเพียงพอ หากดินนั้นขาดอินทรีย์วัตถุการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีเป็นการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับพืชเศรษฐกิจ เมื่อมีการแนะนำให้ใช้ปุ๋ยเคมี การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างจำเพาะเจาะจงในระดับที่ประหยัด มีประสิทธิภาพสูงสุด จำเป็นต้องมีการศึกษาปัจจัยแวดล้อมที่เกี่ยวข้องจำนวนมาก และความจำเพาะของการใช้ปุ๋ยก็จะจำเพาะตามปัจจัยแวดล้อมนั้น ซึ่งโดยปกติต้องใช้งบประมาณและเวลาในการศึกษามาก ต่อมาเมื่อมีการใช้แบบจำลองการปลูกพืชมาใช้สนับสนุนการวิจัยทำให้สามารถจำลองสภาพแวดล้อมที่เหมือนสภาพจริงและให้ผลที่สอดคล้องกับที่ทำการทดสอบทดลองในแปลงมากขึ้นการทำแปลงทดลองในทุก ๆ ปัจจัยแวดล้อมจึงลดจำนวนลงได้ ผลของการศึกษาการจัดการธาตุอาหารพืชตามปัจจัยแวดล้อมจำเพาะเรียกว่าการจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ ซึ่งต่อมารู้จักกันในนามของ “ปุ๋ยสั่งตัด” หากลดระดับความเข้มข้นของปัจจัยแวดล้อมที่ใช้ในการประเมินปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการลงเหลือเพียงค่าวิเคราะห์ดินกับชนิดของพืชปลูกเรียกว่า “การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน” ซึ่งมีความแปลปรวนมากกว่า เนื่องจากการประเมินการสูญเสียธาตุอาหารไปจากดินจากปัจจัยแวดล้อมถูกกำหนดเป็นค่าเฉลี่ยกลางไม่ได้จำเพาะต่อชนิดของดินและสภาพแวดล้อมอื่น ๆ

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน ได้มีการศึกษาหลายรูปแบบโดยใช้สมบัติของดิน และมีวัตถุประสงค์เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ในการปรับปรุงดิน ซึ่ง พรรเพ็ญ และคณะ (2558) ได้ศึกษา

ความอุดมสมบูรณ์ของดินเวอร์ทิซอลส์ที่ดอน จังหวัดสุพรรณบุรี ลพบุรี และเพชรบูรณ์ ผลการศึกษาพบว่าดินส่วนใหญ่มีพัฒนาการมาจากหินต้นกำเนิดดินที่เป็นด่าง พัฒนาอยู่บนส่วนต่ำของภูมิประเทศ ดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ควรรักษาความชื้นและเพิ่มความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสและจุลธาตุ สำหรับ มลิสา และคณะ (2559) ได้จำแนกความอุดมสมบูรณ์ของดินเพื่อการใช้ประโยชน์ทางการเกษตรบนพื้นที่ลาดเขา บริเวณอำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา สภาพพื้นที่มีความลาดชันร้อยละ 2-30 มีระดับความอุดมสมบูรณ์ตั้งแต่ต่ำถึงสูง ซึ่งในพื้นที่ควรมีการเพิ่มอินทรียวัตถุ เช่น การใช้วัสดุคลุมดินหรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีควบคู่ไปกับการจัดการด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหน่วยที่มีเนื้อดินบนและดินล่างต่างกันและจากการศึกษาของ สิปปวิชญ์ และคณะ (2562) ที่ศึกษาความอุดมสมบูรณ์ของดินสำหรับการปลูกข้าวของกลุ่มชาติพันธุ์บนพื้นที่สูง จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน และน่าน พบว่าปฏิกิริยาของดินเป็นกรดจัด ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในเกณฑ์สูง เนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย ซึ่งใช้ข้อมูลสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินที่สัมพันธ์กับระดับของธาตุอาหารในดิน

คุณภาพของดินเป็นส่วนหนึ่งของความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยใช้สมบัติทางเคมีของดินเป็นตัวชี้วัด ตัวอย่างการศึกษาดังกล่าวจากกรณีศึกษาของ ปิยพร และคณะ (2560) ได้ศึกษาคุณภาพดินเพื่อใช้ทางการเกษตรในพื้นที่หมู่บ้านนางแลใน ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ผลการศึกษา พบว่าดินเป็นกรดรุนแรงถึงกรดอ่อน ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำถึงสูง ความต้องการปูนของดินอยู่ในช่วง 201-2,450 กก.หินปูน/ไร่ ปริมาณธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง ส่วนปริมาณธาตุฟอสฟอรัสอยู่ในระดับต่ำถึงสูง ผลการศึกษาคุณภาพของดินจะทำให้เกษตรกรสามารถวางแผนปรับปรุงคุณภาพดินโดยการใส่ปุ๋ย และการเติมปูนขาวในปริมาณที่เหมาะสมกับผลการวิเคราะห์ และชนิดของพืชที่ต้องการเพาะปลูก นอกจากนี้ลักษณะของภูมิประเทศยังมีอิทธิพลต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน ซึ่ง อลงกรณ์ และคณะ (2563) ได้ศึกษาผลของรูปแบบการใช้ที่ดินและสภาพภูมิประเทศต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน บริเวณลุ่มน้ำทุ่งใหญ่ จังหวัดสงขลา และพบว่าดินชั้นบนทุกรูปแบบการใช้ที่ดินที่ลาดชันต่างกันมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย pH เป็นกรดจัดถึงกรดจัดมาก อินทรียวัตถุ 3.44-21.16 g kg^{-1} ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 2.20-5.40 g kg^{-1} โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 78.00-152.10 cmol kg^{-1} ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน 3.16-11.58 cmol kg^{-1} และร้อยละอิ่มตัวด้วยเบส 10.41-36.20% การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน

พบว่าความลาดชัน 8-16% มีระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ ขณะที่พื้นที่อื่น ๆ มีระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินปานกลาง

การประเมินความเหมาะสมของที่ดินในการใช้ประโยชน์ทางการเกษตรในรูปแบบต่าง ๆ จากข้อมูลที่สมบัติของดิน ธาตุอาหารพืช และความอุดมสมบูรณ์ของดิน เป็นปัจจัยหลักที่ใช้ในการประเมิน ตัวอย่างเช่น ณัฐวุฒิ และคณะ (2564) ได้ศึกษาสมบัติของดินในระบบวนเกษตรที่มีกาแฟเป็นพืชหลักในจังหวัดเชียงใหม่ พบว่าระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ดินบนมีค่าสูงกว่าดินล่าง ดินที่ปลูกกาแฟอาราบิก้าส่วนใหญ่จัดอยู่ในชั้นที่ไม่เหมาะสม อังคณา และคณะ (2563) ซึ่งได้ศึกษาการประเมินความเหมาะสมที่ดินและความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจสำหรับต้นแบบการปลูกพืชภายใต้ระบบวนเกษตรบนพื้นที่สูง จังหวัดน่าน ผลการศึกษา พบว่าพื้นที่ปลูกไม้ผลและไม้ยืนต้น จำนวน 120.90 ไร่ และป่าไม้ จำนวน 51.81 ไร่ มีระดับความเหมาะสมมาก จำนวน 7.58 ไร่ ระดับความเหมาะสมปานกลาง จำนวน 51.36 ไร่ และระดับความเหมาะสมน้อย จำนวน 113.77 ไร่ ทั้งนี้เนื่องจากข้อจำกัดของสภาพพื้นที่ สมบัติดินเป็นกรดจัด และธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำ และตัวอย่างการศึกษาของ วีคำ และคณะ (2563) ได้ศึกษาศักยภาพของดินและความเหมาะสมของที่ดิน โดยใช้สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินในการประเมินความเหมาะสมทางการเกษตรในพื้นที่น้ำมังเมืองท่าพระบาท แขวงบอลิคำไซ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (สปป.ลาว) ผลการศึกษา พบว่าดินในพื้นที่ศึกษาเป็นดินลึกมาก วัตถุต้นกำเนิดดินส่วนใหญ่เป็นตะกอนน้ำพา สัณฐานภูมิประเทศของบริเวณที่ทำการศึกษา ได้แก่ ที่ราบน้ำท่วม ลานตะพักลำน้ำขั้นต่ำ ลานตะพักลำน้ำขั้นกลาง และขั้นสูง ดินมีการระบายน้ำเลวถึงระบายน้ำดี สีของดินเป็นสีน้ำตาลเหลืองจนถึงสีเทา โครงสร้างแบบก้อนเหลี่ยมมุมมน เนื้อดินเป็นดินร่วนถึงร่วนเหนียว ดินเป็นกรดรุนแรงถึงกรดปานกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุต่ำมากถึงสูงมาก ปริมาณไนโตรเจนรวมต่ำมากถึงปานกลาง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำมากถึงสูงมาก ปริมาณความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ปริมาณด่างรวมที่สกัดได้ต่ำมากถึงปานกลาง ค่าร้อยละความอิ่มตัวเบสต่ำถึงปานกลาง และค่าร้อยละความอิ่มตัวอะลูมินัมมีค่าอยู่ในพิสัยร้อยละ 3.22-91.52 การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน พบว่าดินบนส่วนใหญ่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีข้อจำกัดเรื่องความเป็นพิษจากอะลูมินัม ดินมีน้ำขัง โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำ ดินมีโอกาสสูญเสียธาตุอาหารพืชโดยกระบานการชะละลายได้ง่าย และดินมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำมาก ดินส่วนใหญ่เหมาะสมสำหรับปลูกพืชไร่ เป็นต้น

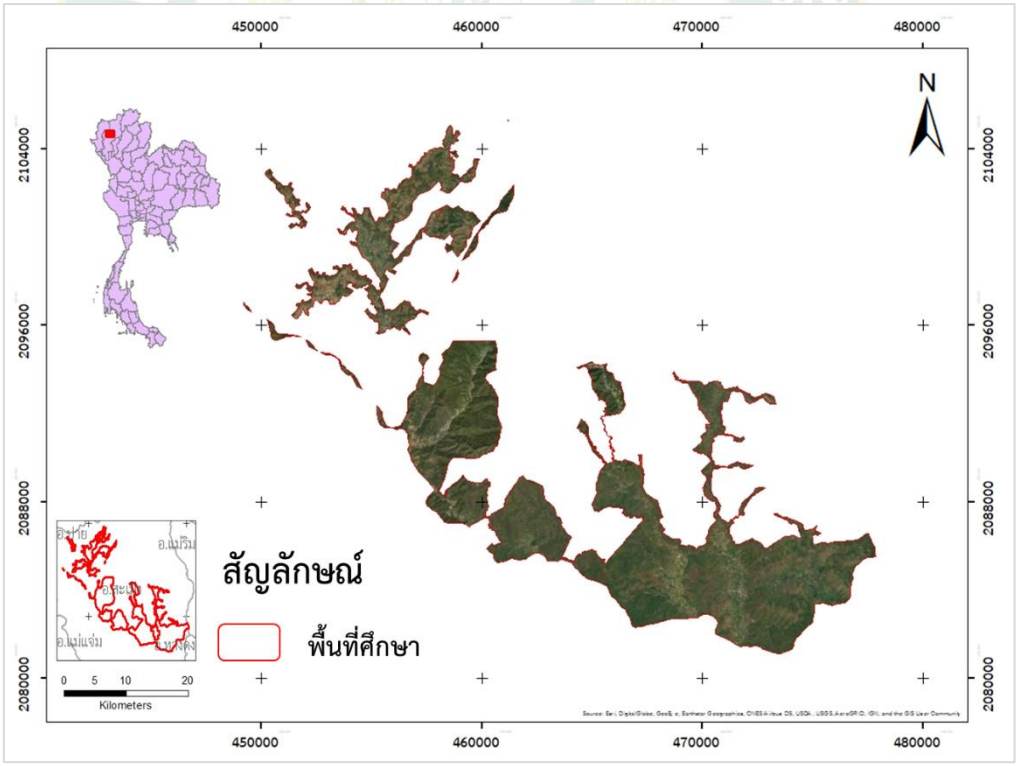
ในส่วนของการปรับปรุงบำรุงดินนั้น สุขวิทย์ (2554) กล่าวว่าคุณภาพและความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตที่ดี ดังนั้นการจัดการดิน การปรับปรุง

คุณภาพดิน และการเพิ่มธาตุอาหารในดิน สามารถทำได้หลายวิธีคือการเพิ่มอินทรียวัตถุต่าง ๆ ให้แก่ดิน เช่น การไถกลบปุ๋ยคอกในแปลง การปลูกพืชตระกูลถั่วเพื่อไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด เพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน การลดการชะล้างของหน้าดิน และลดการสูญเสียธาตุอาหารของดินในแปลงออกสู่ภายนอกแปลง เป็นต้น โดยที่ มลิสา และคณะ (2559) กล่าวว่าแนวทางในการจัดการดินเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตและรักษาคุณภาพดิน ควรมีการจัดการเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดินในรูปของปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด การใช้วัสดุคลุมดิน (ศิราณี และ บัญชา, 2556) หรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี หากต้องการใช้ที่ดินได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นควรมีมาตรการการจัดการด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำ (กรกนก และคณะ, 2563)

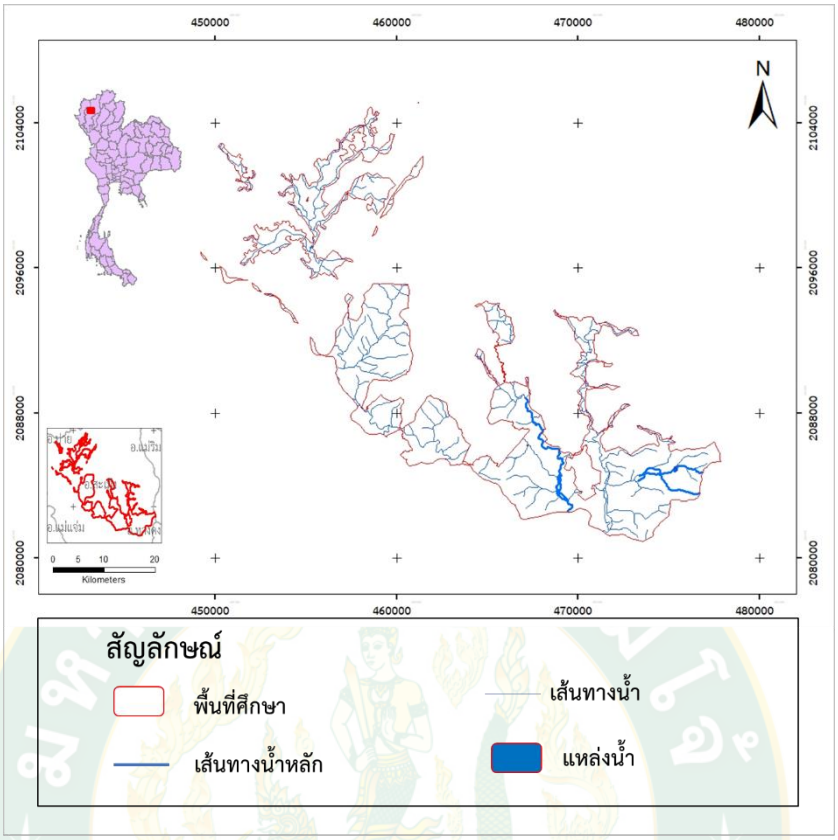
บทที่ 3
อุปกรณ์ และวิธีทดลอง

3.1 พื้นที่ และขอบเขตของการศึกษา

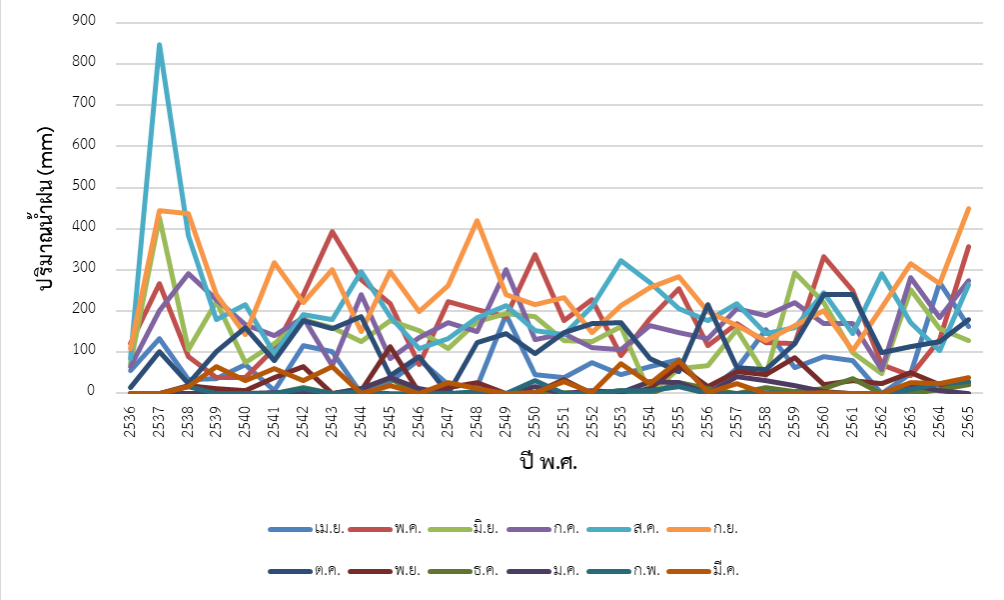
สถานีเกษตรหลวงปางดะ ตั้งอยู่ในเขตหมู่บ้านปางดะ ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งอยู่ระหว่างพิกัดละติจูด 18°44' ถึง 18°52' เหนือ และลองจิจูด 98°44' ถึง 98°48' ตะวันออก มีสภาพพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นลูกคลื่นลอนชันกับพื้นที่ลาดชันสูง มีพื้นที่ลูกคลื่นลอดลาดอยู่ระหว่างหุบเขา มีความลาดชันมากกว่า 12% ถึงร้อยละ 81.98 ของพื้นที่ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 560-1,335 m พื้นที่ร้อยละ 52.05 ของพื้นที่ มีความสูงต่ำกว่า 800 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (ภาพที่ 1) สายน้ำหลัก คือห้วยปลาก้าง ห้วยแม่สาบ และห้วยหวาย (ภาพที่ 2) อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 35.8 ℃ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 7.6 ℃ อุณหภูมิเฉลี่ย 21.70 ℃ มีปริมาณน้ำฝน 1,423.47 มม./ปี (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 1 ขอบเขตพื้นที่เกษตรที่สถานีเกษตรหลวงปางดะรับผิดชอบ



ภาพที่ 2 เส้นทางน้ำในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ จ.เชียงใหม่



ภาพที่ 3 ปริมาณน้ำฝน ปี พ.ศ.2536-2564 ของสถานีเกษตรหลวงปางดะ จ.เชียงใหม่

พื้นที่ของสถานีเกษตรหลวงปางดะ 1,243 ไร่ 3 งาน 92 ตารางวา แยกเป็นพื้นที่ใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรและสิ่งปลูกสร้าง 565 ไร่ 20 ตารางวา และเป็นพื้นที่แปลงปลูกป่าและฟื้นฟูสภาพป่า 678 ไร่ 3 งาน 72 ตารางวา พื้นที่หมู่บ้านส่งเสริมและพัฒนาอาชีพ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าอนุรักษ์ 85,000 ไร่ คิดเป็น ร้อยละ 81.19 พื้นที่ทำการเกษตร 8,199.80 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 17.13 และเป็นพื้นที่อยู่อาศัย และสาธารณะ 1,440.75 ไร่ มีจำนวน 15 หมู่บ้าน ครอบคลุม 3 ตำบล คือ ตำบลสะเมิงใต้ ตำบลแม่สาบ และตำบลยั้งเมิน เกษตรกรมีอาชีพหลัก คือ การปลูกพืชทางการเกษตร ได้แก่ ข้าว กระเทียม ข้าวโพดหวานสองสี ข้าวโพดหวานสีม่วง มันเทศญี่ปุ่นสีม่วง ผักกาดขาวปลี ซูกินี บัตเตอร์นัท กุยช่ายขาว มะเขือเทศเชอรี่แฟนซี เสาวรสหวาน ถั่วเหลืองผิวดำ ถั่วแดงหลวง ถั่วขาว Hemp (เมล็ดพันธุ์) อาชีพรอง คือ รับจ้างทั่วไป เลี้ยงสัตว์ และงานหัตถกรรม (มูลนิธิโครงการหลวง, 2555)

ลักษณะทางธรณีวิทยาในพื้นที่อำเภอสะเมิง เกิดเป็นเทือกเขาสูง วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ เป็นหินมหายุคพรีแคมเบรียน ขอบเขตทางด้านตะวันออกของหินมหายุคพรีแคมเบรียนเป็นแอ่งสะสมตะกอนยุคควอเทอร์นารี ซึ่งมีแม่น้ำปิงไหลผ่านไปทางทิศใต้ส่วนขอบเขตทางด้านตะวันตกกลับไม่ปรากฏแน่ชัด (กรมทรัพยากรธรณี, 2558) พบดินวัตถุต้นกำเนิดดินต่างชนิดกัน 8 ชนิด ดังภาพที่ 4 (กรมทรัพยากรธรณี, 2549) ได้แก่

1) หินปูน เนื้อดินสีเทา สลับด้วยหินโคลน และหินดินดาน กำเนิดในยุคออร์โดวิเชียน

2) หินแกรนิต หินอนาเทคไซต์ หินคาตาคลาไซต์ ส่วนใหญ่มีเนื้อปานกลางถึงหยาบ มีแร่ที่สำคัญ ได้แก่ แร่ควอตซ์ เฟลด์สปาร์ และไบโอไทต์ กำเนิดในยุคคาร์บอนิเฟอรัส

3) หินออร์โทไนส์ และหินพาราไนส์ เป็นหินแปรเนื้อหยาบ กำเนิดในยุคพรีแคมเบรียน

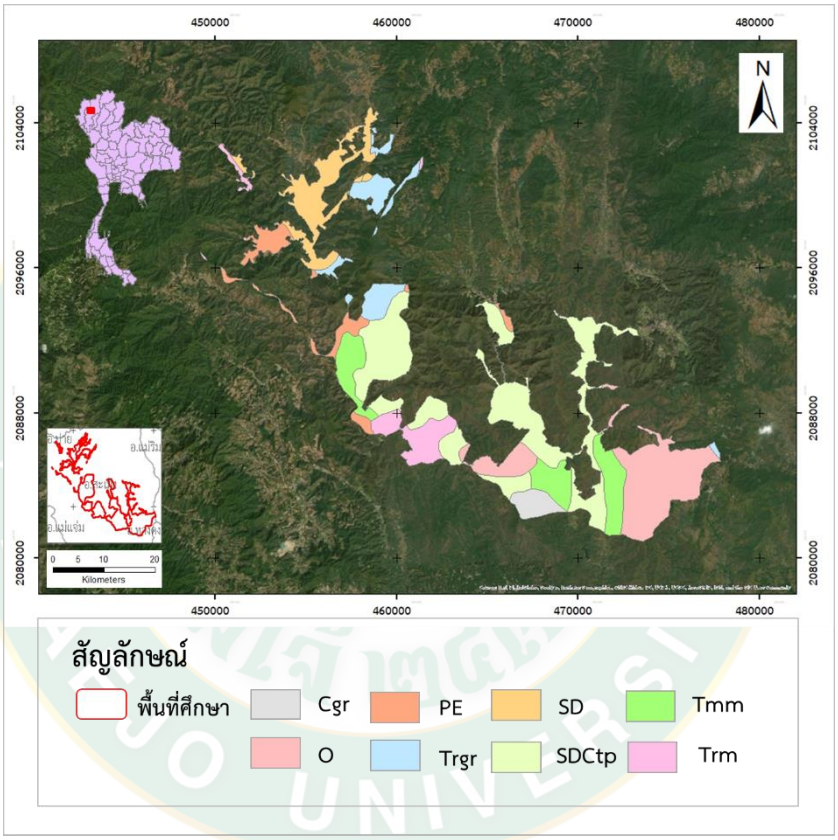
4) หินเคลย์เนื้อปูนผสม หินปูนผสม และหินโคลน มีลักษณะเนื้อดินเป็นร่วนปนดินเหนียวถึงดินเหนียว มีแร่ธาตุจำเป็นต่อพืชหลายชนิดโดยเฉพาะธาตุเหล็ก แคลเซียม และแมกนีเซียม กำเนิดในยุคเทอร์เชียรี

5) หินฟิลไลต์ มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายถึงร่วนเหนียว มีแร่ธาตุที่อุดมสมบูรณ์พอสมควรสำหรับพืช กำเนิดในยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน-คาร์บอนิเฟอรัส

6) หินไบโอไทต์แกรนิต หินฮอร์นเบลนด์ ไบโอไทต์แกรนิต หินมัสโคไวต์แกรนิต ส่วนใหญ่มีเนื้อสม่ำเสมอถึงเป็นดอก กำเนิดในยุคไทรแอสซิก

7) หินมิกมาไทต์ หินชีสต์ และหินแกรนิตแยกประเภทไม่ได้ ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายถึงร่วนเหนียว มีแร่ธาตุที่อุดมสมบูรณ์พอสมควรสำหรับพืช กำเนิดในยุคลูโคแกรนิตเนื้อละเอียด

8) หินดินดาน และหินเชิร์ตที่มีเนื้อปูนผสม มีลักษณะเนื้อดินเป็นร่วนปนดินเหนียวถึงดินเหนียว มีแร่ธาตุจำเป็นต่อพืชหลายชนิดโดยเฉพาะธาตุเหล็ก แคลเซียม และแมกนีเซียม กำเนิดในยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน-คาร์บอนิเฟอรัส



ภาพที่ 4 แผนที่ทางธรณีวิทยาของพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ จ.เชียงใหม่

3.2 อุปกรณ์ และวิธีการศึกษา

การสำรวจดินและเก็บตัวอย่างดิน โดยการเก็บตัวอย่างดินแบบรบกวนดิน (Undisturbed method) ตามรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรในพื้นที่ โดยใช้สว่านเจาะดินเก็บตัวอย่างดินแบบ Composite samples โดยเก็บตัวอย่างดินบนที่ระดับความลึก 0-15 cm และดินล่างที่ระดับความลึก 15-30 cm ตัวอย่างอย่างละ 3 ซ้ำ (เอิบ, 2548) ไม่น้อยกว่า 50 จุด จากนั้นนำมาทำให้แห้งในที่ร่ม (Air-dried) นำไปบดและร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 0.5 และ 2 mm เพื่อนำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมี (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553a)

3.2.1 อุปกรณ์

1) แผนที่และภาพถ่ายระยะไกล

- แผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศ (Topographic map) ของกรมแผนที่ทหาร
- แผนที่ดิน (Soil map)
- แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน
- แผนที่ธรณีวิทยา (Geologic map)
- ภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial photo) และภาพถ่ายดาวเทียม (Image satellite)

2) อุปกรณ์สำรวจและเก็บตัวอย่างดิน

- อุปกรณ์ที่ใช้ในการขุด ถาก เจาะดิน ได้แก่ และใบมีด พลั่ว จอบ
- อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างแบบรบกวนดิน เจาะดิน ได้แก่ สว่านเจาะดินแบบกระบอก ใบมีด
- อุปกรณ์ที่ใช้ในการระบุตำแหน่งของจุดหรือพื้นที่สำรวจพิกัด และนำทาง ที่อ้างอิงจากระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ของพื้นผิวโลก (GPS: Global Positioning System)
- อุปกรณ์ที่ใช้ในการที่ใช้ในการระบุประเภทของวัตถุต้นกำเนิดดิน ได้แก่ ค้อนธรณี แว่นขยายขนาด ตะไป มีดพก เป็นต้น
- อุปกรณ์ที่ใช้ในการกำหนดทิศทางและวัดระยะ ได้แก่ เข็มทิศแบบต่าง ๆ ตลับเมตร เทปวัดระยะ เทปวัดความลึกของดิน
- อุปกรณ์ที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลภาคสนาม

3.2.2 การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

1) การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน

1.1) ปฏิกิริยาดิน (Soil reaction: pH) อัตราส่วน ดิน:น้ำ (1:1) โดยชั่งดิน 10 กรัม ต่อน้ำ 10 ml คนให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง ครั้งที่ 3 ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที แล้วนำไปวัดค่าโดยใช้เครื่อง pH-meter (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553a)

1.2) ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic matter : OM) ด้วยวิธี Walkley and Black เตรียมตัวอย่างดิน 1 กรัม แล้วเติม $K_2Cr_2O_7$ 1 N จำนวน 10 มิลลิลิตร (แกว่งให้เข้ากัน) นำไปไว้ในตู้ดูดควัน เติมกรด H_2SO_4 จำนวน 20 ml เขย่าแล้วทิ้งไว้ 30 นาที เติมน้ำกลั่น จำนวน 100 ml หยด Ferroin indicator (O-phenanthroline) จำนวน 4 หยด นำไปไตเตรทกับสารละลาย $FeSO_4$ 0.5 N จนเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดง (Walkley and Black, 1934)

1.3) ปริมาณฟอสฟอรัสที่ที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus) โดยวิธี Bray II ชั่งตัวอย่างดิน 2.85 g เติมน้ำยาสกัด Bray II 20 ml เขย่านาน 1 นาที กรองสารละลายด้วย

กระดาษกรองเบอร์ 42 ดูดตัวอย่างสารละลายที่กรอง 4 ml ใส่สารปรับสี Ascorbic acid วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 870 nm ด้วยเครื่อง Spectrophotometer (Bray and Kurtz, 1945)

1.4) ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable bases) โดยใช้ตัวอย่างดิน 5 g สารละลาย Ammonium acetate (NH_4OAc) ความเข้มข้น 1 N ที่ pH 7.0 จำนวน 25 ml เขย่านาน 30 นาที แล้วกรองสารละลาย จากนั้นนำเอาสารละลายไปอ่านด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) (Thomas, 1996)

1.5) ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchange Capacity: CEC) โดยใช้การชะล้างไอออนบวกด้วยสารละลาย 1 N NH_4OAc ที่เป็นกลาง (pH 7.0) และแทนที่ไอออนบวกของแอมโมเนียมไอออนด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (10%) ในสภาพที่เป็นกรดกลั่นหาแอมโมเนียมไอออนแล้วคำนวณหาความจุแลกเปลี่ยนไอออนบวกของดิน (Chapman, 1965)

1.6) ค่าอัตราร้อยละความอิ่มตัวด้วยเบส (Base Saturation Percentage: %BS) โดยคำนวณจากค่าของปริมาณด่างที่สกัดได้ทั้งหมด และค่าความจุแลกเปลี่ยนไอออนบวก (National Soil Survey Center, 1996)

2) ประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยใช้ระบบการจำแนกความอุดมสมบูรณ์ของดิน (fertility capability soil classification system, FCC) (เอิบ, 2548) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ระดับความอุดมสมบูรณ์ (Rating)	OM (%)	P (.....mg kg^{-1}.....)	K	CEC (cmol kg^{-1})	BS (%)
ต่ำ (Low)	<1.5	<10	<60	<10	<35
ระดับคะแนน	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
ปานกลาง (Moderate)	1.5-3.5	10-25	60-90	10-20	35-75
ระดับคะแนน	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
สูง (High)	>3.5	>25	>90	>20	>75
ระดับคะแนน	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)

สำหรับวิธีคิดระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินใช้วิธีการให้คะแนน ดังนี้ (1) ถ้าผลรวมคะแนนทั้งหมด ≤7 ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (2) ถ้าผลรวมคะแนนทั้งหมดอยู่ระหว่าง 8-12 ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง (3) ถ้าผลรวมคะแนนทั้งหมด ≥13 ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง

3) การประเมินความเหมาะสมของที่ดิน

การจำแนกชั้นความเหมาะสมของที่ดินโดยเลือกประเมินที่ดินสำหรับปลูกกระเทียมและข้าวโพด ใช้หลักเกณฑ์ขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ อาศัยหลักการที่ว่าที่ดินที่เหมาะสมที่สุดสำหรับปลูกพืชชนิดใดชนิดหนึ่งถือว่าเป็นที่ดินที่มีคุณสมบัติที่ไม่เป็นข้อจำกัดต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทนั้นซึ่งต้องการการจัดการในระดับต่ำ ที่ดินที่มีชั้นความเหมาะสมต่ำลงมาถือว่า

เป็นที่ดินที่มีคุณสมบัติบางประการหรือหลายประการที่เป็นข้อจำกัดการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งจะตกอยู่ในชั้นความเหมาะสมใดขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของข้อกำหนดที่แสดงจากคุณสมบัติของที่ดินนั้น ๆ หรือความมากน้อยของประเภทข้อจำกัดที่อยู่ในระดับเดียวกัน สำหรับที่ดินที่ไม่เหมาะสมสำหรับปลูกพืชชนิดใดชนิดหนึ่งนั้นเป็นที่ดินที่มีคุณสมบัติบางประการที่เป็นข้อจำกัดอย่างรุนแรงต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทใดประเภทหนึ่ง ซึ่งข้อจำกัดดังกล่าวไม่สามารถแก้ไขได้หรือหากแก้ไขได้ต้องอาศัยระดับการจัดการที่สูงจนคาดว่าไม่คุ้มกับการลงทุน

ประเมินโดยใช้หลักการประเมินคุณภาพที่ดินของ กรมพัฒนาที่ดิน (2565) อ้างอิงใน (FAO, 1983) วิธีประเมินจากลักษณะที่ดินที่มีข้อจำกัดรุนแรงที่สุด (Most limiting group of land characteristics) และจำแนกชั้นความเหมาะสมของที่ดินเป็น 4 ระดับ คือ

- ชั้นที่มีความเหมาะสมมาก (Highly suitable; S1)
- ชั้นที่มีความเหมาะสมปานกลาง (Moderately suitable; S2)
- ชั้นที่มีความเหมาะสมน้อย (Marginally suitable; S3)
- ชั้นที่ไม่มีความเหมาะสม (Not suitable; N)

สำหรับการศึกษาคุณภาพที่ดินในการปลูกกระเทียมโดยเลือกประเมินที่ดินเพื่อปลูกกระเทียมในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ จังหวัดเชียงใหม่ ใช้ 5 ปัจจัย คือความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช (Nutrient availability) พิจารณาจากความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความจุในการดูดยึดธาตุอาหารพืช (Nutrient retention capacity) พิจารณาจากความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกและอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส สภาวะการหยั่งลึกของราก (Rooting conditions) สารพิษ (Soil toxicities) ศักยภาพการใช้เครื่องจักร (Potential for mechanization) พิจารณาจากความลาดชันของพื้นที่ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 การกำหนดระดับความเหมาะสมของค่าพิสัยของดินสำหรับปลูกกระเทียม

ลำดับ	ความต้องการการใช้ที่ดินสำหรับกระเทียม			ค่าคะแนนปัจจัย			
	คุณภาพที่ดิน	ปัจจัยวินิจฉัย	หน่วย	S1	S2	S3	N
1	ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร (s)	ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน	ระดับ	สูงมาก/สูง/ปานกลาง	ต่ำ/ต่ำมาก	-	-
2	ความจุในการดูดยึดธาตุอาหารพืช (n)	CEC ดินบน	meq/100g	10–20	5–10	<5	-
		BS ดินบน	%	>35	<35		-
3	สภาวะการหยั่งลึกของราก (r)	ความลึกของดิน	cm	>100	50-100	0-50	-
		กรวดปน	%	<15	15–35	35–80	>80
4	สารพิษ (z)	ปฏิกิริยาดิน	pH	5.6–6.5	6.6–7.3 5.1–5.5	7.4–8.4 4.5–5.0	>8.4 <4.5
5	ศักยภาพการใช้เครื่องจักร (w)	ความลาดชัน	%	<12	12-20	20-35	>35

สำหรับการศึกษาคุณภาพที่ดินในการปลูกข้าวโพดโดยเลือกประเมินที่ดินเพื่อปลูกข้าวโพดหวานในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ จังหวัดเชียงใหม่ ใช้ 6 ปัจจัย คือความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช (Oxygen availability to root) ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช (Nutrient availability) พิจารณาจากความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความจุในการดูดยึดธาตุอาหารพืช (Nutrient retention capacity) พิจารณาจากความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกและอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส สภาวะการหยั่งลึกของราก (Rrooting conditions) สารพิษ (Soil toxicities) ศักยภาพการใช้เครื่องจักร (Potential for mechanization) พิจารณาจากความลาดชันของพื้นที่ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 การกำหนดระดับความเหมาะสมของค่าพิสัยของดินสำหรับปลูกข้าวโพด

ลำดับ	ความต้องการการใช้ที่ดินสำหรับข้าวโพดหวาน			ค่าคะแนนปัจจัย			
	คุณภาพที่ดิน	ปัจจัยวินิจฉัย	หน่วย	S1	S2	S3	N
1	ความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช (o)	การระบายน้ำของดิน	ระดับ	ดีมาก เกินไป/ดี	ดีปาน กลาง	ค่อนข้างเลว	เลว/ เลวมาก
2	ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช (s)	ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน	ระดับ	สูงมาก/สูง/ ปานกลาง	ต่ำ/ต่ำมาก	-	-
3	ความจุในการดูดยึดธาตุอาหาร (n)	CEC ดินล่าง	meq/100g	>15	3–15	<3	-
		BS ดินล่าง	%	>35	<35	-	-
4	สภาวะการหยั่งลึกของราก (r)	ความลึกของดิน	cm	>100	50-100	25-50	<25
		กรวดปน	%	<15	15–40	40–80	>80
5	สารพิษ (z)	ความลึกของชั้นจุดประ	cm	>150	100-150	50-100	<50
6	ศักยภาพการใช้เครื่องจักร (w)	ความลาดชัน	%	<12	12-20	20-35	>35

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

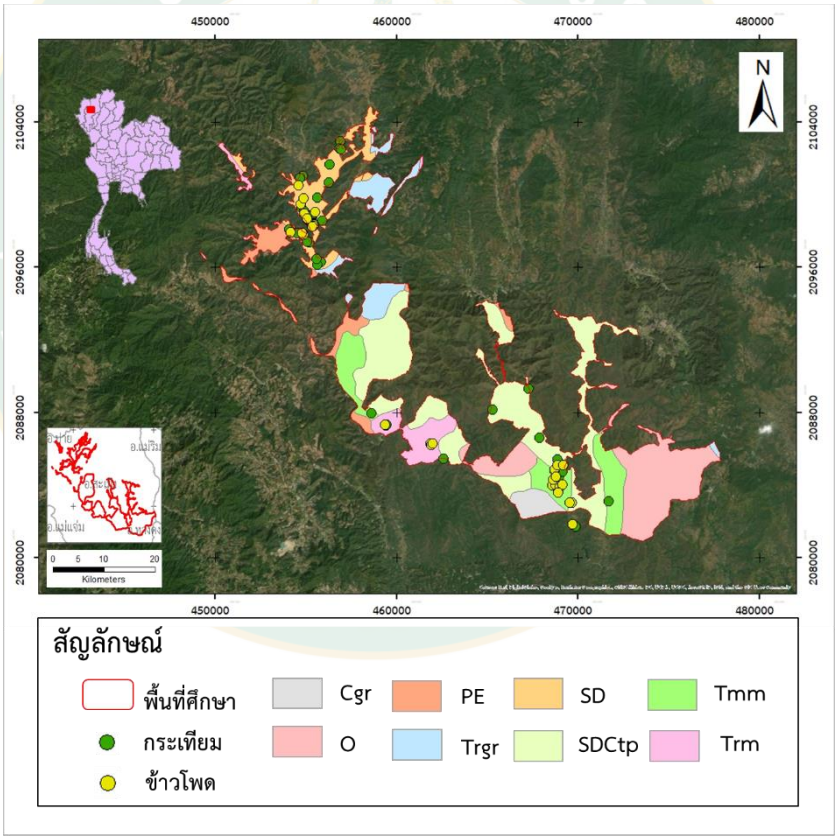
วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อใช้ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสำหรับหลายกลุ่มตัวอย่าง คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.4 ระยะเวลาในการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ใช้ระยะเวลาศึกษาตั้งแต่ เดือนธันวาคม 2564 ถึงเดือนธันวาคม 2565 ในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ และห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

บทที่ 4
ผลการศึกษาและวิจารณ์

การวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาความอุดมสมบูรณ์ และความเหมาะสมของดินในพื้นที่เกษตรของสถานีเกษตรหลวงปางดะ จังหวัดเชียงใหม่ รูปแบบการใช้ประโยน์ที่ดินที่พบ ได้แก่ กระเทียมและข้าวโพด ดังภาพที่ 5 อยู่บนหินฟิลไลต์ (SD), หินดินดาน (SDCtp), หินเคลย์ (Tmm) และหินแกรนิต (Trm) จำนวน 25, 6, 5 และ 3 แปลง ตามลำดับ ส่วนข้าวโพด จำนวน 32 แปลง อยู่บนหินฟิลไลต์ (SD), หินดินดาน (SDCtp), หินเคลย์ (Tmm) และหินแกรนิต (Trm) จำนวน 13, 3, 12 และ 4 แปลง ตามลำดับ รวมทั้งหมด 71 แปลง (ตารางที่ 4)



ภาพที่ 5 แผนที่ตำแหน่งแปลงเก็บตัวอย่างดิน ธรณีวิทยาของพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ จ.เชียงใหม่

ตารางที่ 4 จำแนกการใช้ประโยน์ที่ดิน

ประเภท	วัตถุต้นกำเนิดดิน				รวม
	SD	SDCtp	Tmm	Trm	
กระเทียม	25	6	5	3	39
ข้าวโพด	13	3	12	4	32
รวม	38	9	17	7	71

หมายเหตุ: หินฟิลไลต์ (SD), หินดินดาน (SDCtp), หินเคลย์ (Tmm) และหินแกรนิต (Trm)

4.1 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน แบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน

4.1.1 พื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกกระเทียม

1) ปฏิกิริยาดิน (Soil reaction)

ผลการวิเคราะห์ปฏิกิริยาดินในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ ดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินต่างกัน พบว่า ที่ระดับความลึก 0-15 cm หินฟิลไลต์ (SD) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงด่างอ่อน มีค่าอยู่ในช่วง 4.47-7.48 หินดินดาน (SDCtp) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดเล็กน้อย มีค่าอยู่ในช่วง 5.11-6.53 หินเคลย์ (Tmm) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 6.17-7.28 และหินแกรนิต (Trm) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดเล็กน้อย มีค่าอยู่ในช่วง 5.06-6.38 จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) ส่วนดินที่ระดับความลึก 15-30 cm พบว่า หินฟิลไลต์ (SD) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงด่างอ่อน มีค่าอยู่ในช่วง 4.51-7.86 หินดินดาน (SDCtp) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 5.24-6.88 หินเคลย์ (Tmm) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 6.04-7.23 และหินแกรนิต (Trm) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดเล็กน้อย มีค่าอยู่ในช่วง 5.04-6.18 จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) (ตารางที่ 5)

ความเป็นกรดเป็นกรด-ด่างของดินเป็นผลจากวัตถุต้นกำเนิดดินที่อาจจะมีหินปูนและสารละลายหินปูนทุติยภูมิปะปนอยู่ (มลิสา และคณะ, 2559) ดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินที่มีเนื้อปูนผสมหรือดินแคลคาเรียส (Calcareous soil) เป็นดินที่มีปฏิกิริยาดินสูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ โดยมีธาตุแคลเซียม และแมกนีเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบหลักและเกี่ยวข้องกับกระบวนการแคลซิฟิเคชัน (Calcification) ทำให้เกิดการสะสมในพื้นที่ โดยพื้นที่ที่พบมักเป็นพื้นที่กึ่งชื้น (Semi humid) กึ่งแล้ง (Semiarid) และเขตแล้ง (Arid) สมบัติและกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการไหลของน้ำจะมีผล

อย่างยิ่งต่อกระบวนการแคลซิฟิเคชัน (นันทิตา, 2554) และลักษณะภูมิอากาศในเขตร้อนมีอิทธิพลโดยตรงต่อความเป็นกรด-ด่างของดิน โดยปริมาณฝนที่ตกได้ชะละลายเอาไอออนบวกต่าง ๆ ออกจากหน้าตัดดินทำให้ H^+ สะสมในดินได้มาก ส่งผลให้ปฏิกิริยาดินในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นกรดลดลง (จักรพงษ์ และคณะ, 2563) หรืออาจเป็นผลจากการปลูกพืชและการใช้ปุ๋ยอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้พืชดูดใช้สารละลายดินที่เป็นประจุบวกแบบไม่เป็นกรด (Non-acid cation) มากกว่า และในการรักษาสมดุลประจุของพืชรากพืชจะปลดปล่อยไฮโดรเจนไอออนออกมา (ไพบูลย์, 2546) และการเตรียมพื้นที่ทำการเกษตรส่งผลต่อการผุสลายของอินทรียวัตถุในดินอยู่เสมอ ทำให้เกิดกระบวนการ Nitrification และ Suffocation ทำให้เกิดกรดไนตริกกับกรดกำมะถันแตกตัวให้ H^+ และดูดซับอยู่ที่ผิวอนุภาคดิน (ธาดา และศุภธิดา, 2550)

ตารางที่ 5 ปฏิกิริยาดินในพื้นที่ปลูกกระเทียม

พารามิเตอร์	ชั้นดิน (cm)	วัตถุต้นกำเนิดดิน				f-test
		SD	SDCtp	Tmm	Trm	
pH	0-15	5.39±0.82	5.96±0.46	6.66±0.43	5.84±0.56	*
	15-30	5.65±0.78	6.43±0.56	6.67±0.42	5.90±0.30	*
n		25	6	5	3	

หมายเหตุ: pH ปฏิกิริยาดิน, หินฟิลไลต์ (SD), หินดินดาน (SDCtp), หินเคลย์ (Tmm), หินแกรนิต (Trm), ค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย และ *=มีความแตกต่างกัน

2) ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic matter)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ ดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินต่างกัน พบว่า ที่ระดับความลึก 0-15 cm หินฟิลไลต์ (SD) มีปริมาณอินทรียวัตถุปานกลางถึงสูง มีค่าอยู่ในช่วง 1.61-3.86% หินดินดาน (SDCtp) มีปริมาณอินทรียวัตถุปานกลางถึงค่อนข้างสูง มีค่าอยู่ในช่วง 1.74-2.69% หินเคลย์ (Tmm) มีปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูง มีค่าอยู่ในช่วง 1.32-3.02% และหินแกรนิต (Trm) มีปริมาณอินทรียวัตถุปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 1.94-2.22% จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยหินฟิลไลต์ (SD) มีปริมาณอินทรียวัตถุมากที่สุด มีค่าอยู่ที่ 2.59±0.59% รองมาได้แก่ หินดินดาน (SDCtp) และหินเคลย์ (Tmm) มีค่าอยู่ที่ 2.27±0.33% และ 2.05±0.64% ตามลำดับ และหินแกรนิต (Trm) มีปริมาณอินทรียวัตถุน้อยที่สุด มีค่าอยู่ที่ 2.04±0.13% ส่วนดินที่ระดับความลึก 15-30 cm หินฟิลไลต์ (SD) มีปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูง มีค่าอยู่ในช่วง 1.24-2.72% หินดินดาน (SDCtp) มีปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 1.34-2.22% หินเคลย์ (Tmm) มี

ปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 1.31-2.45% และมีปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 1.26-1.68% จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยหินฟิลไลต์ (SD) มีปริมาณอินทรียวัตถุมากที่สุด มีค่าอยู่ที่ 1.87±0.43% รองมาได้แก่ หินดินดาน (SDCtp) และหินเคลย์ (Tmm) มีค่าอยู่ที่ 1.76±0.33% และ 1.62±0.42% ตามลำดับ และหินแกรนิต (Trm) มีปริมาณอินทรียวัตถุน้อยที่สุด มีค่าอยู่ที่ 1.52±0.19% (ตารางที่ 6)

ความแตกต่างของอินทรียวัตถุในดินบนแต่ละบริเวณ คาดว่าน่าจะเกี่ยวข้องกับการจัดการในการใช้ประโยชน์ที่ดิน พืชพรรณ และสัณฐานภูมิประเทศ (วรนันท์, 2554) ปริมาณอินทรียวัตถุบนมีค่าสูงกว่าดินล่างเป็นผลมาจากการทับถมของเศษซากพืช และใบไม้ ตลอดจนรากพืชที่ขึ้นปกคลุมผิวดินทำให้อินทรียวัตถุสะสมอยู่บนชั้นดินบน ส่วนดินล่างมีการสะสมของซากพืชน้อยกว่าจึงมีการสะสมอินทรียวัตถุน้อยกว่า (Virgo and Holmes, 1977)

ตารางที่ 6 ปริมาณอินทรียวัตถุในพื้นที่ปลูกกระเทียม

พารามิเตอร์	ชั้นดิน (cm)	วัตถุต้นกำเนิดดิน				f-test
		SD	SDCtp	Tmm	Trm	
OM	0-15	2.59±0.59	2.27±0.33	2.05±0.64	2.04±0.13	ns
(%)	15-30	1.87±0.43	1.76±0.33	1.62±0.42	1.52±0.19	ns
n		25	6	5	3	

หมายเหตุ: OM ปริมาณอินทรียวัตถุ, หินฟิลไลต์ (SD), หินดินดาน (SDCtp), หินเคลย์ (Tmm), หินแกรนิต (Trm), ค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย และ ns=ไม่มีความแตกต่างกัน

3) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ ดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินต่างกัน พบว่า ที่ระดับความลึก 0-15 cm หินฟิลไลต์ (SD) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำถึงสูง มีค่าอยู่ในช่วง 5.49-37.76 mg kg^{-1} หินดินดาน (SDCtp) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูง มีค่าอยู่ในช่วง 7.60-18.67 mg kg^{-1} หินเคลย์ (Tmm) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูง มีค่าอยู่ในช่วง 6.57-15.12 mg kg^{-1} และหินแกรนิต (Trm) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ปานกลางถึงค่อนข้างสูง มีค่าอยู่ในช่วง 12.62-21.43 mg kg^{-1} จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยหินแกรนิต (Trm) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากที่สุด มีค่าอยู่ที่ 17.20±3.61 mg kg^{-1} รองมาได้แก่ หินฟิลไลต์ (SD) และหินดินดาน (SDCtp) มีค่าอยู่ที่ 14.38±6.54 และ 12.09±4.52 mg kg^{-1} ตามลำดับ และหินเคลย์ (Tmm) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์น้อยที่สุด มีค่าอยู่ที่ 11.59±2.86

mg kg^{-1} ส่วนดินที่ระดับความลึก 15-30 cm หินฟิลไลต์ (SD) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำมากถึงสูง มีค่าอยู่ในช่วง 2.38-30.23 mg kg^{-1} หินดินดาน (SDCtp) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำถึงค่อนข้างสูง มีค่าอยู่ในช่วง 3.21-16.78 mg kg^{-1} หินเคลย์ (Tmm) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำถึงปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 3.60-10.48 mg kg^{-1} และหินแกรนิต (Trm) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูง มีค่าอยู่ในช่วง 8.16-15.19 mg kg^{-1} จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยหินแกรนิต (Trm) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากที่สุด มีค่าอยู่ที่ 11.88±2.89 mg kg^{-1} รองมาได้แก่ หินฟิลไลต์ (SD) และหินดินดาน (SDCtp) มีค่าอยู่ที่ 10.62±5.93 และ 9.48±4.70 mg kg^{-1} ตามลำดับ และหินเคลย์ (Tmm) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์น้อยที่สุด มีค่าอยู่ที่ 7.72±2.56 mg kg^{-1} (ตารางที่ 7)

บริเวณพื้นที่ที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีอยู่ในระดับต่ำเป็นผลมาจากการที่ดินมีพัฒนาการสูง ผ่านการชะละลายมานานทำให้ดินเป็นกรด (วรพันธ์, 2531) ธาตุอาหารจำพวกเหล็ก อะลูมินัม ออกไซด์ของเหล็ก และแมงกานีสจะละลายออกมาได้ดี และจับตัวกับฟอสฟอรัสเกิดเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำยากของสารประกอบเหล็กฟอสเฟต และสารประกอบอะลูมินัมฟอสเฟต ยังส่งผลให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินลดต่ำลง ทำให้ดินบนมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าในดินล่าง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ยังมีความสัมพันธ์กับ ปริมาณอินทรียวัตถุโดยอยู่ในรูปฟอสเฟตอินทรีย์ (บรรณพิชญ์, 2551) ส่วนในบริเวณพื้นที่ที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าอยู่ในระดับสูงเนื่องจากในพื้นที่เก็บตัวอย่างมีการปลูกพืชและใช้ปุ๋ยอย่างต่อเนื่อง ทำให้ฟอสฟอรัสตกค้างในดินปริมาณสูง (ภาณุวัชร และคณะ, 2561) ปุ๋ยฟอสฟอรัสจะไม่สามารถเคลื่อนที่ได้หรือเคลื่อนที่ในดินได้น้อยมาก เพราะฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำได้ละลายในสารละลายดินจะแพร่ออกไปรอบๆ และลึกไปจากผิวดิน 2-3 นิ้ว (ธาดา และศุภธิดา, 2550) ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ค่อนข้างสูงในดินบนเนื่องจากในพื้นที่มีการใช้ปุ๋ยอย่างต่อเนื่อง แต่ดินเนื้อปูนส่วนใหญ่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ เนื่องจากฟอสฟอรัสจะละลายได้ต่ำในสภาวะที่ดินเป็นด่าง และอยู่ในรูปแคลเซียมฟอสเฟต ซึ่งอยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที (Zhang et al., 2014)

ตารางที่ 7 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในพื้นที่ปลูกกระเทียม

พารามิเตอร์	ชั้นดิน (cm)	วัตถุต้นกำเนิดดิน				f-test
		SD	SDCtp	Tmm	Trm	
Avai.P	0-15	14.38±6.54	12.09±4.52	11.59±2.86	17.20±3.61	ns
(mg kg^{-1})	15-30	10.62±5.93	9.48±4.70	7.72±2.56	11.88±2.89	ns
n		25	6	5	3	

หมายเหตุ: Avai.P ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์, หินฟิลไลต์ (SD), หินดินดาน (SDCtp), หินเคลย์ (Tmm), หินแกรนิต (Trm), ค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย และ ns=ไม่มีความแตกต่างกัน

4) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable potassium)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ ดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินต่างกัน พบว่า ที่ระดับความลึก 0-15 cm หินฟิลไลต์ (SD) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลางถึงสูงมาก มีค่าอยู่ในช่วง 78.67-293.48 mg kg^{-1} หินดินดาน (SDCtp) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลางถึงสูงมาก มีค่าอยู่ในช่วง 72.18-153.35 mg kg^{-1} หินเคลย์ (Tmm) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลางถึงสูงมาก มีค่าอยู่ในช่วง 84.88-166.35 mg kg^{-1} และหินแกรนิต (Trm) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงถึงสูงมาก มีค่าอยู่ในช่วง 110.30-173.38 mg kg^{-1} จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยหินฟิลไลต์ (SD) มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากที่สุด มีค่าอยู่ที่ 142.82±55.16 mg kg^{-1} รองมาได้แก่ หินแกรนิต (Trm) และหินเคลย์ (Tmm) มีค่าอยู่ที่ 135.16±27.43 และ 123.71±31.47 mg kg^{-1} ตามลำดับ และหินดินดาน (SDCtp) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้น้อยที่สุด มีค่าอยู่ที่ 114.58±27.16 mg kg^{-1} ส่วนดินที่ระดับความลึก 15-30 cm หินฟิลไลต์ (SD) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลางถึงสูง มีค่าอยู่ในช่วง 60.38-247.32 mg kg^{-1} หินดินดาน (SDCtp) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำถึงปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 57.59-89.26 mg kg^{-1} หินเคลย์ (Tmm) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลางถึงสูง มีค่าอยู่ในช่วง 67.70-117.70 mg kg^{-1} และหินแกรนิต (Trm) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลางถึงสูง มีค่าอยู่ในช่วง 81.93-117.63 mg kg^{-1} จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) โดยหินฟิลไลต์ (SD) มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากที่สุด มีค่าอยู่ที่ 127.86±52.05 mg kg^{-1} รองมาได้แก่ หินแกรนิต (Trm) และหินเคลย์ (Tmm) มีค่าอยู่ที่ 99.35± 14.59 และ 86.80± 18.49 mg kg^{-1} ตามลำดับ และหินดินดาน (SDCtp) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้น้อยที่สุด มีค่าอยู่ที่ 71.59±10.97 mg kg^{-1} (ตารางที่ 8)

โพแทสเซียมเป็นธาตุที่พืชดูดขึ้นไปได้ง่าย บางครั้งถ้าระดับโพแทสเซียมในดินสูงมาก ๆ พืชบางชนิดจะดูดโพแทสเซียมขึ้นไปสะสมไว้ที่ต้นมากจนเกินความต้องการ โพแทสเซียมที่มีอยู่มากนี้จะไม่ช่วยทำให้พืชเจริญเติบโต โพแทสเซียมในดินจะถูกดูดขึ้นไปใช้ประโยชน์โดยพืชในแต่ละปีเป็นจำนวนมาก เมื่อพืชถูกเก็บเกี่ยวแล้วขนย้ายไปยังที่อื่นโพแทสเซียมที่ดูดออกมาจากดินก็จะไม่มีโอกาสกลับคืนสู่ดินอีก อาจจะกล่าวโดยทั่วไปว่า ดินจะสูญเสียโพแทสเซียมไปปีหนึ่งเป็นปริมาณมากพอกับปริมาณไนโตรเจนที่สูญเสียไปจากดิน และสูญเสียเป็นปริมาณที่มากกว่าฟอสฟอรัสหลายเท่า (จีราภรณ์, 2563) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโพแทสเซียมอาจจะถูกเคลื่อนย้ายออกจากพื้นที่ในรูปของผลผลิต เนื่องจากเป็นธาตุที่พืชต้องการในปริมาณที่สูง (ธาดา และศุภธิดา, 2550) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่มีความแตกต่างกัน ในพื้นที่ที่มีหินปูนผสมอยู่จะมีปริมาณโพแทสเซียมที่สูงกว่าเนื่องจากมีธาตุดังกล่าวเป็นองค์ประกอบอยู่ (จักรพงษ์ และคณะ, 2563)

ตารางที่ 8 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในพื้นที่ปลูกกระเทียม

พารามิเตอร์	ชั้นดิน (cm)	วัตถุต้นกำเนิดดิน				f-test
		SD	SDCtp	Tmm	Trm	
Exch.K	0-15	142.82±55.16	114.58±27.16	123.71±31.47	135.16±27.43	ns
(mg kg^{-1})	15-30	127.86±52.05	71.59±10.97	86.80±18.49	99.35±14.59	*
n		25	6	5	3	

หมายเหตุ: Exch.K ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้, หินฟิลไลต์ (SD), หินดินดาน (SDCtp), หินเคลย์ (Tmm), หินแกรนิต (Trm), ค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย, ns=ไม่มีความแตกต่างกัน และ *=มีความแตกต่างกัน

5) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation exchange capacity)

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ ดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินต่างกัน พบว่า ที่ระดับความลึก 0-15 cm หินฟิลไลต์ (SD) มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำถึงค่อนข้างสูง มีค่าอยู่ในช่วง 4.50-16.90 cmol kg^{-1} หินดินดาน (SDCtp) มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 6.43-12.62 cmol kg^{-1} หินเคลย์ (Tmm) มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 7.40-12.53 cmol kg^{-1} และหินแกรนิต (Trm) มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 6.06-10.43 cmol kg^{-1} จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยหินเคลย์ (Tmm) มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกมากที่สุด มีค่าอยู่ที่ 10.14±1.94 cmol kg^{-1} รองมาได้แก่ หินดินดาน (SDCtp) และหินฟิลไลต์ (SD) มีค่าอยู่ที่ 9.48±2.27 และ 8.46±2.95 cmol kg^{-1}

ตามลำดับ และหินแกรนิต (Trm) มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกน้อยที่สุด มีค่าอยู่ที่ 7.60±2.01 cmol kg^{-1} ส่วนดินที่ระดับความลึก 15-30 cm หินฟิลไลต์ (SD) มีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำถึงค่อนข้างสูง มีค่าอยู่ในช่วง 4.53-16.80 cmol kg^{-1} หินดินดาน (SDCtp) มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 6.50-12.80 cmol kg^{-1} หินเคลย์ (Tmm) มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 7.34-10.36 cmol kg^{-1} และหินแกรนิต (Trm) มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 6.43-10.60 cmol kg^{-1} จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยหินฟิลไลต์ (SD) มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกมากที่สุด มีค่าอยู่ที่ 8.96±3.08 cmol kg^{-1} รองมาได้แก่ หินแกรนิต (Trm) และหินเคลย์ (Tmm) มีค่าอยู่ที่ 8.94± 1.80 และ 8.63± 0.97 cmol kg^{-1} ตามลำดับ และหินดินดาน (SDCtp) มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกน้อยที่สุด มีค่าอยู่ที่ 8.55±2.02 cmol kg^{-1} (ตารางที่ 9)

ปริมาณของดินเหนียวมีผลต่อความแตกต่างของค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน โดยหินฟิลไลต์ (SD) มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายถึงร่วนเหนียว หินเคลย์ (Tmm) มีลักษณะเนื้อดินเป็นร่วนปนดินเหนียวถึงดินเหนียว หินแกรนิต (Trm) และหินเคลย์ (SDCtp) มีลักษณะเนื้อดินร่วนปนดินเหนียวถึงดินเหนียว (กรมทรัพยากรธรณี, 2549) ความแตกต่างของค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน รวมถึงชนิด และปริมาณของแร่ดินเหนียวที่มีอยู่ในดิน โดยค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในดินบนจะสูงกว่าในชั้นดินล่าง เนื่องจากในชั้นดินบนมีปริมาณอินทรียวัตถุที่สูงกว่าชั้นดินล่าง (วิทยา, 2551) อินทรียวัตถุมีประจุลบจำนวนมากเกิดจากการ Dissociation ของสารประกอบบางกลุ่มโดยเฉพาะพวก Cartoxyic group และ Phenolic OH group (พจนีย์, 2544) ส่วนในชั้นดินล่างนั้นเป็นผลมาจากชนิด และปริมาณของดินเหนียว โดยในดินที่มีปริมาณดินเหนียวสูงจะส่งผลทำให้ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในดินเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากอนุภาคดินเหนียวเป็นอนินทรีย์วัตถุที่มีคุณสมบัติเป็นประจุลบ (วรางคณา, 2550)

ตารางที่ 9 ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในพื้นที่ปลูกกระเทียม

พารามิเตอร์	ชั้นดิน (cm)	วัตถุต้นกำเนิดดิน				f-test
		SD	SDCtp	Tmm	Trm	
CEC	0-15	8.46±2.95	9.48±2.27	10.14±1.94	7.60±2.01	ns
(cmol kg^{-1})	15-30	8.96±3.08	8.55±2.02	8.63±0.97	8.94±1.80	ns
n		25	6	5	3	

หมายเหตุ: CEC ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก, หินฟิลไลต์ (SD), หินดินดาน (SDCtp), หินเคลย์ (Tmm), หินแกรนิต (Trm), ค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย และ ns=ไม่มีความแตกต่างกัน

6) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (%Base Saturation)

ผลการวิเคราะห์อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ ดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินต่างกัน พบว่า ที่ระดับความลึก 0-15 cm หินฟิลไลต์ (SD) มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสต่ำถึงสูง มีค่าอยู่ในช่วง 28.67-98.98% หินดินดาน (SDCtp) มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสปานกลางถึงสูง มีค่าอยู่ในช่วง 36.98-86.28% หินเคลย์ (Tmm) มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 40.07-68.38% และหินแกรนิต (Trm) มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสปานกลางถึงสูง มีค่าอยู่ในช่วง 52.46-96.88% จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยหินแกรนิต (Trm) มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสมากที่สุด มีค่าอยู่ที่ 80.38±19.85% รองมาได้แก่ หินฟิลไลต์ (SD) และหินดินดาน (SDCtp) มีค่าอยู่ที่ 65.65±18.79% และ 64.08±18.19% ตามลำดับ และหินเคลย์ (Tmm) มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสน้อยที่สุด มีค่าอยู่ที่ 60.43±12.54% ส่วนดินที่ระดับความลึก 15-30 cm หินฟิลไลต์ (SD) มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสต่ำถึงสูง มีค่าอยู่ในช่วง 28.97-97.97% หินดินดาน (SDCtp) มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสปานกลางถึงสูง มีค่าอยู่ในช่วง 45.77-86.16% หินเคลย์ (Tmm) มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสปานกลางถึงสูง มีค่าอยู่ในช่วง 41.27-75.78 และหินแกรนิต (Trm) มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสปานกลางถึงสูง มีค่าอยู่ในช่วง 42.50-87.39% จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยหินดินดาน (SDCtp) มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสมากที่สุด มีค่าอยู่ที่ 68.58±14.79% รองมาได้แก่ หินฟิลไลต์ (SD) และหินเคลย์ (Tmm) มีค่าอยู่ที่ 64.73±19.45% และ 64.22±12.67% ตามลำดับ และหินแกรนิต (Trm) มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสน้อยที่สุด มีค่าอยู่ที่ 58.38±20.54% (ตารางที่ 10)

ค่าอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสที่คำนวณได้จะมีความสอดคล้องกับปริมาณเบสรวมและค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (พชร, 2561) โดยดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินที่

มีเนื้อปูนผสม ดินประเภทนี้มีเบสที่แลกเปลี่ยนได้สูง นอกจากนี้ยังมีอนุภาคของแคลเซียมคาร์บอเนตหรือแมกนีเซียมคาร์บอเนตปะปนอยู่ในดินด้วย (นันทิตา, 2554) และดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินที่มีพัฒนาการตัวจากหินปูนเป็นองค์ประกอบจะมีการผุพังสลายตัวง่าย และส่งผลให้ดินมีเนื้อละเอียดมีสัดส่วนของอนุภาคดินเหนียวมาก ดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินที่มีพัฒนาการตัวจากหินดินดานและแกรนิตจะมีสัดส่วนของอนุภาคทรายที่สูงกว่า (จักรพงษ์ และคณะ, 2563) และอิทธิพลจากการจัดการดินและปุ๋ยในการปลูกพืช (ลาวรรณ์ และคณะ, 2556)

ตารางที่ 10 อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสในพื้นที่ปลูกกระเทียม

พารามิเตอร์	ชั้นดิน (cm)	วัตถุต้นกำเนิดดิน				f-test
		SD	SDCtp	Tmm	Trm	
BS	0-15	65.65±18.79	64.08±18.19	60.43±12.54	80.38±19.85	ns
(%)	15-30	64.73±19.45	68.58±14.79	64.22±12.67	58.38±20.54	ns
n		25	6	5	3	

หมายเหตุ: %BS อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส, หินฟิลไลต์ (SD), หินดินดาน (SDCtp), หินเคลย์ (Tmm), หินแกรนิต (Trm), ค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย และ ns=ไม่มีความแตกต่างกัน

7) การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน

การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยใช้ผลการวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable potassium) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchange Capacity) และอัตราร้อยละความอิ่มตัวด้วยเบส (%Base Saturation) เป็นตัวชี้วัดหลักในการจำแนก พบว่า ดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินที่แตกต่างกันที่ระดับความลึก 0-15 cm หินเคลย์ (Tmm) มีความอุดมสมบูรณ์ในระดับต่ำถึงปานกลาง หินดินดาน (SDCtp) และหินแกรนิต (Trm) มีความอุดมสมบูรณ์ในระดับปานกลาง และหินฟิลไลต์ (SD) มีความอุดมสมบูรณ์ในระดับปานกลางถึงสูง ส่วนดินที่ระดับความลึก 15-30 cm พบว่า หินฟิลไลต์ (SD), หินดินดาน (SDCtp), หินเคลย์ (Tmm) และหินแกรนิต (Trm) มีความอุดมสมบูรณ์ในระดับต่ำถึงปานกลาง (ตารางที่ 11)

จากการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ธรณีที่แตกต่างกัน พบว่า ดินมีความอุดมสมบูรณ์ในระดับปานกลางถึงสูง ยกเว้นธรณีหินเคลย์ (Tmm) มีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำถึงปานกลาง เนื่องจากปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในระดับต่ำ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ยังมีความสัมพันธ์กับปริมาณอินทรียวัตถุโดยอยู่ในรูปฟอสเฟตอินทรีย์ ซึ่งความแตกต่างของระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างกันของการจัดการ และการใช้ประโยชน์

ที่ดินในแต่ละพื้นที่ (มลิสา และคณะ, 2559) ทำให้เกิดความเสื่อมโทรมของดินและความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ลดน้อยลง (อรรจน์, 2549) ควรมีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมด้วยกับการเติมอินทรียวัตถุจำพวกปุ๋ยพืชสด โดยเฉพาะพืชตระกูลถั่วบางชนิดที่มีระบบรากลึก เมื่อมีการไถกลบจะช่วยเพิ่มธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมให้สูงขึ้นด้วย (บรรณพิชญ์, 2551)

ตารางที่ 11 ความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ปลูกกระเทียม

ลำดับที่	ชั้นดิน (cm)	OM (%)		Avail.P (.....mg kg^{-1}.....)		Exch.K (.....mg kg^{-1}.....)		CEC (cmol kg^{-1})		BS (%)		คะแนนรวม	ระดับความอุดมสมบูรณ์
1	0-15	2.43	(2)	5.49	(1)	135.20	(3)	4.65	(1)	69.06	(2)	9	M
SD	15-30	1.97	(2)	2.38	(1)	115.35	(3)	6.20	(1)	60.60	(2)	9	M
2	0-15	2.42	(2)	16.91	(2)	144.05	(3)	6.87	(1)	98.98	(3)	11	M
SD	15-30	1.39	(1)	9.17	(1)	95.35	(3)	7.60	(1)	83.32	(3)	9	M
3	0-15	2.33	(2)	6.77	(1)	102.90	(3)	6.43	(1)	64.53	(2)	9	M
SD	15-30	1.24	(1)	4.32	(1)	98.45	(3)	4.53	(1)	97.97	(3)	9	M
4	0-15	2.17	(2)	12.90	(2)	127.80	(3)	6.06	(1)	66.88	(2)	10	M
Trm	15-30	1.37	(1)	5.12	(1)	82.03	(2)	5.43	(1)	72.61	(2)	7	L
5	0-15	2.27	(2)	12.26	(2)	93.28	(3)	7.45	(1)	73.62	(2)	10	M
Trm	15-30	1.89	(2)	8.29	(1)	64.65	(2)	6.78	(1)	76.93	(3)	9	M
6	0-15	2.97	(2)	9.78	(1)	87.25	(3)	7.54	(1)	62.60	(2)	9	M
SDCtp	15-30	1.52	(2)	4.69	(1)	85.83	(2)	7.80	(1)	64.75	(2)	8	M
7	0-15	2.72	(2)	12.48	(2)	107.43	(3)	7.60	(1)	58.97	(2)	10	M
SDCtp	15-30	1.69	(2)	5.24	(1)	79.53	(2)	8.34	(1)	64.79	(2)	8	M
8	0-15	1.61	(2)	16.04	(2)	179.15	(3)	8.70	(1)	48.71	(2)	10	M
Tmm	15-30	1.58	(2)	11.52	(2)	151.18	(3)	9.20	(1)	45.21	(2)	10	M
9	0-15	2.69	(2)	13.60	(2)	112.08	(3)	6.00	(1)	65.67	(2)	10	M
Tmm	15-30	1.51	(2)	10.74	(2)	178.26	(3)	9.50	(1)	51.89	(2)	10	M
10	0-15	3.29	(2)	14.78	(2)	157.24	(3)	9.70	(1)	59.08	(2)	10	M
SDCtp	15-30	2.35	(2)	13.32	(2)	104.68	(3)	7.50	(1)	73.10	(2)	10	M
11	0-15	2.42	(2)	13.86	(2)	78.67	(3)	6.50	(1)	92.27	(3)	11	M
SD	15-30	2.20	(2)	10.24	(2)	60.38	(2)	5.40	(1)	89.47	(3)	10	M
12	0-15	3.76	(3)	17.64	(2)	174.86	(3)	13.50	(2)	55.98	(2)	12	M
SD	15-30	2.59	(2)	11.15	(2)	186.71	(3)	8.70	(1)	83.43	(3)	11	M
13	0-15	3.86	(3)	37.76	(3)	146.38	(3)	4.50	(1)	79.99	(3)	13	H
SD	15-30	2.69	(2)	30.23	(3)	143.23	(3)	6.90	(1)	71.00	(2)	11	M
14	0-15	2.55	(2)	18.74	(2)	93.55	(3)	9.40	(1)	87.82	(3)	11	M
SD	15-30	1.88	(2)	15.93	(2)	141.58	(3)	8.70	(1)	92.88	(3)	11	M
15	0-15	2.15	(2)	21.34	(2)	81.39	(3)	5.20	(1)	97.53	(3)	11	M
Tmm	15-30	1.98	(2)	18.38	(2)	134.14	(3)	8.10	(1)	79.00	(3)	11	M
16	0-15	2.35	(2)	13.49	(2)	118.62	(3)	9.70	(1)	58.14	(2)	10	M

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ลำดับที่	ชั้นดิน (cm)	OM (%)		Avail.P (mg kg^{-1})		Exch.K (mg kg^{-1})		CEC (cmol kg^{-1})		BS (%)		คะแนนรวม	ระดับความอุดมสมบูรณ์
SDCtp	15-30	1.95	(2)	9.34	(1)	232.15	(3)	8.50	(1)	58.12	(2)	9	M
17	0-15	2.65	(2)	9.34	(1)	101.67	(3)	10.70	(2)	39.05	(2)	10	M
Tmm	15-30	1.61	(2)	7.80	(1)	63.29	(3)	12.60	(2)	37.60	(2)	9	M
18	0-15	3.09	(2)	9.49	(1)	138.90	(3)	13.70	(2)	35.41	(2)	10	M
Tmm	15-30	2.72	(2)	9.86	(1)	120.66	(3)	12.70	(2)	50.86	(2)	10	M
19	0-15	2.65	(2)	23.01	(2)	224.54	(3)	9.60	(1)	48.32	(2)	10	M
SD	15-30	1.51	(2)	17.56	(2)	168.86	(3)	15.30	(2)	29.71	(1)	10	M
20	0-15	2.02	(2)	7.71	(1)	116.75	(3)	6.60	(1)	61.77	(2)	9	M
SDCtp	15-30	1.44	(1)	3.63	(1)	77.52	(2)	7.00	(1)	84.96	(3)	8	M
21	0-15	2.35	(2)	17.60	(2)	191.05	(3)	8.90	(1)	70.97	(2)	10	M
SD	15-30	1.61	(2)	12.35	(2)	130.61	(3)	6.60	(1)	80.93	(3)	11	M
22	0-15	3.86	(3)	11.82	(2)	293.48	(3)	16.90	(2)	28.67	(1)	11	M
SD	15-30	2.69	(2)	11.71	(2)	247.32	(3)	16.80	(2)	28.97	(1)	10	M
23	0-15	1.98	(2)	16.67	(2)	193.98	(3)	11.00	(2)	44.37	(2)	11	M
SD	15-30	1.75	(2)	15.93	(2)	123.89	(3)	11.10	(2)	49.48	(2)	11	M
24	0-15	2.49	(2)	14.33	(2)	264.83	(3)	8.50	(1)	82.51	(3)	11	M
SD	15-30	2.02	(2)	12.58	(2)	219.53	(3)	14.00	(2)	41.22	(2)	11	M
25	0-15	1.68	(2)	5.71	(1)	105.49	(3)	5.80	(1)	90.34	(3)	10	M
SD	15-30	1.65	(2)	4.00	(1)	91.34	(3)	8.60	(1)	49.45	(2)	9	M
26	0-15	1.74	(2)	6.69	(1)	106.45	(3)	7.60	(1)	83.88	(3)	10	M
SDCtp	15-30	1.34	(1)	4.36	(1)	60.00	(1)	7.16	(1)	86.16	(3)	7	L
27	0-15	2.35	(2)	11.45	(2)	72.18	(2)	6.43	(1)	86.28	(3)	10	M
SD	15-30	1.72	(2)	8.94	(1)	70.93	(2)	8.46	(1)	67.23	(2)	8	M
28	0-15	2.58	(2)	7.60	(1)	92.78	(3)	9.43	(1)	67.05	(2)	9	M
SD	15-30	2.07	(2)	3.21	(1)	71.30	(2)	8.40	(1)	77.91	(3)	9	M
29	0-15	2.25	(2)	17.37	(2)	128.02	(3)	12.62	(2)	45.23	(2)	11	M
SD	15-30	1.34	(1)	12.93	(2)	80.46	(2)	7.98	(1)	81.17	(3)	9	M
30	0-15	1.98	(2)	18.67	(2)	134.69	(3)	12.20	(2)	36.98	(2)	11	M
SD	15-30	1.88	(2)	16.78	(2)	89.26	(2)	12.80	(2)	45.77	(2)	10	M
31	0-15	2.69	(2)	10.79	(2)	153.35	(3)	8.60	(1)	65.05	(2)	10	M
SD	15-30	2.22	(2)	10.64	(2)	57.59	(1)	6.50	(1)	53.22	(2)	8	M
32	0-15	1.32	(1)	6.57	(1)	84.88	(2)	7.40	(1)	68.38	(2)	7	L
SD	15-30	1.31	(1)	3.60	(1)	67.70	(2)	8.42	(1)	60.16	(2)	7	L
33	0-15	1.80	(2)	10.95	(2)	121.73	(3)	8.40	(1)	76.47	(3)	11	M
SD	15-30	1.50	(1)	6.21	(1)	93.80	(3)	8.53	(1)	75.78	(3)	9	M
34	0-15	2.56	(2)	15.12	(2)	166.35	(3)	10.78	(2)	53.90	(2)	11	M
SD	15-30	1.39	(1)	8.20	(1)	86.48	(2)	7.34	(1)	70.23	(2)	7	L

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ลำดับที่	ชั้นดิน (cm)	OM (%)		Avail.P		Exch.K		CEC		BS		คะแนนรวม	ระดับความอุดมสมบูรณ์
				(.....mg kg^{-1}.....)				(cmol kg^{-1})		(%)			
35	0-15	3.02	(2)	12.12	(2)	151.27	(3)	11.60	(2)	63.32	(2)	11	M
SD	15-30	2.45	(2)	10.48	(2)	117.70	(3)	8.50	(1)	73.67	(2)	10	M
36	0-15	1.57	(2)	13.21	(2)	94.32	(3)	12.53	(2)	40.07	(2)	11	M
SD	15-30	1.43	(1)	10.12	(2)	68.33	(2)	10.36	(2)	41.27	(2)	9	M
37	0-15	1.95	(2)	21.43	(2)	110.30	(3)	10.43	(2)	52.46	(2)	11	M
SD	15-30	1.62	(2)	12.31	(2)	98.50	(3)	6.43	(1)	87.39	(3)	11	M
38	0-15	1.94	(2)	12.62	(2)	121.80	(3)	6.06	(1)	96.88	(3)	11	M
Trm	15-30	1.26	(1)	8.16	(1)	81.93	(2)	9.78	(1)	42.50	(2)	7	L
39	0-15	2.22	(2)	17.56	(2)	173.38	(3)	6.30	(1)	91.79	(3)	11	M
SD	15-30	1.68	(2)	15.19	(2)	117.63	(3)	10.60	(2)	45.26	(2)	11	M

หมายเหตุ: หินฟิลไลต์ (SD), หินดินดาน (SDCtp), หินเคลย์ (Tmm), หินแกรนิต (Trm), OM = ปริมาณอินทรียวัตถุ, Avail. P = ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์, Exch.K = ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้, CEC = ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก, %BS = อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส, L=ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ, M=ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง, H=ความอุดมสมบูรณ์สูง, สำหรับวิธีคิดระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินใช้วิธีการให้คะแนน ดังนี้ (1) ถ้าผลรวมคะแนนทั้งหมด ≤7 ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (2) ถ้าผลรวมคะแนนทั้งหมดอยู่ระหว่าง 8-12 ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง (3) ถ้าผลรวมคะแนนทั้งหมด ≥13 ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง

4.1.2 พื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกข้าวโพด

1) ปฏิกิริยาดิน (Soil reaction)

ผลการวิเคราะห์ปฏิกิริยาดินในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ ดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินต่างกัน พบว่า ที่ระดับความลึก 0-15 cm หินฟิลไลต์ (SD) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงกรดจัด มีค่าอยู่ในช่วง 4.36-5.47 หินดินดาน (SDCtp) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 6.03-7.09 หินเคลย์ (Tmm) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงด่างอ่อน มีค่าอยู่ในช่วง 5.94-7.63 และหินแกรนิต (Trm) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงกรดเล็กน้อย มีค่าอยู่ในช่วง 5.81-6.52 จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) ส่วนดินที่ระดับความลึก 15-30 cm พบว่า หินฟิลไลต์ (SD) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดเล็กน้อย มีค่าอยู่ในช่วง 4.58-6.10 หินดินดาน (SDCtp) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 6.14-7.30 หินเคลย์ (Tmm) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 6.06-7.26 และหินแกรนิต (Trm) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงกรดเล็กน้อย มีค่าอยู่ในช่วง 5.76-6.37 จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) (ตารางที่ 12)

หินเคลย์ (Tmm) มีเนื้อปูนผสม หินฟิลไลต์ (SD) หินแกรนิต (Trm) และหินดินดาน (SDCtp) องค์ประกอบของธรณีข้างต้นมีองค์ประกอบแร่จำพวก ควอตซ์ ไบโอไทต์ และมัสโคไวต์ (เพียงตา, 2551) ลักษณะทางจุลสัณฐานวิทยาของดินที่พบแร่ควอตซ์เป็นองค์ประกอบหลักจะมีอนุภาคหยาบ คงทนต่อการสลายตัวสูง ไม่มีผลต่อการดูดซับธาตุอาหารพวกประจุบวกของพืช และสมบัติทางกายภาพของดินมีลักษณะเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย ทำให้ดินมีความร่วน มีการระบายน้ำดี เกิดการชะละลายพวกธาตุประจุบวกง่าย ทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างดินลดลง (สิทธานต์, 2551) ส่วนดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินที่มีเนื้อปูนผสม มีลักษณะของดินที่มีปฏิกิริยาดินสูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ โดยมีธาตุแคลเซียม และแมกนีเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบหลัก และเกี่ยวข้องกับกระบวนการแคลซิฟิเคชัน (Calcification) ทำให้เกิดการสะสมในพื้นที่ (นันทิตา และคณะ, 2555) ตามลักษณะดินข้างต้น พบว่า ดินมีค่าความเป็นกรดในธรณีที่มีเนื้อปูนผสมเนื่องจากสอดคล้อง (Zhao et al., 2020) ได้ศึกษา สภาพของกรดที่ช่วยเร่งการปลดปล่อยไอออนบวกจากหินสีม่วงทางตะวันตกเฉียงใต้ของจีน ศึกษาในหินดินดานและหินทราย เป็นการจำลองเพื่อศึกษาลักษณะความเป็นกรดของฝนในการปลดปล่อยประจุบวกออกมา ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณไอออนบวกทั้งหมดที่ปล่อยออกมาจากหินทรายและหินดินดาน ที่ทำการศึกษาจะเพิ่มขึ้นเมื่อ pH ลดลง ที่ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญ $p<0.05$ โดยที่ Ca^{2+} เป็นไอออนบวกที่ปล่อยออกมามากที่สุด โดยปริมาณ Ca^{2+} เฉลี่ยคิดเป็น 49.80% ในขณะที่ Na^{+} คิดเป็น 33.14%, Mg^{2+} 10.96% และ K^{+} 6.09% สำหรับหินทั้ง

สองชนิด เมื่อมีการผุพังทางเคมีของหินและแร่จะมีการปลดปล่อยแคตไอออนต่าง ๆ ออกมา และในพื้นที่มีปริมาณน้ำฝนเพียงพอแคตไอออนจะถูกชะละลายหายไปจากดิน ในดินเขตร้อนและชุ่มชื้นที่มีปริมาณฝนมากพอจะมีการชะละลายสูง เช่น พื้นที่ลาดชัน ทำให้ร้อยละการอิ่มตัวด้วยกรดสูงขึ้น สภาพความเป็นกรดของดินจึงสูง (ไพบูลย์, 2546)

ตารางที่ 12 ปฏิกิริยาดินในพื้นที่ปลูกข้าวโพด

พารามิเตอร์	ชั้นดิน (cm)	วัตถุต้นกำเนิดดิน				f-test
		SD	SDCtp	Tmm	Trm	
pH	0-15	4.96±0.34	6.57±0.43	6.54±0.46	6.18±0.28	*
	15-30	5.30±0.43	6.83±0.50	6.64±0.30	6.08±0.29	*
n		13	3	12	4	

หมายเหตุ: pH ปฏิกิริยาดิน, หินฟิลไลต์ (SD), หินดินดาน (SDCtp), หินเคลย์ (Tmm), หินแกรนิต (Trm), ค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย และ *=มีความแตกต่างกัน

2) ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic matter)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ ดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินต่างกัน พบว่า ที่ระดับความลึก 0-15 cm หินฟิลไลต์ (SD) มีปริมาณอินทรียวัตถุปานกลางถึงค่อนข้างสูง มีค่าอยู่ในช่วง 1.52-3.376% หินดินดาน (SDCtp) มีปริมาณอินทรียวัตถุปานกลางถึงค่อนข้างสูง มีค่าอยู่ในช่วง 1.68-2.82% หินเคลย์ (Tmm) มีปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูง มีค่าอยู่ในช่วง 1.08-3.29% หินแกรนิต (Trm) มีปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 1.19-1.86% จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยหินดินดาน (SDCtp) มีปริมาณอินทรียวัตถุมากที่สุด มีค่าอยู่ที่ 2.27±0.46% รองมาได้แก่ หินเคลย์ (Tmm) และหินฟิลไลต์ (SD) มีค่าอยู่ที่ 2.22±0.67% และ 2.18±0.44% ตามลำดับ และหินแกรนิต (Trm) มีปริมาณอินทรียวัตถุน้อยที่สุด มีค่าอยู่ที่ 1.76±0.57% ส่วนดินที่ระดับความลึก 15-30 cm หินฟิลไลต์ (SD) มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำมากถึงปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 0.26-2.42% หินดินดาน (SDCtp) มีปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 1.19-2.07% หินเคลย์ (Tmm) มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำมากถึงค่อนข้างสูง มีค่าอยู่ในช่วง 0.46-2.64% และหินแกรนิต (Trm) มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำถึงปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 0.85-1.67% จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยหินดินดาน (SDCtp) มีปริมาณอินทรียวัตถุมากที่สุด มีค่าอยู่ที่ 1.61±0.36% รองมาได้แก่ หินเคลย์ (Tmm) และหินแกรนิต (Trm) มีค่าอยู่ที่ 1.54±0.54% และ 1.36±0.32% ตามลำดับ และหินฟิลไลต์ (SD) มีปริมาณอินทรียวัตถุน้อยที่สุด มีค่าอยู่ที่ 1.31±0.55% (ตารางที่ 13)

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณของอินทรียวัตถุ ประกอบด้วย 1. ลักษณะพืชพรรณ 2. สภาพภูมิอากาส 3. สภาพภูมิประเทศ 4. วัตถุต้นกำเนิดดิน ความลึกของดิน เนื้อดิน ชนิดของแร่ในดิน และปริมาณธาตุอาหารในดิน จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชซึ่งส่งผลต่อปริมาณอินทรียวัตถุ และ 5. เวลาจะมีผลต่อพัฒนาการของดินและพืช การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศ (บุญเดี่ยว, 2553) ส่วนใหญ่ปริมาณอินทรียวัตถุบนสูงกว่าดินล่าง เนื่องจากการผุพังสลายตัวของเศษซากอินทรีย์ที่สะสมอยู่ในดิน และชิ้นส่วนที่สลายตัวหลงเหลือจาก การทำการเกษตร ตลอดจนรากพืชที่ขึ้นมาอยู่บนผิวดินเมื่อสลายตัวจึงทำให้มีการสะสมอินทรียวัตถุในดินบน (Quideau, 2002) การที่ปริมาณอินทรียวัตถุบนมีค่าสูงกว่าในดินล่างเป็นผลมาจากการทับถมของเศษซากพืช ทำให้อินทรียวัตถุสะสมอยู่บนชั้นดินบน ส่วนดินล่างอินทรียสารมีโอกาสลงไปสะสมอยู่น้อย เนื่องจากอัตราการย่อยสลายของปริมาณอินทรียสารในดินบนเป็นไปอย่างรวดเร็ว ทำให้การชะละลายลงไปสะสมในดินล่างเกิดขึ้นได้น้อย จึงส่งผลทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุล่างต่ำกว่าในดินบน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ดินล่างมีการสะสมของชิ้นส่วนพืชน้อยกว่าจึงมีการสะสมของดินทรียวัตถุน้อยกว่า รวมถึงการใช้ที่ดินและการจัดการดินมีส่วนทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน การใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกไม้ผลหรือไม้ยืนต้นทำให้มีการทับถมของเศษกิ่งไม้ ใบไม้จึงทำให้มีปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างสูงถึงสูง (มลิสา และคณะ, 2559)

ตารางที่ 13 ปริมาณอินทรียวัตถุในพื้นที่ปลูกข้าวโพด

พารามิเตอร์	ชั้นดิน	วัตถุต้นกำเนิดดิน				f-test
	(cm)	SD	SDCtp	Tmm	Trm	
OM	0-15	2.18±0.44	2.27±0.46	2.22±0.67	1.76±0.57	ns
(%)	15-30	1.31±0.55	1.61±0.36	1.54±0.54	1.36±0.32	ns
n		13	3	12	4	

หมายเหตุ: OM ปริมาณอินทรียวัตถุ, หินฟิลไลต์ (SD), หินดินดาน (SDCtp), หินเคลย์ (Tmm), หินแกรนิต (Trm), ค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย และ ns=ไม่มีความแตกต่างกัน

3) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ ดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินต่างกัน พบว่า ที่ระดับความลึก 0-15 cm หินฟิลไลต์ (SD) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำถึงสูง มีค่าอยู่ในช่วง 4.86-38.73 mg kg^{-1} หินดินดาน (SDCtp) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ค่อนข้างต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 8.41-9.70 mg kg^{-1} หินเคลย์ (Tmm) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ค่อนข้างต่ำถึงสูง มีค่าอยู่ในช่วง 6.17-31.91 mg kg^{-1} และหินแกรนิต (Trm) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำถึงค่อนข้างสูง มีค่าอยู่ในช่วง 5.28-18.85 mg kg^{-1} จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยหินฟิลไลต์ (SD)

มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากที่สุด มีค่าอยู่ที่ 14.27±8.28 mg kg^{-1} รองมาได้แก่ หินเคลย์ (Tmm) และหินแกรนิต (Trm) มีค่าอยู่ที่ 12.07±6.80 และ 11.40±4.84 mg kg^{-1} ตามลำดับ และหินดินดาน (SDCtp) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์น้อยที่สุด มีค่าอยู่ที่ 8.97±0.54 mg kg^{-1} ส่วนดินที่ระดับความลึก 15-30 cm หินฟิลไลต์ (SD) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำถึงค่อนข้างสูง มีค่าอยู่ในช่วง 3.14-17.38 mg kg^{-1} หินดินดาน (SDCtp) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำถึงค่อนข้างต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 5.62-6.39 mg kg^{-1} หินเคลย์ (Tmm) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำถึงปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 3.10-10.48 mg kg^{-1} และหินแกรนิต (Trm) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำถึงค่อนข้างต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 3.61-7.76 mg kg^{-1} จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยหินฟิลไลต์ (SD) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากที่สุด มีค่าอยู่ที่ 7.40±3.98 mg kg^{-1} รองมาได้แก่ หินเคลย์ (Tmm) และหินดินดาน (SDCtp) มีค่าอยู่ที่ 6.51±2.11 และ 5.88±0.36 mg kg^{-1} ตามลำดับ และหินแกรนิต (Trm) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์น้อยที่สุด มีค่าอยู่ที่ 5.76±1.54 (ตารางที่ 14)

ดินที่มีคาร์บอเนตสูงทำให้ค่าปฏิกิริยาดินสูง ส่งผลให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารลดลง (Pearce et al., 1999) โดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัสซึ่งทำปฏิกิริยากับแคลเซียมและแมกนีเซียม ซึ่งเป็นสารประกอบฟอสเฟตที่ไม่ละลาย (Mortvedt et al., 1999) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยน์สูงเป็นผลจากการตกค้างจากวัตถุต้นกำเนิด ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำเนื่องจากบางพื้นที่เกิดความไม่สม่ำเสมอของวัตถุต้นกำเนิดดิน (Zhuan-xi et al., 2009) และในดินที่มีค่าปฏิกิริยาดินสูง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีความสัมพันธ์กับปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนต ฟอสฟอรัสสามารถตกตะกอนกับแคลเซียมคาร์บอเนตกลายเป็นแคลเซียมฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ยาก พืชไม่สามารถนำไปใประโยชน์ได้ (Halajnia et al., 2009) ปริมาณฟอสฟอรัสในบริเวณพื้นที่ที่ธรณีต่างกัน เนื่องจากในพื้นที่มีการปลูกพืช และใช้ปุ๋ยอย่างต่อเนื่อง ทำให้ฟอสฟอรัสตกค้างในดินปริมาณสูง (ภาณุวัชร และคณะ, 2561)

ตารางที่ 14 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในพื้นที่ปลูกข้าวโพด

พารามิเตอร์	ชั้นดิน (cm)	วัตถุต้นกำเนิดดิน				f-test
		SD	SDCtp	Tmm	Trm	
Avai.P	0-15	14.27±8.28	8.97±0.54	12.07±6.80	11.40±4.84	ns
(mg kg^{-1})	15-30	7.40±3.98	5.88±0.36	6.51±2.11	5.76±1.54	ns
n		13	3	12	4	

หมายเหตุ: Avai.P ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์, หินฟิลไลต์ (SD), หินดินดาน (SDCtp), หินเคลย์ (Tmm), หินแกรนิต (Trm), ค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย และ ns=ไม่มีความแตกต่างกัน

4) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable potassium)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ ดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินต่างกัน พบว่า ที่ระดับความลึก 0-15 cm หินฟิลไลต์ (SD) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำถึงสูงมาก มีค่าอยู่ในช่วง 37.55-182.38 mg kg^{-1} หินดินดาน (SDCtp) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง มีค่าอยู่ในช่วง 99.13-116.88 mg kg^{-1} หินเคลย์ (Tmm) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำถึงสูงมาก มีค่าอยู่ในช่วง 37.25-227.33 mg kg^{-1} และหินแกรนิต (Trm) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลางถึงสูงมาก มีค่าอยู่ในช่วง 83.15-175.65 mg kg^{-1} จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยหินแกรนิต (Trm) มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากที่สุด มีค่าอยู่ที่ 122.78±3.48 mg kg^{-1} รองมาได้แก่ หินฟิลไลต์ (SD) และหินเคลย์ (Tmm) มีค่าอยู่ที่ 111.10±40.10 และ 106.82±43.90 mg kg^{-1} ตามลำดับ และหินดินดาน (SDCtp) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้น้อยที่สุด มีค่าอยู่ที่ 106.07±7.74 mg kg^{-1} ส่วนดินที่ระดับความลึก 15-30 cm หินฟิลไลต์ (SD) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำมากถึงสูง มีค่าอยู่ในช่วง 29.00-115.23 mg kg^{-1} หินดินดาน (SDCtp) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 65.00-88.73 mg kg^{-1} หินเคลย์ (Tmm) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำถึงสูงมาก มีค่าอยู่ในช่วง 39.65-143.45 mg kg^{-1} และหินแกรนิต (Trm) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลางถึงสูง มีค่าอยู่ในช่วง 64.83-127.88 mg kg^{-1} จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยหินแกรนิต (Trm) มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากที่สุด มีค่าอยู่ที่ 91.62±22.99 mg kg^{-1} รองมาได้แก่ หินเคลย์ (Tmm) และหินดินดาน (SDCtp) มีค่าอยู่ที่ 76.40±27.71 และ 76.00±9.76 mg kg^{-1} ตามลำดับ และหินฟิลไลต์ (SD) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้น้อยที่สุด มีค่าอยู่ที่ 75.17±21.01 mg kg^{-1} (ตารางที่ 15)

ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าสูงอาจเนื่องมาจากการจัดการดินและปุ๋ยในการเพาะปลูกพืช ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าต่ำอาจเนื่องมาจากกระบวนการชะละลายทำให้ธาตุที่มีประจุบวกหายไปจากผิวดิน (Weil and Brady, 2017) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าไม่สม่ำเสมอหรือมีค่าลดลง ซึ่งดินบนส่วนใหญ่จะมีปริมาณโพแทสเซียมสูง และมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึก ในดินบนมีโพแทสเซียมในปริมาณที่สูงเนื่องมาจากผลตกค้างจากการใส่ปุ๋ย และดินบนมีปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างสูงทำให้มีความสามารถในการดูดซับแคตไอออนได้สูงโพแทสเซียมจึงยังเหลืออยู่ในดินมาก ประกอบกับดินมีเนื้อดินละเอียดซึ่งมีความสามารถในการจับธาตุอาหารได้ และการชะละลายไม่รุนแรงพอที่จะทำให้โพแทสเซียมออกไปจากดิน (Brady and Weil, 2008)

ตารางที่ 15 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในพื้นที่ปลูกข้าวโพด

พารามิเตอร์	ชั้นดิน (cm)	วัตถุต้นกำเนิดดิน				f-test
		SD	SDCtp	Tmm	Trm	
Exch.K	0-15	111.10±40.10	106.07±7.74	106.82±43.90	122.78±33.48	ns
(mg kg^{-1})	15-30	75.17±21.01	76.00±9.76	76.40±27.71	91.62±22.99	ns
n		13	3	12	4	

หมายเหตุ: Exch.K ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้, หินฟิลไลต์ (SD), หินดินดาน (SDCtp), หินเคลย์ (Tmm), หินแกรนิต (Trm), ค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย และ ns=ไม่มีความแตกต่างกัน

5) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchange Capacity)

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ ดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินต่างกัน พบว่า ที่ระดับความลึก 0-15 cm หินฟิลไลต์ (SD) มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำถึงปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 4.30-11.34 cmol kg^{-1} หินดินดาน (SDCtp) มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 8.32-9.43 cmol kg^{-1} หินเคลย์ (Tmm) มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำถึงค่อนข้างสูง มีค่าอยู่ในช่วง 3.34-15.43 cmol kg^{-1} และหินแกรนิต (Trm) มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 6.53-9.84 cmol kg^{-1} จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยหินดินดาน (SDCtp) มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกมากที่สุด มีค่าอยู่ที่ 8.93±0.46 cmol kg^{-1} รองมาได้แก่ หินแกรนิต (Trm) และหินเคลย์ (Tmm) มีค่าอยู่ที่ 8.44± 1.26 และ 8.10± 2.85 cmol kg^{-1} ตามลำดับ และหินฟิลไลต์ (SD) มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกน้อยที่สุด 7.52±1.89 cmol kg^{-1} ส่วนดินที่ระดับความลึก 15-30 cm หินฟิลไลต์ (SD) มีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำถึงค่อนข้างต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 3.40-7.80 cmol kg^{-1} หินดินดาน (SDCtp) มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 5.80-7.70 cmol kg^{-1} หินเคลย์ (Tmm) มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 5.60-13.20 cmol kg^{-1} และหินแกรนิต (Trm) มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 6.00-7.80 cmol kg^{-1} จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) โดยหินเคลย์ (Tmm) มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกมากที่สุด มีค่าอยู่ที่ 8.01±1.88 cmol kg^{-1} รองมาได้แก่ หินแกรนิต (Trm) และหินดินดาน (SDCtp) มีค่าอยู่ที่ 7.22±0.72 และ 6.68±0.78 cmol kg^{-1} ตามลำดับ และหินฟิลไลต์ (SD) มีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกน้อยที่สุด 6.02±1.21 cmol kg^{-1} (ตารางที่ 16)

ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในดินบนสูงกว่าดินล่างอาจเนื่องมาจากดินบนมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงกว่าดินล่าง (วีคำ และคณะ, 2563) เนื่องจากในชั้นดินบนมีปริมาณอินทรียวัตถุที่สูงกว่าชั้นดินล่าง และอินทรียวัตถุมีประจุลบจำนวนมาก (พจนีย์, 2544)

ตารางที่ 16 ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในพื้นที่ปลูกข้าวโพด

พารามิเตอร์	ชั้นดิน (cm)	วัตถุต้นกำเนิดดิน				f-test
		SD	SDCtp	Tmm	Trm	
CEC	0-15	7.52±1.89	8.93±0.46	8.10±2.85	8.44±1.26	ns
(cmol kg^{-1})	15-30	6.02±1.21	6.68±0.78	8.01±1.88	7.22±0.72	*
n		13	3	12	4	

หมายเหตุ: CEC ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก, หินฟิลไลต์ (SD), หินดินดาน (SDCtp), หินเคลย์ (Tmm), หินแกรนิต (Trm), ค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย, ns=ไม่มีความแตกต่างกัน และ *=มีความแตกต่างกัน

6) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (%base saturation)

ผลการวิเคราะห์อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสของดินในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ ดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินต่างกัน พบว่า ที่ระดับความลึก 0-15 cm หินฟิลไลต์ (SD) มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสต่ำถึงสูง มีค่าอยู่ในช่วง 26.44-94.89% หินดินดาน (SDCtp) มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสปานกลางถึงสูง มีค่าอยู่ในช่วง 56.20-70.08% หินเคลย์ (Tmm) มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสต่ำถึงสูง มีค่าอยู่ในช่วง 34.48-99.78% และหินแกรนิต (Trm) มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสปานกลางถึงสูง มีค่าอยู่ในช่วง 55.83-80.90% จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) โดยหินเคลย์ (Tmm) มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสมากที่สุด 79.06±19.56% รองมาได้แก่ หินแกรนิต (Trm) และหินดินดาน (SDCtp) มีค่าอยู่ที่ 68.82±8.94 และ 62.95±5.67% ตามลำดับ และหินฟิลไลต์ (SD) มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสน้อยที่สุด มีค่าอยู่ที่ 55.50±18.74% ส่วนดินที่ระดับความลึก 15-30 cm หินฟิลไลต์ (SD) มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสปานกลางถึงสูง มีค่าอยู่ในช่วง 39.44-94.68% หินดินดาน (SDCtp) มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสสูง มีค่าอยู่ในช่วง 78.60-97.57% หินเคลย์ (Tmm) มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสปานกลางถึงสูง มีค่าอยู่ในช่วง 40.15-92.63% และหินแกรนิต (Trm) มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสปานกลางถึงสูง มีค่าอยู่ในช่วง 64.88-83.81% จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยหินดินดาน (SDCtp) มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสมากที่สุด 89.91±8.16% รองมาได้แก่ หินเคลย์ (Tmm) และหินแกรนิต (Trm) มีค่าอยู่ที่ 76.76±13.44 และ 71.28±7.36% ตามลำดับ และหินฟิลไลต์ (SD) มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสน้อยที่สุด มีค่าอยู่ที่ 65.79±18.79% (ตารางที่ 17)

ความแตกต่างของค่าอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสในแต่ละพื้นที่เกิดจากการทำเกษตรอย่างต่อเนื่อง ซึ่งได้รับอิทธิพลจากการจัดการดินและปุ๋ยในการปลูกพืช และปริมาณอินทรียวัตถุมีผลต่อค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน เนื่องจากอินทรียวัตถุมีประจุลบทำให้สามารถดูดยึดประจุบวกไว้ได้ (ยุพเยาว์, 2552) โดยบริเวณที่มีค่าอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสสูงกว่าร้อยละ 35 เนื่องจากการชะละลายยังไม่มากพอ ทำให้ธาตุที่เป็นด่างสะสมอยู่ในชั้นหน้าตัดดิน ซึ่งแนวโน้มระหว่างค่าการอิ่มตัวด้วยประจุบวกกับความลึกของดินที่มีความผันแปรบางบริเวณเพิ่มขึ้น และบางบริเวณลดลงตามความลึกของดิน อาจเนื่องมาจากอิทธิพลการชะละลายที่ไม่รุนแรงมากพอ และมีการชะละลายที่ไม่สม่ำเสมอในหน้าตัดดิน (พชร, 2561) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสต่ำกว่า 35 แสดงให้เห็นว่าดินนี้มีพัฒนาการค่อนข้างสูงถึงสูง ผ่านกระบวนการชะล้างมามาก ทำให้แคตไอออนที่เป็นเบสเหลือในดินอยู่น้อย การที่ดินมีปริมาณอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสต่ำแสดงว่าดินมีพัฒนาการตัวสูง ดินมีแร่ดินเหนียวที่มีกิจกรรมต่ำ มีการดูดซับแคตไอออนน้อย ทำให้ดินถูกชะละลายแคตไอออนไปจากผิวดินได้ง่าย (Boul et al., 2011) ส่วนในพื้นที่ที่มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสมากกว่า 35 แสดงว่าดินมีการชะล้างไม่เต็มที่ ทำให้ดินยังคงมีธาตุที่เป็นด่างเหลืออยู่มาก (กนกนิภา และคณะ, 2562)

ตารางที่ 17 อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสในพื้นที่ปลูกข้าวโพด

พารามิเตอร์	ชั้นดิน (cm)	วัตถุต้นกำเนิดดิน				f-test
		SD	SDCtp	Tmm	Trm	
BS	0-15	55.50±18.74	62.95±5.67	79.06±19.56	68.82±8.94	*
(%)	15-30	65.79±18.01	89.91±8.16	76.76±13.44	71.28±7.36	ns
n		13	3	12	4	

หมายเหตุ: %BS อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส, หินฟิลไลต์ (SD), หินดินดาน (SDCtp), หินเคลย์ (Tmm), หินแกรนิต (Trm), ค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย, *=มีความแตกต่างกัน และ ns=ไม่มีความแตกต่างกัน

7) การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน

การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยใช้ผลการวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic matter) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable potassium) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation exchange eapacity) และอัตราร้อยละความอิ่มตัวด้วยเบส (%base saturation) เป็นตัวชี้วัดหลักในการจำแนก พบว่า ดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินที่แตกต่างกันที่ระดับความลึก 0-15 cm หินฟิลไลต์ (SD) มีความอุดมสมบูรณ์ในระดับต่ำถึงปานกลาง หินดินดาน

(SDCtp), หินเคลย์ (Tmm) และหินแกรนิต (Trm) มีความอุดมสมบูรณ์ในระดับต่ำถึงปานกลาง ส่วนดินที่ระดับความลึก 15-30 cm พบว่า หินฟิลไลต์ (SD), หินดินดาน (SDCtp) และหินเคลย์ (Tmm) มีความอุดมสมบูรณ์ในระดับต่ำถึงปานกลาง หินแกรนิต (Trm) มีความอุดมสมบูรณ์ในระดับปานกลาง (ตารางที่ 18)

การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินตามเกณฑ์ของ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2523) อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง เนื่องจากมีปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก และอัตราร้อยละความอิ่มตัวด้วยเบสต่ำ ซึ่งเป็นข้อจำกัดหลักที่มีผลต่อระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินในบางพื้นที่มีข้อจำกัดในเรื่องของความชื้นสำหรับการปลูกพืชในเขตร้อน และมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ และดินเป็นกรด (ลาวรรณ์ และคณะ, 2556) โดยทั่วไปดินในเขตร้อนจะเป็นดินที่มีพัฒนาการสูง มีการชะละลายของธาตุอาหารต่าง ๆ ในดินสูง อัตราการสลายตัวของอินทรียวัตถุเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในสภาพอากาศร้อนชื้น ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (วีคำ และคณะ, 2563)

ตารางที่ 18 ความอุดมสมบูรณ์ในพื้นที่ปลูกข้าวโพด

ลำดับที่	ชั้นดิน (cm)	OM (%)		Avail.P (.....mg kg^{-1}.....)		Exch.K (.....mg kg^{-1}.....)		CEC (cmol kg^{-1})		BS (%)		คะแนนรวม	ระดับความอุดมสมบูรณ์
1	0-15	2.63	(2)	8.65	(1)	65.48	(2)	9.35	(1)	47.38	(2)	8	M
SD	15-30	1.34	(1)	3.17	(1)	68.48	(2)	7.53	(1)	57.44	(2)	7	L
2	0-15	1.73	(2)	17.26	(2)	122.80	(3)	4.30	(1)	94.89	(3)	11	M
SD	15-30	1.18	(1)	8.78	(1)	67.15	(2)	6.30	(1)	73.82	(2)	7	L
3	0-15	2.04	(2)	4.86	(1)	97.93	(3)	5.43	(1)	67.65	(2)	9	M
SD	15-30	1.67	(2)	3.14	(1)	67.25	(2)	5.20	(1)	70.03	(2)	8	M
4	0-15	2.17	(2)	14.41	(2)	121.85	(3)	6.49	(1)	68.77	(2)	10	M
SD	15-30	1.71	(2)	8.12	(1)	84.10	(2)	7.80	(1)	53.69	(2)	8	M
5	0-15	2.29	(2)	38.73	(3)	109.55	(3)	6.80	(1)	58.97	(2)	11	M
SD	15-30	1.29	(1)	17.38	(2)	83.83	(2)	5.80	(1)	91.28	(2)	8	M
6	0-15	2.32	(2)	18.85	(2)	182.38	(3)	6.25	(1)	79.42	(3)	11	M
SD	15-30	0.56	(1)	10.77	(2)	110.70	(3)	6.60	(1)	80.68	(2)	9	M
7	0-15	1.88	(2)	9.67	(1)	74.73	(2)	11.34	(2)	29.34	(1)	8	M
SD	15-30	0.26	(1)	4.06	(1)	65.13	(2)	5.63	(1)	44.17	(2)	7	L
8	0-15	1.98	(2)	9.75	(1)	80.55	(2)	6.40	(1)	26.44	(1)	7	L
SD	15-30	1.74	(2)	7.25	(1)	66.65	(2)	4.80	(1)	39.44	(2)	8	M
9	0-15	3.37	(2)	9.53	(1)	97.15	(3)	7.80	(1)	54.57	(2)	9	M

ตารางที่ 18 (ต่อ)

ลำดับที่	ชั้นดิน (cm)	OM (%)		Avail.P (mg kg^{-1})		Exch.K (mg kg^{-1})		CEC (cmol kg^{-1})		BS (%)		คะแนนรวม	ระดับความอุดมสมบูรณ์
SD	15-30	2.42	(2)	5.04	(1)	61.93	(2)	3.40	(1)	94.68	(2)	8	M
10	0-15	2.31	(2)	19.13	(2)	161.95	(3)	8.53	(1)	50.50	(2)	10	M
Trm	15-30	1.72	(2)	11.01	(2)	115.23	(3)	7.60	(1)	57.98	(2)	11	M
11	0-15	2.04	(2)	16.27	(2)	160.48	(3)	9.98	(1)	48.13	(2)	10	M
Trm	15-30	1.36	(1)	9.35	(1)	83.05	(2)	5.49	(1)	87.46	(2)	7	L
12	0-15	2.02	(2)	8.97	(1)	131.93	(3)	6.54	(1)	60.19	(2)	9	M
Tmm	15-30	1.01	(1)	3.71	(1)	74.70	2)	6.78	(1)	61.14	(2)	7	L
13	0-15	1.52	(2)	9.43	(1)	37.55	(1)	8.54	(1)	35.32	(2)	7	L
Tmm	15-30	0.82	(1)	4.37	(1)	29.00	(1)	5.34	(1)	43.42	(2)	6	L
14	0-15	1.68	(2)	8.79	(1)	102.20	(3)	9.04	(1)	70.08	(2)	9	M
SDCtp	15-30	1.19	(1)	6.39	(1)	65.00	(2)	6.54	(1)	97.57	(2)	7	L
15	0-15	2.82	(2)	8.41	(1)	99.13	(3)	9.43	(1)	62.58	(2)	9	M
Tmm	15-30	1.56	(2)	5.62	(1)	74.28	(2)	7.70	(1)	78.60	(2)	8	M
16	0-15	2.30	(2)	9.70	(1)	116.88	(3)	8.32	(1)	56.20	(2)	9	M
Tmm	15-30	2.07	(2)	5.62	(1)	88.73	(2)	5.80	(1)	93.55	(2)	8	M
17	0-15	1.29	(1)	6.17	(1)	117.00	(3)	6.52	(1)	99.31	(3)	9	M
Tmm	15-30	1.26	(1)	5.87	(1)	52.55	(1)	7.08	(1)	87.39	(2)	6	L
18	0-15	1.67	(2)	16.07	(2)	37.25	(1)	3.34	(1)	95.94	(3)	9	M
Tmm	15-30	1.00	(1)	7. 16	(1)	39.65	(1)	5.60	(1)	92.63	(2)	6	L
19	0-15	2.65	(2)	14.29	(2)	72.18	(2)	6.28	(1)	99.54	(3)	10	M
Tmm	15-30	1.68	(2)	7.88	(1)	81.08	(2)	7.34	(1)	85.22	(2)	8	M
20	0-15	1.77	(2)	7.26	(1)	88.18	(2)	7.54	(1)	76.40	(3)	9	M
Tmm	15-30	1.29	(1)	4.02	(1)	63.93	(2)	5.88	(1)	84.24	(2)	7	L
21	0-15	3.00	(2)	9.06	(1)	106.38	(3)	8.20	(1)	78.29	(3)	10	M
Tmm	15-30	2.25	(2)	5.97	(1)	61.95	(2)	8.92	(1)	72.19	(2)	8	M
22	0-15	1.08	(1)	10.32	(2)	125.18	(3)	10.43	2	52.87	(2)	10	M
SDCtp	15-30	2.87	(2)	15.68	(2)	227.33	(3)	8.43	(1)	79.91	(3)	11	M
23	0-15	0.46	(1)	6.21	(1)	81.75	(2)	6.98	(1)	76.77	(2)	7	L
Tmm	15-30	1.34	(1)	8.47	(1)	120.33	(3)	7.13	(1)	89.18	(2)	8	M
24	0-15	2.74	(2)	7.50	(1)	116.75	(3)	10.32	(2)	63.20	(2)	10	M
SDCtp	15-30	2.64	(2)	3.94	(1)	143.45	(3)	8.53	(1)	80.10	(2)	9	M
25	0-15	1.80	(2)	7.23	(1)	85.25	(2)	6.53	(1)	89.71	(3)	9	M
Tmm	15-30	1.61	(2)	3.10	(1)	63.78	(2)	8.90	(1)	66.94	(2)	8	M
26	0-15	3.29	(2)	31.91	(3)	92.01	(3)	6.74	(1)	99.78	(3)	12	M
SD	15-30	1.83	(2)	10.82	(2)	79.45	(2)	8.10	(1)	76.78	(2)	9	M
27	0-15	2.27	(2)	8.83	(1)	84.95	(2)	15.43	(2)	34.48	(1)	8	M
SD	15-30	1.61	(2)	6.31	(1)	65.43	(2)	13.20	(2)	40.15	(2)	9	M

ตารางที่ 18 (ต่อ)

ลำดับที่	ชั้นดิน (cm)	OM (%)		Avail.P (mg kg^{-1})		Exch.K (mg kg^{-1})		CEC (cmol kg^{-1})		BS (%)		คะแนนรวม	ระดับความอุดมสมบูรณ์
28	0-15	2.22	(2)	10.53	(2)	129.40	(3)	7.42	(1)	79.34	(3)	11	M
SD	15-30	1.46	(1)	8.36	(1)	63.40	(2)	8.40	(1)	69.47	(2)	7	L
29	0-15	1.34	(1)	18.85	(2)	120.00	(3)	6.53	(1)	70.85	(2)	9	M
SD	15-30	0.85	(1)	7.76	(1)	127.88	(3)	6.00	(1)	68.55	(2)	8	M
30	0-15	2.65	(2)	10.60	(2)	175.65	(3)	8.14	(1)	80.90	(3)	11	M
Trm	15-30	1.31	(1)	5.15	(1)	91.18	(3)	7.44	(1)	83.81	(2)	8	M
31	0-15	1.19	(1)	10.89	(2)	112.30	(3)	9.23	(1)	67.69	(2)	9	M
Trm	15-30	1.61	(2)	6.49	(1)	82.60	(2)	7.65	(1)	67.90	(2)	8	M
32	0-15	1.86	(2)	5.28	(1)	83.15	(2)	9.84	(1)	55.83	(2)	8	M
Tmm	15-30	1.67	(2)	3.61	(1)	64.83	(2)	7.80	(1)	64.88	(2)	8	M

หมายเหตุ: หินฟิลไลต์ (SD), หินดินดาน (SDCtp), หินเคลย์ (Tmm), หินแกรนิต (Trm), OM = ปริมาณอินทรียวัตถุ, Avail. P = ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์, Exch.K = ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้, CEC = ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก, %BS = อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส, L=ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ, M=ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง, สำหรับวิธีคิดระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินใช้วิธีการให้คะแนน ดังนี้ (1) ถ้าผลรวมคะแนนทั้งหมด ≤7 ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (2) ถ้าผลรวมคะแนนทั้งหมดอยู่ระหว่าง 8-12 ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง (3) ถ้าผลรวมคะแนนทั้งหมด ≥13 ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง

4.2 การประเมินความเหมาะสมของที่ดิน

4.2.1 พื้นที่ปลูกกระเทียม

ผลการประเมินความเหมาะสมของดินในพื้นที่ปลูกกระเทียมของสถานีเกษตรหลวงปางดะ จังหวัดเชียงใหม่ ในดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินต่างกัน จำนวน 39 แปลง พบว่า หินฟิลไลต์ (SD) มีพื้นที่ชั้นความเหมาะสมมาก (S1) 8 แปลง ชั้นความเหมาะสมปานกลาง (S2) 12 แปลง มีข้อจำกัดเรื่องความจุในการดูดยึดธาตุอาหาร (n) และสารพิษ (z) และชั้นความเหมาะสมน้อย (S3) 5 แปลง มีข้อจำกัดเรื่องสารพิษ (z) และศักยภาพการใช้เครื่องจักร (w) หินดินดาน (SDCtp) มีพื้นที่ชั้นความเหมาะสมมาก (S1) 3 แปลง ชั้นความเหมาะสมปานกลาง 1 แปลง มีข้อจำกัดศักยภาพการใช้เครื่องจักร (w) และชั้นความเหมาะสมน้อย 2 แปลง มีข้อจำกัดศักยภาพการใช้เครื่องจักร (w) หินเคลย์ (Tmm) มีพื้นที่ชั้นความเหมาะสมมาก (S1) 3 แปลง และชั้นความเหมาะสมปานกลาง (S2) 2 แปลง และหินแกรนิต (Trm) มีพื้นที่ชั้นความเหมาะสมมาก (S1) 2 แปลง และชั้นความเหมาะสมปานกลาง (S2) 1 แปลง มีข้อจำกัดศักยภาพการใช้เครื่องจักร (w) (ตารางที่ 19)

ข้อจำกัดเรื่องความจุในการดูดยึดธาตุอาหาร (n) พบในหินฟิลไลต์ (SD) เนื่องจากข้อจำกัดใช้ปัจจัยวินิจฉัยค่าความสามารถในแลกเปลี่ยนประจุบวกและอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสในดินล่าง ลักษณะเนื้อดินของหินฟิลไลต์ (SD) เป็นดินร่วนเหนียวปนทรายถึงร่วนเหนียว ลักษณะเนื้อดินมีอนุภาคทรายเป็นองค์ประกอบสูง มีอนุภาคดินเหนียวต่ำส่งผลต่อความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในดิน เนื่องจากอนุภาคดินเหนียวเป็นอนินทรีย์วัตถุที่มีคุณสมบัติเป็นประจุลบ เมื่ออนุภาคดินเหนียวต่ำทำให้ธาตุประจุบวกเกิดการชะละลายออกจากหน้าตัดดินได้ง่าย (วรางคณา, 2550) ข้อจำกัดศักยภาพการใช้เครื่องจักร (w) พบในหินฟิลไลต์ (SD) หินดินดาน (SDCtp) และหินแกรนิต (Trm) ข้อจำกัดใช้ปัจจัยวินิจฉัยค่าความลาดชัน เนื่องจากสภาพพื้นศึกษาที่ส่วนใหญ่เป็นลูกคลื่นลอนชันกับพื้นที่ลาดชันสูง มีผลง่ายต่อการชะล้างพังทลายของดินทำให้สูญเสียผิวหน้าดินออกจากพื้นที่ (ขรรค์ชัย, 2563) ส่งผลต่อข้อจำกัดสารพิษ (z) พบในหินฟิลไลต์ (SD) ข้อจำกัดใช้ปัจจัยวินิจฉัยค่าปฏิกิริยาดิน ลักษณะเนื้อดินอนุภาคทรายเป็นองค์ประกอบสูงง่ายต่อชะล้างพังทลายของดินทำให้ปริมาณธาตุอาหารประจุบวกในดินสูญเสียไปกับหน้าดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2563) และการชะละลายไอออนบวกที่เป็นด่างออกไปจากหน้าตัดดินจากฝน ทำให้เกิดการสะสมไฮโดรเจนไอออนที่ผิวอนุภาคดินเหนียวในปริมาณมาก (ณัฐพล, 2553)

ตารางที่ 19 ประเมินความเหมาะสมในพื้นที่ปลูกกระเทียม

วัตถุต้นกำเนิดดิน	ชั้นความเหมาะสม			
	S1	S2	S3	N
SD	8	12	5	-
SDCtp	3	1	2	-
Tmm	3	2	-	-
Trm	2	1	-	-

หมายเหตุ: หินฟิลไลต์ (SD), หินดินดาน (SDCtp), หินเคลย์ (Tmm), หินแกรนิต (Trm), S1=ชั้นที่ความเหมาะสมมาก, S2=ชั้นที่มีความเหมาะสมปานกลาง, S3=ชั้นที่มีเหมาะสมน้อย และ N=ชั้นที่ไม่มีความเหมาะสม

4.2.2 พื้นที่ปลูกข้าวโพด

ผลการประเมินความเหมาะสมของดินในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ จังหวัดเชียงใหม่ ในดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินต่างกัน จำนวน 32 แปลง พบว่า หินฟิลไลต์ (SD) มีพื้นที่ชั้นความเหมาะสมมาก (S1) 4 แปลง ชั้นความเหมาะสมปานกลาง (S2) 8 แปลง มีข้อจำกัดเรื่องความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช (o) และศักยภาพการใช้เครื่องจักร (w) และชั้นความเหมาะสมน้อย (S3) 1 แปลง มีข้อจำกัดเรื่องความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช (o) และสารพิษ (z) หินดินดาน (SDCtp) มีพื้นที่ชั้นความเหมาะสมมาก (S1) 1 แปลง และชั้นความเหมาะสมปานกลาง (S2) 2 แปลง มีข้อจำกัดเรื่องความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช (o) หินเคลย์ (Tmm) มีพื้นที่ชั้นความเหมาะสมมาก (S1) 9 แปลง และชั้นความเหมาะสมปานกลาง (S2) 2 แปลง มีข้อจำกัดเรื่องความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช (o) และสารพิษ (z) และชั้นความเหมาะสมน้อย (S3) 1 แปลง มีข้อจำกัดเรื่องความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช (o) และหินแกรนิต (Trm) มีพื้นที่ชั้นความเหมาะสมมาก (S1) 1 แปลง และชั้นความเหมาะสมปานกลาง (S2) 3 แปลง มีข้อจำกัดเรื่องความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช (o) (ตารางที่ 20)

ข้อจำกัดศักยภาพการใช้เครื่องจักร (w) พบในหินฟิลไลต์ (SD) ข้อจำกัดใช้ปัจจัยวินิจฉัยค่าความลาดชัน จากสภาพพื้นศึกษาที่ส่วนใหญ่เป็นลูกคลื่นลอนชันกับพื้นที่ลาดชันสูง ข้อจำกัดสารพิษ (z) พบในหินฟิลไลต์ (SD) ข้อจำกัดใช้ปัจจัยวินิจฉัยค่าปฏิกิริยาดิน ลักษณะเนื้อดินมีอนุภาคทรายเป็นองค์ประกอบสูง มีการระบายน้ำดีเกิดการชะละลายพวกธาตุประจุบวกง่ายทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างดินลดลง (สิทธานต์, 2551) และหินเคลย์ (Tmm) มีเนื้อปูนผสมการเกิดความเป็นกรดในธรณีที่มีเนื้อปูนผสมเนื่องจากการปลดปล่อยแคตไอออนออกมาจากการผุพังทางเคมีของหินและแร่ และชะละลายหายไปจากดินในดินเขตร้อนจะมีการชะละลายสูง (ไพบูลย์, 2546) และ

ข้อจำกัดทางความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช (o) เนื่องจากข้อจำกัดใช้ปัจจัยวินิจฉัยค่าการระบายน้ำของดิน พบในหินเคลย์ (Tmm) มีลักษณะเนื้อดินเป็นร่วนปนดินเหนียวถึงดินเหนียว มีการระบายน้ำเลว หินฟิลไลต์ (SD) หินแกรนิต (Trm) และหินดินดาน (SDCtp) มีองค์ประกอบแร่จำพวก ควอตซ์ ไบโอไทต์ และมัสโคไวต์ ลักษณะดินที่มีแร่ควอตซ์เป็นองค์ประกอบหลักจะมี อนุภาคหยาบ คงทนต่อการสลายตัวสูง และสมบัติทางกายภาพของดินมีลักษณะเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย ระบายน้ำดี (เพียงตา, 2551) ไม่เป็นข้อจำกัดทางความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช แต่การจัดการของเกษตรกรมีการใช้เครื่องจักรหนักในการเตรียมดินและมีการให้น้ำแบบปล่อยตามร่องทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ เมื่อระดับไฮเดรชั่น (Hydration) ของดินเพิ่มขึ้นจะทำให้เกิดแรงดันพองตัว (Swelling pressure) เกิดการขยายตัวของอนุภาคดินทำให้ช่องว่างในดินและการซาบซึมของน้ำลดลง ทำให้เกิดการระบายน้ำเลวขึ้น และการเกิดแรงอัดอย่างต่อเนื่องจากน้ำหนัก (Compressive stress) ทำให้ช่องว่างขนาดใหญ่ (Macropore) และให้ช่องว่างขนาดเล็ก (Micropore) ลดลงจากช่องว่างทั้งหมดทำให้ดินแน่นทึบขึ้น (ศุภธิดา, 2560)

ตารางที่ 20 ประเมินความเหมาะสมในพื้นที่ปลูกข้าวโพด

วัตถุต้นกำเนิดดิน	ชั้นความเหมาะสม			
	S1	**S2**	**S3**	**N**
SD	4	8	1	-
SDCtp	1	2	-	-
Tmm	9	2	1	-
Trm	1	3	-	-

หมายเหตุ: หินฟิลไลต์ (SD), หินดินดาน (SDCtp), หินเคลย์ (Tmm), หินแกรนิต (Trm), S1=ชั้นที่มีความเหมาสมมาก, S2=ชั้นที่มีความเหมาะสมปานกลาง, S3=ชั้นที่มีความเหมาะสมน้อย และ N=ชั้นที่ไม่มีเหมาะสม

4.3 แนวทางการจัดการ

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช และความจุในการดูดยึดธาตุอาหาร

1) การปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยแร่ธาตุ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม

- กลุ่มที่ 1 ปุ๋ยแร่ธาตุที่ได้จากหินและแร่ธรรมชาติ คือ หินฟอสเฟต และแร่ซิลไวท์ เช่น ปุ๋ยโพแทสเซียม ฯลฯ

- กลุ่มที่ 2 ปุ๋ยแร่ธาตุที่ได้จากการผลิตโดยวิธีการทางเคมี เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต ฯลฯ

ปุ๋ยแร่ธาตุทั้ง 2 กลุ่มนี้ จะช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้ดินตามระยะเวลาที่พืชต้องการ เพื่อนำไปสร้างการเจริญเติบโตและผลผลิตได้ทันความต้องการของพืช

2) การปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และปุ๋ยพืชสด

2.1) ปุ๋ยหมัก ใช้เพื่อเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุ ช่วยปรับปรุงโครงสร้างดินให้ดีขึ้น ทำให้ดินมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชมากยิ่งขึ้น

2.2) ปุ๋ยคอก ใช้เพื่อปรับปรุงโครงสร้างของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ทำให้ดินมีการระบายน้ำและอากาศดีขึ้น ช่วยเพิ่มความคงทนของการจับตัวเป็นเม็ดดิน และเป็นแหล่งอาหารให้แก่จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน

2.3) ปุ๋ยพืชสด ได้จากการไถกลบพืชปุ๋ยสดในขณะที่ยังเขียวสดอยู่ลงดิน นิยมไถกลบในช่วงออกดอกเพื่อให้ได้ปริมาณน้ำหนักสดและธาตุอาหารสูง ปล่อยทิ้งไว้ให้ย่อยสลายระยะเวลา 7-14 วัน จะให้ธาตุอาหารและอินทรียวัตถุแก่ดิน พืชปุ๋ยสดที่นิยมปลูก ได้แก่ พืชตระกูลถั่วชนิดต่างๆ เช่น ปอเทือง (*Crotalaria juncea*) ถั่วพร้า (*Canavalia spp.*) ถั่วพุ่ม (*Vigna spp.*) ถั่วมะแฮะ (*Cajanus cajan*) และโสนอัฟริกัน (*Sesbania rostratra*) ควรเลือกพืชที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ดังนี้

- สภาพพื้นที่ลุ่ม ดินมีการระบายน้ำไม่ดี เลือกชนิดพืชที่ทนต่อน้ำขัง คือ โสนอัฟริกัน
- สภาพพื้นที่ดอน ดินมีการระบายน้ำและอากาศดี ควรปลูก ปอเทือง ถั่วพุ่ม ถั่วพร้า และถั่วมะแฮะ

3). การปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยชีวภาพ (Biofertilizer) เป็นปุ๋ยที่ได้จากวัสดุที่มีจุลินทรีย์ที่มีชีวิต ซึ่งเป็นตัวช่วยสร้างหรือปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ให้กับพืช แยกตามชนิดของจุลินทรีย์ ดังนี้

3.1) จุลินทรีย์ที่ให้ธาตุไนโตรเจน เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ตรึงไนโตรเจนจากอากาศเพื่อให้พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ เช่น *Azotobacter sp.*, *Bacillus sp.* สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เชื้อไรโซเบียม ฯลฯ

3.2) จุลินทรีย์ที่ให้ธาตุฟอสฟอรัส เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ละลายสารประกอบฟอสเฟตให้เป็นประโยชน์และพืชสามารถนำไปใช้ได้ จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ เช่น *Flavobacterium sp.*, *Pseudomonas sp.*, เชื้อราไมโคไรซ่า เป็นต้น

3.3) จุลินทรีย์ที่ให้ธาตุโพแทสเซียม เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ปลดปล่อยกรดออกมาเพื่อละลาย แร่ในกลุ่มไมกาและแร่ในกลุ่มเฟลด์สปาร์ จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ เช่น Bacillus, biotite และ microcline ช่วยเปลี่ยนธาตุโพแทสเซียมให้อยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้

3.4) จุลินทรีย์ที่ผลิตฮอร์โมน เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ผลิตฮอร์โมนและวิตามินซึ่งเป็นสารช่วยกระตุ้นให้พืชเจริญเติบโตได้ดียิ่งขึ้น จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ เช่น *Azospirillum*, *Azotobacter* และ *Bacillus*

4) การปรับปรุงบำรุงดินด้วยการไถกลบตอซังเป็นการเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดิน ช่วยปรับปรุงบำรุงดินทั้งด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพของดินก่อให้เกิดผลดี ดังนี้

4.1) ปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินช่วยทำให้ดินโปร่ง ร่วนซุย ง่ายต่อการเตรียมดิน การระบายอากาศในดินเพิ่มขึ้น การซึมผ่านของน้ำ และการอุ้มน้ำของดินดีขึ้น

4.2) ปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดิน ช่วยให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ด้วยการเพิ่มธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุให้แก่ดิน ซึ่งธาตุอาหารเหล่านี้จะปลดปล่อยสู่ดินจึงเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ระยะยาว

4.3) ปรับปรุงสมบัติทางชีวภาพของดิน ช่วยทำให้ปริมาณและกิจกรรมจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดินให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช

จากผลการวิเคราะห์ดิน ได้แก่ ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ สามารถกำหนดปริมาณธาตุอาหารที่พืชแต่ละชนิดต้องการใช้ในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต โดยสามารถพิจารณาจากคำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับกระเทียมตามค่าวิเคราะห์ดิน (ตารางที่ 21) และคำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับข้าวโพดตามค่าวิเคราะห์ดิน (ตารางที่ 22)

ตารางที่ 21 การใช้ปุ๋ยกับกระเทียมตามค่าวิเคราะห์ดิน

พารามิเตอร์	อัตราปุ๋ยที่ใส่	วิธีการใส่ปุ๋ย
1) OM (%)		ครั้งแรกใส่ปุ๋ย ½ N+P+K หว่านให้ทั่วแปลงก่อนปลูก หลังจากปลูกแล้วคลุมด้วยฟางข้าวแล้วรดน้ำให้ชุ่ม ครั้งที่สองใส่ปุ๋ย ½ N ที่เหลือหลังจากย้ายกล้าปลูก 30 วัน ใส่วิธีการหว่านให้ทั่วแปลงแล้วรดน้ำให้ชุ่ม อย่าให้ปุ๋ยตกค้างอยู่บนฟางข้าว
<1.5	ปุ๋ย N 15 kg/rai	
1.5-2.5	ปุ๋ย N 10 kg/rai	
>2.5	ปุ๋ย N 10 kg/rai	
2) P (mg kg^{-1})		
<10	ปุ๋ย P_2O_5 15 kg/rai	
10-20	ปุ๋ย P_2O_5 10 kg/rai	
>20	ปุ๋ย P_2O_5 5 kg/rai	
3) K (mg kg^{-1})		
<60	ปุ๋ย K_2O 10 kg/rai	
60-100	ปุ๋ย K_2O 5 kg/rai	
>100	ปุ๋ย K_2O 5 kg/rai	

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2552a)

ตารางที่ 22 การใช้ปุ๋ยกับข้าวโพดหวานตามค่าวิเคราะห์ดิน

พารามิเตอร์	อัตราปุ๋ยที่ใส่	วิธีการใส่ปุ๋ย
1) OM (%)		ใส่ปุ๋ย N ครึ่งหนึ่งรองก้นร่องตอนปลูก และส่วนที่เหลือใส่เมื่อข้าวโพดหวานอายุได้ 30 วัน
<1	ปุ๋ย N 30 kg/rai	
1-2	ปุ๋ย N 20 kg/rai	
>2	ปุ๋ย N 15 kg/rai	
2) P (mg kg^{-1})		ใส่รองก้นร่องตอนปลูก
<10	ปุ๋ย P_2O_5 10 kg/rai	
10-15	ปุ๋ย P_2O_5 10-5 kg/rai	
>15	ปุ๋ย P_2O_5 5-0 kg/rai	
3) K (mg kg^{-1})		ใส่รองก้นร่องตอนปลูก
<60	ปุ๋ย K_2O 10 kg/rai	
60-100	ปุ๋ย K_2O 10-5 kg/rai	
>100	ปุ๋ย K_2O 5-0 kg/rai	

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2552)

สภาวะการหยั่งลึกของราก

1) การจัดการพืช

- เลือกชนิดพืชให้เหมาะสมกับศักยภาพของดินมาใช้ปลูก เช่น เลือกพื้นที่ที่มีหน้าดินหนามากกว่า 25 cm มาปลูกพืช ส่วนพื้นที่ที่เป็นดินตื้นมากและมีเศษชิ้นส่วนเนื้อหยาบอยู่ผิวดินมากไม่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืช ควรใช้ปลูกไม้ใช้สอยโตเร็ว ปลูกป่าหรือทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์

2) การจัดการดิน

- ควรมีการเขตกรรมด้วยวิธีที่เหมาะสม (ไถพรวนดินให้น้อยที่สุด) เพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน (ตารางที่ 23)

- ปลูกไม้ผลหรือไม้ยืนต้นควรมีการเตรียมหลุมปลูกและปรับปรุงหน้าดินด้วยอินทรียวัตถุ

- ปลูกพืชไร่ ควรปรับปรุงดินด้วยพืชปุ๋ยสดร่วมกับการใช้น้ำหมักชีวภาพ เพื่อความสามารถในการดูดซับธาตุอาหาร น้ำ และเพิ่มธาตุอาหารให้กับดิน

- ในพื้นที่ที่มีปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก ควรมีการปรับปรุงดินด้วยวัสดุปูนเพื่อเพิ่มความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส และลดความเป็นพิษของเหล็กและอลูมิเนียม

- พื้นที่ที่มีความลาดชันสูงควรมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ เช่น มีวัสดุคลุมดิน ปลูกพืชคลุมดิน ปลูกพืชสลับเป็นแถบ ทำแนวรั้วหญ้าแฝกหรือฐานหญ้าแฝกเฉพาะต้น หรือทำคันบันไดร่วมกับการปลูกหญ้าแฝก เป็นต้น

3) การจัดการน้ำ

- ควรพัฒนาแหล่งน้ำไว้ใช้ในช่วงที่พืชขาดน้ำ เช่น ขุดบ่อเก็บน้ำหรือทำฝายกั้นน้ำ โดยมีระบบการใช้น้ำตามชนิดพืชที่ปลูก เช่น ระบบน้ำหยด ระบบฉีดฝอยหรือฝังกระบอกน้ำโคนต้นพืช เป็นต้น

สารพิษ

ปฏิกิริยาดินที่เหมาะสมสำหรับปลูกพืชอยู่ระหว่า 6.5-7.5 (คณาจารย์ปฐพีวิทยา, 2548) และปริมาณปูนที่ใช้เพื่อยกระดับปฏิกิริยาดินให้เหมาะสมหรือปรับปรุงดินดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 ความต้องการปูนที่ต้องใช้กับดินกรดที่มีเนื้อดินต่างกัน

ปฏิกิริยาเดิมของดิน	ดินทราย	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วน	ดินเหนียว และร่วนเหนียว
5.0	200	300	400	500
4.5	700	800	1,000	1,000
4.0	1,100	1,300	1,800	2,100
3.5	1,600	2,000	2,500	3,000
3.0	2,200	2,800	3,200	4,000

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2559)

ศักยภาพการใช้เครื่องจักร

มาตรการอนุรักษ์ดินช่วยในการปรับปรุงดินเพื่อรักษาความอุดมสมบูรณ์ให้เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่เกษตร โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ มาตรการทางวิธีกล และมาตรการทางพืช (ตารางที่ 24)

ตารางที่ 24 คำแนะนำการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยพิจารณาจากความลาดเทเป็นหลัก

เปอร์เซ็นต์ความลาดเท	โดยวิธีกลหรือการจัดการดิน	โดยวิธีพืช	โดยการปรับปรุงดิน
0-3%	- อย่าปล่อยหรือทำให้เกิดมีร่องรอยหรือร่องน้ำในแนวขึ้นลงตามความลาดเทของพื้นที่ - พยายามเก็บรักษาต้นพืชที่ขึ้นคลุมร่องน้ำธรรมชาติเอาไว้ให้มากที่สุด - พยายามลบหรือกลบรอยร่องน้ำที่เกิดขึ้นหรือพบเห็นในพื้นที่ให้หมดไป - ควรไถพรวนตามแนวระดับ - หาระยะเวลาที่เหมาะสมเพื่อการไถพรวนเมื่อดินไม่แห้งหรือแฉะจนเกินไป - หาชนิดเครื่องมือไถพรวนที่เหมาะสม	- ปลูกพืชตามแนวระดับ - ปลูกพืชสลับเป็นแถบ - ปลูกพืชแซม - ปลูกพืชเหลี่ยมฤดู - ปลูกพืชคลุมดิน - ปลูกพืชหมุนเวียน	- ไถกลบเศษพืช - ใช้เศษพืช ซากพืช หรือวัสดุคลุมดิน - ใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด มูลสัตว์ และปุ๋ยวิทยาศาสตร์บำรุงดิน
3-8%	- นอกจากปฏิบัติตามคำแนะนำทั่ว ๆ ไปแล้ว ควรสร้างคันดินกั้นน้ำเพื่อลดปริมาณน้ำไหลบ่าและการชะล้าง	- นอกจากจะปฏิบัติตามคำแนะนำทั่ว ๆ ไปแล้ว ถ้าไม่ใช้วิธีกลเข้าช่วยและความ	- ปฏิบัติตามคำแนะนำทั่ว ๆ ไป

ตารางที่ 25 (ต่อ)

เปอร์เซ็นต์ความลาดเท	โดยวิธีกลหรือการจัดการดิน	โดยวิธีพืช	โดยการปรับปรุงดิน
	พังทลายของดิน ข้อห้าม - ห้ามไถพรวนขึ้นลงตามแนวลาดเท และไถพรวนมากเกินความจำเป็น	ยาวของความลาดเทในพื้นที่มากกว่า 50 m ควรปลูกพืชประเภทไม้พุ่มบำรุงดิน 2 แถวคู่หรือปลูกหญ้าเป็นแถบกว้างประมาณ 1-2 m ขวางความลาดเทไปตามแนวระดับ โดยให้แต่ละแถบห่างกันประมาณ 8-10 m ข้อห้าม ไม่ควรปลูกพืชขึ้นลงตามแนวลาดเท	
8-16%	- จำเป็นต้องทำคันดินกั้นน้ำแบบระดับ เพื่อลดปริมาณน้ำไหลบ่าและการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ - ควรจะทำคันดินแบบน้ำเพื่อป้องกันน้ำที่จะไหลบ่าจากพื้นที่ด้านนอก ซึ่งอาจจะมาทำความเสียหายให้แก่พืชได้ - อาจจะต้องทำทางระบายน้ำเพื่อระบายน้ำออกจากพื้นที่ แต่ถ้ามีทางระบายน้ำธรรมชาติไว้แล้วก็ควรระวังรักษาไว้ให้อยู่ในสภาพดี - นอกจากปฏิบัติตามคำแนะนำทั่ว ๆ ไปแล้วควรจะเน้นถึงการปลูกพืชแบบวิธีการไม่ไถพรวนหรือไถพรวนน้อยที่สุด ซึ่งจะช่วยลดปริมาณการสูญเสียดินและน้ำไหลบ่าได้มาก ซึ่งถ้าเกษตรกรใช้วิธีนี้แล้วในการก่อสร้างคันดินก็อาจจะให้ระยะห่างของคันดินห่างมากขึ้นได้อีก - ห้ามไถพรวนขึ้นลงตามแนวลาดเท และไถพรวนมากเกินความจำเป็น	- นอกจากปฏิบัติตามคำแนะนำทั่ว ๆ ไปหรือมาตรการป้องกันการชะล้างพังทลายโดยระบบพืชแล้ว ควรจะจัดระบบการปลูกพืชให้ดี โดยถือหลักการว่าควรมีพืชขึ้นปกคลุมดินตลอดทั้งปี ข้อห้าม ไม่ควรปลูกพืชขึ้นลงตามแนวลาดเท	- ปฏิบัติตามคำแนะนำทั่ว ๆ ไป

ตารางที่ 25 (ต่อ)

เปอร์เซ็นต์ความลาดเท	โดยวิธีกลหรือการจัดการดิน	โดยวิธีพืช	โดยการปรับปรุงดิน
16-35%	- ถ้าเป็นพื้นที่มีดินดี ดินลึกและมีน้ำชลประทานตลอดทั้งปี ก็ควรทำเป็นคันดินแบบขั้นบันไดสำหรับปลูกพืชล้มลุกที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจสูง - แต่ถ้าเป็นพื้นที่ที่ดินเลว ดินตื้นก็ไม่ควรปลูกพืชไร่หรือพืชล้มลุก ควรจะปลูกไม้ยืนต้น และควรทำคันคูรอบเขาเพื่อระบายน้ำด้วย - ถ้าจะใช้พื้นที่นั้นสำหรับเป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ก็ควรจะทำคันดินหรือคันคูรอบเขาไว้ระบายน้ำด้วย อย่างไรก็ตามในการก่อสร้างคันดินชนิดต่าง ๆ บนพื้นที่ที่มีความลาดเทสูงขนาดนี้จำเป็นต้องหาทางและจุดที่จะระบายน้ำออกจากพื้นที่ให้ดีและเพียงพอด้วย - ถ้าปลูกพืชไร่บนคันดินแบบขั้นบันไดควรปฏิบัติตามคำแนะนำทั่ว ๆ ไปด้วย ข้อห้าม - ห้ามไถพรวนขึ้นลงตามแนวลาดเทและไถพรวนเกินความจำเป็น	- ถ้าพื้นที่ดังกล่าวมีการปรับเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นปลูกพืชไร่หรือล้มลุกควรปฏิบัติตามคำแนะนำทั่ว ๆ ไป ข้อห้าม ไม่ควรปลูกพืชขึ้นลงตามแนวลาดเท	- ถ้าปลูกพืชไร่บนขั้นบันไดดิน ก็ปฏิบัติตามคำแนะนำทั่ว ๆ ไป
มากกว่า 35%	- ต้องเป็นดินลึกและดีจริง ๆ เท่านั้นจึงสมควรทำคันดินแบบขั้นบันไดเพื่อการปลูกพืชไร่หรือล้มลุก แต่ความลาดเทไม่ควรเกิน 50% - ถ้าปลูกพืชยืนต้นหรือไม้ผลต้องทำคันคูรอบเขาด้วย - บริเวณจุดระบายน้ำต้องระวังรักษาให้มีพืชคลุมตลอดปี - ไม่ควรทำการไถพรวนใด ๆ ทั้งสิ้นยกเว้นบนขั้นบันไดดินเท่านั้น	-ควรปลูกไม้โตเร็วหรือไม้ยืนต้น ข้อห้าม - ไม่ควรปลูกพืชขึ้นลงตามแนวลาดเท	- ควรมีพืชคลุมดินทุก ๆ กรณี

ตารางที่ 25 (ต่อ)

เปอร์เซ็นต์ความลาดเท	โดยวิธีกลหรือการจัดการดิน	โดยวิธีพืช	โดยการปรับปรุงดิน
	ข้อห้าม - ห้ามไถพรวนขึ้นลงตามแนวลาดเท และไถพรวนมากเกินความจำเป็น		

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2553c)

บทที่ 5
สรุป

จากผลการศึกษาความอุดมสมบูรณ์และความเหมาะสมของดินในพื้นที่เกษตรของสถานีเกษตรหลวงปางดะ จังหวัดเชียงใหม่ รูปแบบการใประโยน์ที่ดินที่พบ ได้แก่ กระเทียมและข้าวโพด โดยแบ่งเป็นกระเทียม จำนวน 39 แปลง อยู่บนหินฟิลไลต์ (SD), หินดินดาน (SDCtp), หินเคลย์ (Tmm) และหินแกรนิต (Trm) จำนวน 25, 6, 5 และ 3 แปลง ตามลำดับ ส่วนข้าวโพด จำนวน 32 แปลง อยู่บนหินฟิลไลต์ (SD), หินดินดาน (SDCtp), หินเคลย์ (Tmm) และหินแกรนิต (Trm) จำนวน 13, 3, 12 และ 4 แปลง ตามลำดับ รวมทั้งหมด 71 แปลง

5.1 การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

5.1.1 พื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกกระเทียม

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ ดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินต่างกัน พบว่า ที่ระดับความลึก 0-15 cm หินฟิลไลต์ (SD) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงด่างอ่อน (4.47-7.48) ปริมาณอินทรียวัตถุปานกลางถึงสูง (1.61-3.86%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำถึงสูง (5.49-37.76 mg kg^{-1}) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลางถึงสูงมาก (78.67-293.48 mg kg^{-1}) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำถึงค่อนข้างสูง (4.50-16.90 cmol kg^{-1}) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสต่ำถึงสูง (28.67-98.98%) มีความอุดมสมบูรณ์ในระดับปานกลางถึงสูง หินดินดาน (SDCtp) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดเล็กน้อย (5.11-6.53) ปริมาณอินทรียวัตถุปานกลางถึงค่อนข้างสูง (1.74-2.69%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูง (7.60-18.67 mg kg^{-1}) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลางถึงสูงมาก (72.18-153.35 mg kg^{-1}) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (6.43-12.62 cmol kg^{-1}) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสปานกลางถึงสูง (36.98-86.28%) มีความอุดมสมบูรณ์ในระดับปานกลาง หินเคลย์ (Tmm) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง (6.17-7.28) ปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูง (1.32-3.02%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูง (6.57-15.12 mg kg^{-1}) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลางถึงสูงมาก (84.88-166.35 mg kg^{-1}) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (7.40-12.53 cmol kg^{-1}) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสปานกลาง (40.07-68.38%)

มีความอุดมสมบูรณ์ในระดับต่ำถึงปานกลาง หินแกรนิต (Trm) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดเล็กน้อย (5.06-6.38) ปริมาณอินทรียวัตถุปานกลาง (1.94-2.22%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ปานกลางถึงค่อนข้างสูง (12.62-21.43 mg kg^{-1}) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงถึงสูงมาก (110.30-173.38 mg kg^{-1}) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (6.06-10.43 cmol kg^{-1}) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสปานกลางถึงสูง (52.46-96.88%) ส่วนดินที่ระดับความลึก 15-30 cm พบว่า หินฟิลไลต์ (SD) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงด่างอ่อน (4.51-7.86) ปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูง (1.24-2.72%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำมากถึงสูง (2.38-30.23 mg kg^{-1}) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลางถึงสูง (60.38-247.32 mg kg^{-1}) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำถึงค่อนข้างสูง (4.53-16.80 cmol kg^{-1}) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสต่ำถึงสูง (28.97-97.97%) มีความอุดมสมบูรณ์ในระดับต่ำถึงปานกลาง หินดินดาน (SDCtp) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกลาง (5.24-6.88) ปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (1.34-2.22%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำถึงค่อนข้างสูง (3.21-16.78 mg kg^{-1}) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำถึงปานกลาง (57.59-89.26 mg kg^{-1}) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (6.50-12.80 cmol kg^{-1}) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสปานกลางถึงสูง (45.77-86.16%) มีความอุดมสมบูรณ์ในระดับต่ำถึงปานกลาง หินเคลย์ (Tmm) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง (6.04-7.23) ปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (1.31-2.45%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำถึงปานกลาง (3.10-10.48 mg kg^{-1}) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลางถึงสูง (67.70-117.70 mg kg^{-1}) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (7.34-10.36 cmol kg^{-1}) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสปานกลางถึงสูง (41.27-75.78%) มีความอุดมสมบูรณ์ในระดับต่ำถึงปานกลาง หินแกรนิต (Trm) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดเล็กน้อย (5.04-6.18) ปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (1.26-1.68%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูง (8.16-15.19 mg kg^{-1}) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลางถึงสูง (81.93-117.63 mg kg^{-1}) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (6.43-10.60 cmol kg^{-1}) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสปานกลางถึงสูง (42.50-87.39%) มีความอุดมสมบูรณ์ในระดับต่ำถึงปานกลาง

5.1.2 พื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกข้าวโพด

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ ดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินต่างกัน พบว่า ที่ระดับความลึก 0-15 cm หินฟิลไลต์ (SD) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงกรดจัด (4.36-5.47) ปริมาณอินทรียวัตถุปานกลางถึงค่อนข้างสูง (1.52-3.376%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำถึงสูง (4.86-38.73 mg kg^{-1}) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำถึงสูงมาก (37.55-182.38 mg kg^{-1}) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำถึงปานกลาง (4.30-11.34 cmol kg^{-1}) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสต่ำถึงสูง (26.44-94.89%) มีความอุดมสมบูรณ์ในระดับต่ำถึงปานกลาง หินดินดาน (SDCtp) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง (6.03-7.09) ปริมาณอินทรียวัตถุปานกลางถึงค่อนข้างสูง (1.68-2.82%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ค่อนข้างต่ำ (8.41-9.70 mg kg^{-1}) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง (99.13-116.88 mg kg^{-1}) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำ (8.32-9.43 cmol kg^{-1}) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสปานกลางถึงสูง (56.20-70.08%) มีความอุดมสมบูรณ์ในระดับต่ำถึงปานกลาง หินเคลย์ (Tmm) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงด่างอ่อน (5.94-7.63) ปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูง (1.08-3.29%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ค่อนข้างต่ำถึงสูง (6.17-31.91 mg kg^{-1}) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำถึงสูงมาก (37.25-227.33 mg kg^{-1}) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำถึงค่อนข้างสูง (3.34-15.43 cmol kg^{-1}) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสต่ำถึงสูง (34.48-99.78%) มีความอุดมสมบูรณ์ในระดับต่ำถึงปานกลาง หินแกรนิต (Trm) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงกรดเล็กน้อย (5.76-6.37) ปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (1.19-1.86%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำถึงค่อนข้างสูง (5.28-18.85 mg kg^{-1}) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลางถึงสูงมาก (83.15-175.65 mg kg^{-1}) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำ (6.53-9.84 cmol kg^{-1}) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสปานกลางถึงสูง (55.83-80.90%) มีความอุดมสมบูรณ์ในระดับต่ำถึงปานกลาง ส่วนดินที่ระดับความลึก 15-30 cm พบว่า หินฟิลไลต์ (SD) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดเล็กน้อย (4.58-6.10) ปริมาณอินทรียวัตถุต่ำมากถึงปานกลาง (0.26-2.42%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำถึงค่อนข้างสูง (3.14-17.38 mg kg^{-1}) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำถึงสูงมาก (37.55-182.38 mg kg^{-1}) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำถึงค่อนข้างต่ำ (3.40-7.80 cmol kg^{-1}) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสปานกลางถึงสูง (39.44-94.68%) มีความอุดมสมบูรณ์ในระดับต่ำถึงปานกลาง หินดินดาน (SDCtp) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง (6.14-7.30) ปริมาณอินทรียวัตถุ

ค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (1.19-2.07%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำถึงค่อนข้างต่ำ (5.62-6.39 mg kg^{-1}) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลาง (65.00-88.73 mg kg^{-1}) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำ (5.80-7.70 cmol kg^{-1}) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสสูง (8.60-97.57%) มีความอุดมสมบูรณ์ในระดับต่ำถึงปานกลาง หินเคลย์ (Tmm) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง (6.06-7.26) ปริมาณอินทรียวัตถุต่ำมากถึงค่อนข้างสูง (0.46-2.64%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำถึงปานกลาง (3.10-10.48 mg kg^{-1}) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำถึงสูงมาก (39.65-143.45 mg kg^{-1}) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (5.60-13.20 cmol kg^{-1}) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสปานกลางถึงสูง (40.15-92.63%) มีความอุดมสมบูรณ์ในระดับต่ำถึงปานกลาง หินแกรนิต (Trm) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงกรดเล็กน้อย (5.76-6.37) ปริมาณอินทรียวัตถุต่ำถึงปานกลาง (0.85-1.67%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำถึงค่อนข้างต่ำ (3.61-7.76 mg kg^{-1}) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลางถึงสูง (64.83-127.88 mg kg^{-1}) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำ(6.00-7.80 cmol kg^{-1}) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสปานกลางถึงสูง (64.88-83.81%) มีความอุดมสมบูรณ์ในระดับปานกลาง

5.2 การประเมินความเหมาะสมของที่ดิน

5.2.1 พื้นที่ปลูกกระเทียม

ผลการประเมินความเหมาะสมของดินในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ จังหวัดเชียงใหม่ ในดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินต่างกัน จำนวน 39 แปลง พบว่า หินฟิลไลต์ (SD) มีพื้นที่ชั้นความเหมาะสมมาก (S1) 8 แปลง ชั้นความเหมาะสมปานกลาง (S2) 12 แปลง มีข้อจำกัดเรื่องความจุในการดูดยึดธาตุอาหาร (n) และสารพิษ (z) และชั้นความเหมาะสมน้อย (S3) 5 แปลง มีข้อจำกัดเรื่องสารพิษ (z) และศักยภาพการใช้เครื่องจักร (w) หินดินดาน (SDCtp) มีพื้นที่ชั้นความเหมาะสมมาก (S1) 3 แปลง ชั้นความเหมาะสมปานกลาง 1 แปลง มีข้อจำกัดศักยภาพการใช้เครื่องจักร (w) และชั้นความเหมาะสมน้อย 2 แปลง มีข้อจำกัดศักยภาพการใช้เครื่องจักร (w) หินเคลย์ (Tmm) มีพื้นที่ชั้นความเหมาะสมมาก (S1) 3 แปลง และชั้นความเหมาะสมปานกลาง (S2) 2 แปลง และหินแกรนิต (Trm) มีพื้นที่ชั้นความเหมาะสมมาก (S1) 2 แปลง และชั้นความเหมาะสมปานกลาง (S2) 1 แปลง มีข้อจำกัดศักยภาพการใช้เครื่องจักร (w)

5.2.2 พื้นที่ปลูกข้าวโพด

ผลการประเมินความเหมาะสมของดินในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ จังหวัดเชียงใหม่ ในดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินต่างกัน จำนวน 32 แปลง พบว่า หินฟิลไลต์ (SD) มีพื้นที่ชั้นความเหมาะสมมาก (S1) 4 แปลง ชั้นความเหมาะสมปานกลาง (S2) 8 แปลง มีข้อจำกัดเรื่องความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช (o) และศักยภาพการใช้เครื่องจักร (w) และชั้นความเหมาะสมน้อย (S3) 1 แปลง มีข้อจำกัดเรื่องความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช (o) และสารพิษ (z) หินดินดาน (SDCtp) มีพื้นที่ชั้นความเหมาะสมมาก (S1) 1 แปลง และชั้นความเหมาะสมปานกลาง (S2) 2 แปลง มีข้อจำกัดเรื่องความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช (o) หินเคลย์ (Tmm) มีพื้นที่ชั้นความเหมาะสมมาก (S1) 9 แปลง และชั้นความเหมาะสมปานกลาง (S2) 2 แปลง มีข้อจำกัดเรื่องความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช (o) และสารพิษ (z) และชั้นความเหมาะสมน้อย (S3) 1 แปลง มีข้อจำกัดเรื่องความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช (o) และหินแกรนิต (Trm) มีพื้นที่ชั้นความเหมาะสมมาก (S1) 1 แปลง และชั้นความเหมาะสมปานกลาง (S2) 3 แปลง มีข้อจำกัดเรื่องความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช (o)

ข้อเสนอแนะ

1) การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน

จากการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตร พบว่า ปัญหาที่ทำให้ขาดความอุดมสมบูรณ์ สาเหตุหลักมาจากการนำธาตุอาหารในดินออกจากพื้นที่โดยติดไปกับผลผลิตเพื่อการจำหน่ายในช่วงผลิตโดยไม่มีการปรับปรุงบำรุงดินให้อยู่ในสภาพเดิม ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ทำการเกษตรลดน้อยลง ดังนั้นเกษตรกรควรนำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำมาใช้ และเพื่อป้องกันรักษาดินการปรับปรุงดินควรใช้วัสดุปูนทางการเกษตรเพื่อลดความเป็นกรดในดิน โดยวัสดุปูนที่นิยมใช้ ได้แก่ ปูนโดโลไมต์ ปูนขาว หินปูนบดหรือปูนมาร์ล เพื่อรักษาสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของดินให้อยู่ในสภาพเป็นกลาง (บัญประชา, 2554) ในขณะที่การเผาอาจจะลดปัญหาความเป็นกรดของดิน (รวี, 2548) ปรับปรุงบำรุงดินโดยใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก จะช่วยเพิ่มการดูดซับธาตุอาหารพืชในดิน ลดการสูญเสียธาตุอาหารจากการถูกชะล้าง ดินมีการอุ้มน้ำดีขึ้น และเศษซากพืชยังช่วยปรับปรุงบำรุงดินทำให้โครงสร้างของดินดีขึ้น การปรับปรุงบำรุงดินโดยใช้ระบบการปลูกพืชประกอบด้วยการปลูกพืชต่างชนิดแบบผสมผสาน การปลูกพืชหมุนเวียน การปลูกพืชปุ๋ยสดเป็นปุ๋ยบำรุงดินแล้วไถลกลบจะสามารถเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินได้สูง (บัญประชา, 2554) และควรมีการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ (ทรายแก้ว และคณะ, 2556)

ปฏิกิริยาปฏิกิริยาดินในพื้นที่ปลูกกระเทียมอยู่ที่ 5.39 ซึ่งปฏิกิริยาดินควรอยู่ในช่วง 5.5-6.8 จึงควรเติมปูนประมาณ 400 kg/rai ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในช่วง 2.04-2.59% ซึ่งความเหมาะสมของปริมาณอินทรียวัตถุควรอยู่ในช่วงมากกว่า 3% ดังนั้นในการปลูกกระเทียมควรเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุ 1.23-2.88 ton/rai ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 11.59-17.20 mg kg^{-1} โดยทั่วไปความเหมาะสมของปริมาณฟอสฟอรัสควรอยู่ที่ 30 mg kg^{-1} จึงควรเพิ่มปริมาณปุ๋ย P_2O_5 จำนวน 29.31-42.16 kg/rai

ปฏิกิริยาดินในพื้นที่ปลูกข้าวโพดอยู่ที่ 4.96 ซึ่งปฏิกิริยาดินควรอยู่ในช่วง 6.5-7.5 จึงควรเติมปูนประมาณ 400-1,000 kg/rai ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในช่วง 1.76-2.27% ซึ่งความเหมาะสมของปริมาณอินทรียวัตถุควรอยู่ในช่วงมากกว่า 3% ดังนั้นในการปลูกข้าวโพดควรเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุ 2.19-3.72 ton/rai ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 8.97-14.27 mg kg^{-1} โดยทั่วไป

ความเหมาะสมของปริมาณฟอสฟอรัสควรอยู่ในช่วงมากกว่า 20 mg kg^{-1} จึงควรเพิ่มปริมาณปุ๋ย P_2O_5 จำนวน 12.14-25.26 kg/rai

2) การประเมินความเหมาะสมของที่ดิน

การประเมินความเหมาะสมของที่ดินในพื้นที่สำหรับปลูกกระเทียม และข้าวโพด พบชั้นความเหมาะสม S2 S3 และ N ซึ่งถือว่าเป็นข้อจำกัดทางปลูก ซึ่งได้แก่ ความจุในการดูดยึดธาตุอาหาร (n), ความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช (o), สารพิษ (z) และศักยภาพการใช้เครื่องจักร (w) สามารถแบ่งกลุ่มการจัดการโดยพบว่า ข้อจำกัดความจุในการดูดยึดธาตุอาหาร (n) และสารพิษ (z) เป็นข้อจำกัดที่สามารถแก้ไขได้ด้วยการเพิ่มอินทรียวัตถุและธาตุอาหารพืชให้ดิน โดยการปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด รวมถึงการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2559) ข้อจำกัดเรื่องความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช (o) และศักยภาพการใช้เครื่องจักร (w) เนื่องจากพื้นที่มีความลาดชัน การแก้ไขมีค่าใช้จ่ายหรือการลงทุนสูง เช่น จัดหาน้ำหรือก่อสร้างแหล่งน้ำให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช และจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เช่น การขุดขั้นบันไดเพื่อลดปัญหาด้านความลาดชัน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2565) ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนต่าง ๆ โดยปรับให้สอดคล้องกับข้อเท็จจริงในพื้นที่ที่เปลี่ยนไป เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพที่เป็นจริง ส่วนการประเมินความเหมาะสมของดินเป็นเพียงข้อมูลเบื้องต้นในการวางแผนการใช้ที่ดิน โดยให้มีการเลือกไปใช้ประโยชน์ตามความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งแสดงให้เห็นความเหมาะสมของที่ดิน สำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทหรือแต่ละชนิด รวมถึงข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์และการจัดการที่ดินที่นำมาปฏิบัติในภาพรวม หากต้องการนำไปใช้ประโยชน์สำหรับพื้นที่สำหรับพื้นที่ที่เฉพาะเจาะจง จำเป็นต้องมีการศึกษาข้อมูลและนำข้อจำกัดเฉพาะของพื้นที่มาประกอบการพิจารณาการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของที่ดิน

บรรณานุกรม

กนกนิภา อ่ำสวัสดิ์ เสาวนุช ถาวรพฤกษ์ และณัฐพล จิตมาตย์. 2562. สมบัติและศักยภาพทางการเกษตรของดินปนกรวด ในอำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก. **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า**, 37(1), 78-87.

กรกนก ดีพรมกุล นิวัติ อนงรักษ์ และสุนทร คำยอง. 2563. การจำแนกความเหมาะสมของดินอัลทิซอลส์และแอลฟิซอลส์ในสวนลองกอง อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์. **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า**, 38(3), 315-324.

กรมทรัพยากรธรณี. 2549. **ธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณีจังหวัดลำปาง "การจำแนกเขตและแนวทางการบริหารจัดการ".** กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรธรณี

_____. 2558. **การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณีจังหวัดเชียงใหม่.** กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรธรณี

กรมพัฒนาที่ดิน. 2523. **คู่มือการจำแนกความเหมาะสมของดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ.** กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

_____. 2543. **คู่มือการจำแนกความเหมาะสมของดินสำหรับพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย.** กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

_____. 2545. **รายงานการสำรวจ จำแนกและวางแผนการใช้ที่ดินศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางดะ ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่.** กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

_____. 2548. **รายงานการจัดการทรัพยากรดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจหลักตามกลุ่มชุดดิน เล่มที่ 2 ดินบนพื้นที่ดอน.** กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน

_____. 2549. **คู่มือวิธีการก่อสร้างระบบอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูง ในเขตพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวง.** สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 6: กรมพัฒนาที่ดิน.

_____. 2553a. **กระบวนการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี.** กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

_____. 2553b. **ความรู้เรื่องดิน...สำหรับเยาวชน.** กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

_____. 2556. **การปรับปรุงบำรุงดิน.** กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

_____. 2557. **ดินและการเกิดดิน**. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

_____. 2558. **สถานภาพทรัพยากรดินและที่ดินของประเทศไทย.** กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

_____. 2559. **ปุ๋ยอินทรีย์และการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย.** กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

_____. 2561. **การประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจเพื่อวางแผนการใช้ที่ดินในการฟื้นฟูพื้นที่ลุ่มน้ำวิกฤตลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำประแสร์.** กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

_____. 2562. **คู่มือการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อการประเมินความอุดมสมบรูณ์ของดิน.** กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

_____. 2563. **สถานภาพการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย Status of Soil Erosion in Thailand.** กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

_____. 2565. **การประเมินความเหมาะสมที่ดินสำหรับกระเทียม จังหวัดแม่ฮ่องสอน.** กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

กรมวิชาการเกษตร. 2552. **พระราบัญญัติปุ๋ย พ.ศ.2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับบที่ 2) พ.ศ.2550.** กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.

_____. 2552a. **คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ**. เอกสารวิชาการกรมวิชาการเกษตรลำดับที่ 001/2553. กรุงเทพฯ: กรมวิชาเกษตร.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2558. **เอกสารวิชาการดินและปุ๋ย.** กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร.

ขรรค์ชัย ประสานัย. 2563. ผลของการทำไม้ออกโดยวิธีเลือกตัดต่อการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่สวนป่า จังหวัดแพร่. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, 9(2), 298-308.

คณะกรรมการจัดทำพจนานุกรมปฐพีวิทยา. 2551. **พจนานุกรมปฐพีวิทยา.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณิต พ่วงทอง. 2550. **การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับการปลกหม่อน อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จักรพงษ์ ไชย์วงศ์, สุนทร คำยอง, นิวัติ อนงค์รักษ์, ประสิทธิ์ วังภคพัฒนวงศ์ และสุภาพ ปารมี. 2563. ลักษณะของดินและการสะสมคาร์บอนในดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินต่างกันภายใต้ระบบนิเวศป่าเบญจพรรณ ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม**, 5(1), 41-51.

จีราภรณ์ อินทสาร. 2557. **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน.** พิมพ์ครั้งที่1. เชียงใหม่: สำนักพิมพ์ ห้างหุ้นส่วนจำกัด.

_____. 2563. **ความอุดมสมบรูณ์ของดิน Soil Fertility**. พิมพ์ครั้งที่ 2 เชียงใหม่: ดีไซน์ปริ้นมีเดีย.

เฉลียว แจ้งไพร. 2530. **ทรัพยากรดินในประเทศไทย.** กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

ชวิศร์ สวัสดิสาร. 2564. **คู่มือเกษตรอินทรีย์ (สำหรับเกษตรกร).** เชียงใหม่: กรมวิชาการเกษตร.

ณัฐพล ศรีอำไพ. 2553. ระดับอลูมิเนียมและสมบัติดินที่สูงในพื้นที่ขุนวางและอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณัฐวุฒิ ลือศักดิ์, นิวัติ อนงค์รักษ์, ฟ้าไพลิน ไชยวรรณ และสุนทร คำยอง. 2564. สมบัติของดินในระบบวนเกษตรที่มีกาแฟเป็นพืชหลักในจังหวัดเชียงใหม่. **แก่นเกษตร**, 49(1), 49-63.

ทรายแก้ว อนากาศ, ชุติมา จันทร์เจริญ, พงษ์พัฒน์ เกิดหล้า, พิลาสลักษณ์ ลุ่นลิ่ว และสาธิต กาละพวก. 2556. **ผลของปุ๋ยมูลไก่และปุ๋ยเคมีต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน ผลผลิตและคุณภาพของอ้อยในกลุ่มชุดดินที่ 36 จ.เพชรบูรณ์.** พิษณุโลก: กรมพัฒนาที่ดิน.

ธาดา พันธ์ศักดิ และศุภธิดา อ่ำทอง. 2550. อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และรูปแบบการใช้ที่ดินต่อคุณภาพดิน หมู่บ้านละเบ้ายา ตำบลสะเนียน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน. **วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร**, 23(2), 133-146.

นันทิตา ดีใหญ่. 2554. **การเปลี่ยนแปลงความชื้นและลักษณะดินตามลำดับภูมิประเทศบริเวณที่ลาดเชิงเขาหินปูน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นันทิตา ดีใหญ่, สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม, เอิบ เขียวรื่นรมณ์ และวันเพ็ญ วิริยะกิจนทีกุล. 2555. ลักษณะดินตามลำดับภูมิประเทศบริเวณที่ลาดเชิงเขาหินปูน. **แก่นเกษตร**, 40(1), 145-156.

บรรณพิชญ์ สัมฤทธิ์. 2551. **ลักษณะและสมรรถนะความอุดมสมบูรณ์ของดินที่สูงในบริเวณเขาค้อ**

จังหวัดเพชรบูรณ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บัญประชา ทองโชติ. 2554. **การศึกษาเปรียบเทียบผลผลิตและความอุดมสมบูรณ์ของดินของระบบการผลิตผักอินทรีย์ประณีตกับระบบการผลิตผักอินทรีย์ธรรมดา กรณีศึกษา: เกษตรกรพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

บุญเดี่ยว บุญหมั้น. 2553. **การเปรียบเทียบสมบัติของดินที่เกิดจากหินดินดานระหว่างป่าธรรมชาติกับแปลงไม้ผลในอำเภอปางมะผ้าและอำเภอเมืองของจังหวัดแม่ฮ่องสอน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปิยพร ศรีสม, จินดา ศิริตา, ปิยดา ยศสุนทร, วลีพรรณ รกิติกุล และสุภาวดี แก้วพามา. 2560. การประเมินคุณภาพดินเพื่อใช้ทางการเกษตรในพื้นที่หมู่บ้านนางแลใน ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย. **วารสารการวิจัยกาสะลองคำ**, 11(3), 61-68.

พจนีย์ มอญเจริญ. 2544. **การใช้ข้อมูลผลการวิเคราะห์ดินเพื่อการปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ย.** กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน

พชร อริยะสกุล. 2561. **การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการสำรวจทรัพยากรดินในพื้นที่สูงบริเวณลุ่มน้ำสาขาน้ำต้า (ลุ่มน้ำยม).** กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน

พรรเพ็ญ โมระกรานต์, ณัฐพล จิตมาตย์ และเสาวนุช ถาวรพฤกษ์. 2558. สมรรถนะความอุดมสมบูรณ์ของดินเวอร์ทิซอลส์ที่ดอนในประเทศไทย. **วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์**, 2(4), 61-72.

เพียงตา สาตรักษ์. 2551. **หลักและวิธีสำรวจ: ธรณีวิทยาภาคสนาม.** พิมพ์ครั้งที่ 2. ขอนแก่น: ภาควิชาเทคโนโลยีธรณี คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ไพบูลย์ วิวัฒน์วงศ์วนา. 2546. **เคมีดิน (Soil chemistry)**. เชียงใหม่: ห้างหุ้นส่วนจำกัดเชียงใหม่พิมพ์สวย.

ภาณุวัชร อุปถัมภานนท์, ณัฐพล จิตมาตย์ และทิมทอง ดรุณสนธยา. 2561. สมรรถนะความอุดมสมบูรณ์ของดินเนื้อปูนในประเทศไทย. **วารสารเกษตร**, 34(3), 411-423.

มลิสา ยกถาวร, เสาวนุช ถาวรพฤกษ์ และณัฐพล จิตมาตย์. 2559. การจำแนกสมรรถนะความอุดมสมบูรณ์ของดินเพื่อการใช้ประโยชน์ทางการเกษตรบนพื้นที่ลาดเขา: กรณีศึกษาบริเวณอำเภอ

เชียงม่วน จังหวัดพะเยา. **วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์**, 3(1), 30-40.

มูลนิธิโครงการหลวง. 2555. **ข้อมูลพื้นฐานสถานีเกษตรหลวงและศูนย์พัฒนาโครงการหลวง 39 แห่ง.** เชียงใหม่: มูลนิธิโครงการหลวง.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2551. **ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยุพเยาว์ หัสจรรย์. 2552. **ความชื้นและลักษณะการดูดยึดน้ำภายใต้การใช้ที่ดินที่แตกต่างกันบนพื้นที่สูง กรณีศึกษาที่ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์.

รวี รัตนาคม. 2548. **ผลกระทบของไฟต่อดินในป่าเต็งรัง ณ อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ลาวรรณ์ พร้อมสุข, เสาวนุช ถาวรพฤกษ์ และเอิบ เขียวรื่นรมณ์. 2556. การประเมินคุณภาพดินเพื่อใช้ทางการเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสัก ส่วนที่ 2 จังหวัดเพชรบูรณ์. **แก่นเกษตร**, 41(2), 137-146.

วรนันท์ สนกันหา. 2554. **สมบัติดินและการกักเก็บคาร์บอนภายใต้สภาพป่าต่างชนิดในพื้นที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรางคณา รักทองสุข. 2550. **ความสัมพันธ์เชิงปริมาณระหว่างคาร์บอนอินทรีย์ สัดส่วนดินเหนียว ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก และจุลธาตุอาหารของดินสวนผลไม้ในจังหวัดนครปฐม สมุทรสาคร และสมุทรสงคราม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วิทยา จินดาหลวง. 2551. **การวิเคราะห์ปัจจัยทางดินที่มีผลต่อการปลูกพืชในพื้นที่อินทนนท์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์.

วีคำ เมฆตระกูล, เสาวนุช ถาวรพฤกษ์, ณัฐพล จิตมาตย์ และเอิบ เขียวรื่นรมณ์. 2563. ศักยภาพดินและความเหมาะสมของที่ดินทางการเกษตรในพื้นที่น้ำมัง เมืองท่าพระบาท แขวงบอลิคำไซ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (สปป. ลาว). **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า**, 38(3), 332-341.

วรพันธ์ เกียรติชิมกุล. 2531. **การศึกษาคุณสมบัติและการกำเนิดของดินสีแดงและดินสีเหลืองในภาคตะวันตกของประเทศไทย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วันทนีย์ ศรีรัฐ. 2531. **ภูมิศาสตร์เขตร้อน.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

วุฒิพงษ์ นาชัยเวียง. 2556. **การฟื้นฟูสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินในระบบไร่หมุนเวียนบนที่สูง จังหวัดแม่ฮ่องสอน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ศุภธิดา อ่ำทอง. 2560. **ดินปลูกข้าวและการจัดการ.** เชียงใหม่: คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ศิราณี วงศ์กระจ่าง และบัญชา รัตนีทู. 2556. การจัดการดินทรายจัด เพื่อใช้ประโยชน์ทางการเกษตร. **วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์**, 5(4), 184-194.

สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ. 2563. **แนวทางการจัดการดินและธาตุอาหารพืชตระกูลส้มบนพื้นที่สูง.** พิมพ์ครั้งที่ 1. เชียงใหม่: สำนักพิมพ์ บริษัท เชียงใหม่ พริ้นติ้ง จำกัด.

สิทธานต์ ชมภูแก้ว. 2551. **ศักยภาพของดินที่ใช้ปลูกลำไยในภาคเหนือของประเทศไทย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์.

สิปปวิชญ์ ปัญญาตุ้ย, สุมาลี มีปัญญา, ศิลาวัน จันทรบุตร, จารุวี อันเซตาม อาทิตยา ยอดใจ, ศิริลักษณ์ ใจบุญทา, นงนุช ประดิษฐ์, ผกากานต์ ทองสมบุญ, สุทธกานต์ ใจกาวิล, พิชญ์นันท์ กังแฮ และ วิสุทธิ์ กีปทอง. 2562. ความอุดมสมบูรณ์ของดินบนพื้นที่สูงสำหรับการปลูกข้าวของกลุ่มชาติพันธุ์ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน และน่าน. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**, 8(1), 13-24.

สุธีระ เหิมฮึก. 2564. **วนเกษตร**. เชียงใหม่: คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

เสาวคนธ์ วิลเลี่ยมส์. 2554. **เกษตรผสมผสานและทฤษฎีใหม่.** เพชรบุรี: ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบุรี.

สุขวิทย์ โสภาพล. 2554. ข้าวอินทรีย์: แนวคิดและแนวการผลิต. **วารสารการเกษตรราชภัฏอุบลราชธานี**, 10(2), 43-53.

อรรจน์ ประภัสสร. 2549. **ความอุดสมบูรณ์ของดินภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตรที่หลากหลาย กรณีศึกษา ลุ่มน้ำขุนสมุน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

เอิบ เขียวรื่นรมณ์. 2548. **การสำรวจดิน.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อลงกรณ์ ขุนไกร, สุรชาติ เพชรแก้ว และเชาวน์ ยงเฉลิมชัย. 2563. ผลของรูปแบบการใช้ที่ดินและ

สภาพภูมิประเทศต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน บริเวณลุ่มน้ำทุ่งใหญ่ จังหวัดสงขลา. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, 28(7), 1175-1184.

อังคณา สมศักดิ์, ถาวร อ่อนประไพ และกฤษฎา แก่นมณี. 2563. การประเมินความเหมาะสมที่ดินและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์สำหรับต้นแบบการปลูกพืชภายใต้ระบบวนเกษตรบนพื้นที่สูง จังหวัดน่าน. **แก่นเกษตร**, 48(3), 623-638.

อานัฐ ตันโช. 2556. **เกษตรธรรมชาติประยุกต์.** พิมพ์ครั้งที่ 3. เชียงใหม่: เครือข่ายเกษตรธรรมชาติภาคเหนือ.

Boul, S.W, Southard, R.J, Gaham, R.C and Daniel, P.A. Mc. 2011. **Soil Genesis and Classification,** 6th. In. New York: John Wiley and Sons.

Brady, N.C and Weil, R.R. 2008. **The Nature and Properties of Soil**. USA: New Jersey.

Bray, R.H and Kurtz, L.T. 1945. Determination of total, organic and available firms of phosphorus in soil. **Soil Science**, 59(39-45).

Chapman, H.D. 1965. Cation exchange capacity: In Method of Soil Analysis, Part II: Chemical and Microbiological Properties. **Soil Science**, 9, 891-901.

FAO. 1976. **A Framework for Land Evaluation**. Soils Bulletin No.32. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

FAO. 1983. **Guidelines for Land Evaluation for Rainfed agriculture**. Rome: FAO Soils Bulletin.

Halajnia, A, Haghnia, G.H, Fotovat, A and Khorasani, R. 2009. Phosphorus fractions in calcareous soil amended with P fertilizer and cattle manure. **Geoderma**, 150(1-2), 209-213.

Kunstadter, P. and Chapman, E.C. 1978. **Problems of Shifting Cultivation and Economic Development in Northern Thailand**. Hawaii: University of Hawaii Press.

Mortvedt, J.J., Murphyy, L.S and Follet, R.H. 1999. **Fertilizer Technology and Application**. Ohio: Willoughby: Meister Publishing.

National Soil Survey Center. 1996. **Soil Survey Laboratory Method Manual.** United States Department of Agriculture (USDA): Soil Survey Investigationo.

Pearce, R.C, Li, Y. and Bush, L.P. 1999. Calcium and bicarnonate ffects on the growth and nutrient uptake of burley tobacco seedlings: hydroponic culture. **Journal Plant Nutrition**, 22(1069-1078).

Quideau, S.A. 2002. **Organic matter accumulation, In Encyclopedia of Soil Science. In R. Lal (ed.).** New York: Marcel Dekker Inc.

Thomas, G.W. 1996. **Soil pH and soil acidity, In Methods of Soil Analysis, Part 3: Chemical Methods**. USDA: Soil Science Society of America

Virgo, K.J and Holmes, D.A. 1977. Soils and landform features of mountainous terrain in South Thailand. **Geoderma**, 18(207-225).

Walkley, A and Black, I.A. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chronic acid titration method. **Soil Science**, 37(29-38).

Weil, R. R. and Brady, N. C. 2017. **The Nature and Properties of Soils.** 15th edition. New Jersey: Pearson Education.

Zhang, M., Li, C.L., Li, Y.C and Harris, W.G. 2014. Phosphate minerals and solubility in native and agricultural calcareous soils. **Geoderma**, 232, 164-171.

Zhuan-xi, Bo, L.Z., Jia-liang, T and Tao, W. 2009. Phosphorus retention capacity of agricultural headwater ditch sediments under alkaline condition in purple soils area, China. **Ecological Engineering**, 35, 57-64.

Zhao, J., Li, C., Lu, C., Deng, L., Liu, G. and Fan, M. 2020. **Acidic condition accelerates cation release from purple rock in Southwestern China.** Yunnan Basic Research: Scientifc Reports.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
เกณฑ์ค่ามาตรฐานของค่าวิเคราะห์ดิน

ข้อจำกัดต่างๆ ที่ใช้ในการประเมินระดับสมบัติทางเคมี (Soil Survey Division Staff, 2017)

ตารางภาคผนวกที่ 1 ปฏิกิริยาของดิน (Soil reaction), pH (ดิน:น้ำ=1:1)

ระดับ (rating)	พิสัย
เป็นกรดรุนแรงมากที่สุด (Ultra acid)	<3.5
เป็นกรดรุนแรงมาก (Extremely acid)	3.4-4.5
เป็นกรดจัดมาก (Very strongly acid)	4.5-5.0
เป็นกรดจัด (Strongly acid)	5.1-5.5
เป็นกรดปานกลาง (Moderately acid)	5.6-6.0
เป็นกรดเล็กน้อย (Slightly acid)	6.1-6.5
เป็นกลาง (Neutral)	6.6-7.3
เป็นด่างเล็กน้อย (Slightly alkaline)	7.4-7.8
เป็นด่างปานกลาง (Moderately alkaline)	7.9-8.4
เป็นด่างจัด (Strongly alkaline)	8.5-9.0
เป็นด่างจัดมาก (Very strongly alkaline)	> 90

ตารางภาคผนวกที่ 2 อินทรียวัตถุ (Organic matter)

ระดับ (rating)	พิสัย (%)
ต่ำมาก (Very low)	< 0.5
ต่ำ (Low)	0.5-1.0
ค่อนข้างต่ำ (Moderately low)	1.0-1.5
ปานกลาง (Moderate)	1.5-2.5
ค่อนข้างสูง (Moderate high)	2.5-3.5
สูง (High)	3.5-4.5
สูงมาก (Very high)	> 4.5

ตารางภาคผนวกที่ 3 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus) (Bary II)

ระดับ (rating)	พิสัย (mg kg^{-1})
ต่ำมาก (Very low)	< 3
ต่ำ (Low)	3-6
ค่อนข้างต่ำ (Moderately low)	6-10
ปานกลาง (Moderate)	10-15
ค่อนข้างสูง (Moderate high)	15-25
สูง (High)	25-45
สูงมาก (Very high)	> 45

ตารางภาคผนวกที่ 4 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable potassium) (NH_4OAc)

ระดับ (rating)	พิสัย (mg kg^{-1})
ต่ำมาก (Very low)	< 30
ต่ำ (Low)	30-60
ปานกลาง (Moderate)	60-90
สูง (High)	90-120
สูงมาก (Very high)	> 120

ตารางภาคผนวกที่ 5 ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchangeable Capacity; CEC)

ระดับ (Rating)	พิสัย (cmol kg^{-1})
ต่ำมาก (Very low)	< 3
ต่ำ (Low)	3-5
ค่อนข้างต่ำ (Moderately low)	5-10
ปานกลาง (Moderate)	10-15
ค่อนข้างสูง (Moderate high)	15-20
สูง (High)	20-30
สูงมาก (Very high)	> 30

ตารางภาคผนวกที่ 6 อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (Base Saturation)

ระดับ (Rating)	พิสัย (%)
ต่ำ (Low)	35
ปานกลาง (Moderate)	35-75
สูง (High)	>75

ตารางภาคผนวกที่ 7 การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ระดับความอุดมสมบูรณ์ (Rating)	OM (%)	P (.....mg kg^{-1}.....)	K	CEC (cmol kg^{-1})	BS (%)
ต่ำ (Low)	<1.5	<10	<60	<10	<35
ระดับคะแนน	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
ปานกลาง (Moderate)	1.5-3.5	10-25	60-90	10-20	35-75
ระดับคะแนน	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
สูง (High)	>3.5	>25	>90	>20	>75
ระดับคะแนน	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)

สำหรับวิธีคิดระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินใช้วิธีการให้คะแนน ดังนี้

(1) ถ้าผลรวมคะแนนทั้งหมด ≤7 ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

(2) ถ้าผลรวมคะแนนทั้งหมดอยู่ระหว่าง 8-12 ถือว่าดินมีคความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง

(3) ถ้าผลรวมคะแนนทั้งหมด ≥13 ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง

ภาคผนวก ข

ข้อมูลเกษตรกร

ตารางภาคผนวกที่ 8 ข้อมูลเกษตรกรในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ จ.เชียงใหม่

ลำดับที่	พิกัด		ชั้นดิน (cm)	ชนิดหิน	ความลาดชัน	pH	OM (%)	P (.....mg kg^{-1}.....)	K (.....mg kg^{-1}.....)	CEC (cmol kg^{-1})	BS (%)
	X	Y									
1	454116	2098074	0-15	SD	12-20	4.68	2.43	5.49	135.20	4.65	69.06
			15-30			4.83	1.97	2.38	115.35	6.20	60.60
2	454808	2099239	0-15	SD	2-5	6.68	2.42	16.91	144.05	6.87	98.98
			15-30			5.94	1.39	9.17	95.35	7.60	83.32
3	455244	2097360	0-15	SD	12-20	5.47	2.33	6.77	102.90	6.43	64.53
			15-30			5.58	1.24	4.32	98.45	4.53	97.97
4	455146	2098590	0-15	SD	20-35	4.61	2.17	12.90	127.80	6.06	66.88
			15-30			5.11	1.37	5.12	82.03	5.43	72.61
5	454943	2099046	0-15	SD	2-5	6.61	2.27	12.26	93.28	7.45	73.62
			15-30			6.53	1.89	8.29	64.65	6.78	76.93
6	455172	2098714	0-15	SD	5-12	4.89	2.97	9.78	87.25	7.54	62.60
			15-30			5.65	1.52	4.69	85.83	7.80	64.75
7	455202	2098669	0-15	SD	5-12	4.77	2.72	12.48	107.43	7.60	58.97
			15-30			5.25	1.69	5.24	79.53	8.34	64.79
8	455940	2098539	0-15	SD	20-35	4.81	1.61	16.04	179.15	8.70	48.71
			15-30			4.51	1.58	11.52	151.18	9.20	45.21
9	455265	2098544	0-15	SD	5-12	5.14	2.69	13.60	112.08	6.00	65.67
			15-30			5.95	1.51	10.74	178.26	9.50	51.89
10	454882	2101024	0-15	SD	12-20	4.79	3.29	14.78	157.24	9.70	59.08
			15-30			4.99	2.35	13.32	104.68	7.50	73.10
11	456943	2102909	0-15	SD	12-20	5.93	2.42	13.86	78.67	6.50	92.27
			15-30			5.97	2.20	10.24	60.38	5.40	89.47
12	455873	2096274	0-15	SD	5-12	6.38	3.76	17.64	174.86	13.50	55.98
			15-30			6.72	2.59	11.15	186.71	8.70	83.43
13	455660	2099803	0-15	SD	12-20	5.52	3.86	37.76	146.38	4.50	79.99
			15-30			6.02	2.69	30.23	143.23	6.90	71.00
14	455092	2097405	0-15	SD	5-12	7.48	2.55	18.74	93.55	9.40	87.82
			15-30			7.86	1.88	15.93	141.58	8.70	92.88
15	456890	2102512	0-15	SD	12-20	4.84	2.15	21.34	81.39	5.20	97.53
			15-30			4.97	1.98	18.38	134.14	8.10	79.00
16	456985	2102471	0-15	SD	>35	4.47	2.35	13.49	118.62	9.70	58.14
			15-30			4.63	1.95	9.34	232.15	8.50	58.12
17	455372	2098799	0-15	SD	0-2	5.08	2.65	9.34	101.67	10.70	39.05
			15-30			5.67	1.61	7.80	63.29	12.60	37.60
18	456313	2100630	0-15	SD	>35	5.53	3.09	9.49	138.90	13.70	35.41
			15-30			5.74	2.72	9.86	120.66	12.70	50.86
19	455447	2098935	0-15	SD	5-12	5.17	2.65	23.01	224.54	9.60	48.32

ตารางภาคผนวกที่ 8 (ต่อ)

ลำดับที่	พิกัด		ชั้นดิน	ชนิดหิน	ความลาดชัน	pH	OM	P	K	CEC	BS
	X	Y	(cm)				(%)	(.....mg kg^{-1}.....)		(cmol kg^{-1})	(%)
			15-30			5.52	1.51	17.56	168.86	15.30	29.71
20	454696	2100882	0-15	SD	12-20	4.52	2.02	7.71	116.75	6.60	61.77
			15-30			4.76	1.44	3.63	77.52	7.00	84.96
21	455456	2098370	0-15	SD	5-12	4.85	2.35	17.60	191.05	8.90	70.97
			15-30			5.32	1.61	12.35	130.61	6.60	80.93
22	456317	2101649	0-15	SD	>35	5.16	3.86	11.82	293.48	16.90	28.67
			15-30			5.16	2.69	11.71	247.32	16.80	28.97
23	455663	2096105	0-15	SD	12-20	6.45	1.98	16.67	193.98	11.00	44.37
			15-30			6.69	1.75	15.93	123.89	11.10	49.48
24	454565	2097873	0-15	SD	5-12	6.51	2.49	14.33	264.83	8.50	82.51
			15-30			6.71	2.02	12.58	219.53	14.00	41.22
25	455613	2096441	0-15	SD	12-20	4.53	1.68	5.71	105.49	5.80	90.34
			15-30			5.15	1.65	4.00	91.34	8.60	49.45
26	454755	2099468	0-15	SD	5-12	4.62	2.63	8.65	65.48	9.35	47.38
			15-30			5.23	1.34	3.17	68.48	7.53	57.44
27	454183	2097928	0-15	SD	>35	4.72	1.73	17.26	122.80	4.30	94.89
			15-30			5.55	1.18	8.78	67.15	6.30	73.82
28	455480	2098329	0-15	SD	5-12	5.03	2.04	4.86	97.93	5.43	67.65
			15-30			4.96	1.67	3.14	67.25	5.20	70.03
29	455147	2098623	0-15	SD	12-20	5.24	2.17	14.41	121.85	6.49	68.77
			15-30			5.27	1.71	8.12	84.10	7.80	53.69
30	455542	2099008	0-15	SD	2-5	4.56	2.29	38.73	109.55	6.80	58.97
			15-30			6.01	1.29	17.38	83.83	5.80	91.28
31	455481	2098273	0-15	SD	12-20	5.23	2.32	18.85	182.38	6.25	79.42
			15-30			6.1	0.56	10.77	110.70	6.60	80.68
32	454646	2100501	0-15	SD	20-35	5.47	1.88	9.67	74.73	11.34	29.34
			15-30			5.23	0.26	4.06	65.13	5.63	44.17
33	454897	2097788	0-15	SD	12-20	4.36	1.98	9.75	80.55	6.40	26.44
			15-30			4.6	1.74	7.25	66.65	4.80	39.44
34	454894	2099783	0-15	SD	12-20	5.39	3.37	9.53	97.15	7.80	54.57
			15-30			5.37	2.42	5.04	61.93	3.40	94.68
35	454952	2098960	0-15	SD	5-12	5.16	2.31	19.13	161.95	8.53	50.50
			15-30			5.3	1.72	11.01	115.23	7.60	57.98
36	455113	2098669	0-15	SD	12-20	5.26	2.04	16.27	160.48	9.98	48.13
			15-30			5.32	1.36	9.35	83.05	5.49	87.46
37	455369	2098226	0-15	SD	20-35	4.85	2.02	8.97	131.93	6.54	60.19
			15-30			5.38	1.01	3.71	74.70	6.78	61.14

ตารางภาคผนวกที่ 8 (ต่อ)

ลำดับที่	พิกัด		ชั้นดิน (cm)	ชนิดหิน	ความลาดชัน	pH	OM (%)	P (.....mg kg^{-1}.....)	K (.....mg kg^{-1}.....)	CEC ($cmol\ kg^{-1}$)	BS (%)
	X	Y									
38	454827	2097880	0-15	SD	12-20	4.65	1.52	9.43	37.55	8.54	35.32
			15-30			4.58	0.82	4.37	29.00	5.34	43.42
39	468919	2085231	0-15	SDCt	2-5	5.98	1.74	6.69	106.45	7.60	83.88
			15-30			6.88	1.34	4.36	60.00	7.16	86.16
40	468897	2085395	0-15	SDCt	5-12	6.53	2.35	11.45	72.18	6.43	86.28
			15-30			6.59	1.72	8.94	70.93	8.46	67.23
41	469857	2081731	0-15	SDCt	5-12	6.39	2.58	7.60	92.78	9.43	67.05
			15-30			6.83	2.07	3.21	71.30	8.40	77.91
42	467873	2086617	0-15	SDCt	20-35	5.96	2.25	17.37	128.02	12.62	45.23
			15-30			6.67	1.34	12.93	80.46	7.98	81.17
43	467272	2089287	0-15	SDCt	>35	5.79	1.98	18.67	134.69	12.20	36.98
			15-30			6.39	1.88	16.78	89.26	12.80	45.77
44	465303	2088144	0-15	SDCt	>35	5.11	2.69	10.79	153.35	8.60	65.05
			15-30			5.24	2.22	10.64	57.59	6.50	53.22
45	468879	2085097	0-15	SDCt	2-5	7.09	1.68	8.79	102.20	9.04	70.08
			15-30			7.30	1.19	6.39	65.00	6.54	97.57
46	469674	2083008	0-15	SDCt	12-20	6.60	2.82	8.41	99.13	9.43	62.58
			15-30			7.04	1.56	5.62	74.28	7.70	78.60
47	469701	2081828	0-15	SDCt	12-20	6.03	2.30	9.70	116.88	8.32	56.20
			15-30			6.14	2.07	5.62	88.73	5.80	93.55
48	468856	2084095	0-15	Tmm	2-5	6.29	1.32	6.57	84.88	7.40	68.38
			15-30			6.60	1.31	3.60	67.70	8.42	60.16
49	468954	2084424	0-15	Tmm	2-5	6.5	1.80	10.95	121.73	8.40	76.47
			15-30			7.06	1.50	6.21	93.80	8.53	75.78
50	469147	2084731	0-15	Tmm	12-20	7.28	2.56	15.12	166.35	10.78	53.90
			15-30			6.86	1.39	8.20	86.48	7.34	70.23
51	471687	2083099	0-15	Tmm	12-20	7.05	3.02	12.12	151.27	11.60	63.32
			15-30			7.23	2.45	10.48	117.70	8.50	73.67
52	458624	2087963	0-15	Tmm	2-5	6.17	1.57	13.21	94.32	12.53	40.07
			15-30			6.04	1.43	10.12	68.33	10.36	41.27
53	468703	2084758	0-15	Tmm	12-20	5.94	1.29	6.17	117.00	6.52	99.31
			15-30			6.53	1.26	5.87	52.55	7.08	87.39
54	468702	2084861	0-15	Tmm	12-20	6.13	1.67	16.07	37.25	3.34	95.94
			15-30			6.06	1.00	7.16	39.65	5.60	92.63
55	469200	2085106	0-15	Tmm	12-20	6.5	2.65	14.29	72.18	6.28	99.54
			15-30			6.65	1.68	7.88	81.08	7.34	85.22
56	468606	2083979	0-15	Tmm	12-20	6.51	1.77	7.26	88.18	7.54	76.40

ตารางภาคผนวกที่ 8 (ต่อ)

ลำดับที่	พิกัด		ชั้นดิน (cm)	ชนิดหิน	ความลาดชัน	pH	OM (%)	P (.....mg kg^{-1}.....)	K (.....mg kg^{-1}.....)	CEC ($cmol\ kg^{-1}$)	BS (%)
	X	Y									
			15-30			6.56	1.29	4.02	63.93	5.88	84.24
57	468751	2084021	0-15	Tmm	5-12	6.61	3.00	9.06	106.38	8.20	78.29
			15-30			6.74	2.25	5.97	61.95	8.92	72.19
58	468656	2084311	0-15	Tmm	12-20	6.13	1.08	10.32	125.18	10.43	52.87
			15-30			6.51	0.46	6.21	81.75	6.98	76.77
59	468803	2084445	0-15	Tmm	5-12	7.23	2.87	15.68	227.33	8.43	79.91
			15-30			7.26	1.34	8.47	120.33	7.13	89.18
60	469162	2084008	0-15	Tmm	12-20	6.55	2.74	7.50	116.75	10.32	63.20
			15-30			6.83	2.64	3.94	143.45	8.53	80.10
61	468980	2083840	0-15	Tmm	2-5	6.64	1.80	7.23	85.25	6.53	89.71
			15-30			6.94	1.61	3.10	63.78	8.90	66.94
62	469547	2083038	0-15	Tmm	2-5	7.63	3.29	31.91	92.01	6.74	99.78
			15-30			6.35	1.83	10.82	79.45	8.10	76.78
63	469162	2084008	0-15	Tmm	12-20	6.1	2.27	8.83	84.95	15.43	34.48
			15-30			6.36	1.61	6.31	65.43	13.20	40.15
64	468936	2083593	0-15	Tmm	2-5	6.53	2.22	10.53	129.40	7.42	79.34
			15-30			6.83	1.46	8.36	63.40	8.40	69.47
65	459418	2087277	0-15	Tmm	12-20	6.08	1.95	21.43	110.30	10.43	52.46
			15-30			6.04	1.62	12.31	98.50	6.43	87.39
66	459454	2087309	0-15	Tmm	12-20	6.38	1.94	12.62	121.80	6.06	96.88
			15-30			6.18	1.26	8.16	81.93	9.78	42.50
67	462617	2085434	0-15	Tmm	20--35	5.06	2.22	17.56	173.38	6.30	91.79
			15-30			5.48	1.68	15.19	117.63	10.60	45.26
68	459375	2087316	0-15	Tmm	12-20	6.02	1.34	18.85	120.00	6.53	70.85
			15-30			5.82	0.85	7.76	127.88	6.00	68.55
69	461891	2086278	0-15	Trm	12-20	6.52	2.65	10.60	175.65	8.14	80.90
			15-30			6.37	1.31	5.15	91.18	7.44	83.81
70	461923	2086208	0-15	Trm	20-35	5.81	1.19	10.89	112.30	9.23	67.69
			15-30			6.35	1.61	6.49	82.60	7.65	67.90
71	462020	2086295	0-15	Trm	12-20	6.38	1.86	5.28	83.15	9.84	55.83
			15-30			5.76	1.67	3.61	64.83	7.80	64.88

ตารางภาคผนวกที่ 9 ความเหมาะสมแต่ละปัจจัยวินิจฉัยของกระเทียม

ลำดับที่	พิกัด		ความอุดมสมบูรณ์	CEC ดินบน	BS ดินบน	ความลึก	กรวดปน	ปฏิกิริยาดิน	ความลาดชัน
	X	Y							
1	454116	2098074	S1	S3	S1	S1	S1	S3	S2
2	454808	2099239	S1	S2	S1	S1	S1	S2	S1
3	455244	2097360	S1	S2	S1	S1	S1	S2	S2
4	459418	2087277	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S2
5	459454	2087309	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S2
6	468919	2085231	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S1
7	468897	2085395	S1	S2	S1	S1	S1	S2	S1
8	468856	2084095	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S1
9	468954	2084424	S1	S2	S1	S1	S1	S2	S1
10	469857	2081731	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S1
11	455146	2098590	S1	S2	S1	S1	S1	S3	S3
12	454943	2099046	S1	S2	S1	S1	S1	S2	S1
13	455172	2098714	S1	S2	S1	S1	S1	S3	S1
14	455202	2098669	S1	S2	S1	S1	S1	S3	S1
15	469147	2084731	S1	S1	S1	S1	S1	S2	S2
16	467873	2086617	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S3
17	471687	2083099	S1	S1	S1	S1	S1	S2	S2
18	458624	2087963	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
19	455940	2098539	S1	S2	S1	S1	S1	S3	S3
20	467272	2089287	S1	S1	S1	S1	S1	S1	N
21	455265	2098544	S1	S2	S1	S1	S1	S2	S1
22	454882	2101024	S1	S2	S1	S1	S1	S3	S2
23	456943	2102909	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S2
24	455873	2096274	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
25	455660	2099803	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S2
26	465303	2088144	S1	S2	S1	S1	S1	S2	N
27	455092	2097405	S1	S2	S1	S1	S1	S3	S1
28	456890	2102512	S1	S2	S1	S1	S1	S3	S2
29	456985	2102471	S1	S2	S1	S1	S1	N	N
30	455372	2098799	S1	S1	S1	S1	S1	S2	S1
31	456313	2100630	S1	S1	S1	S1	S1	S1	N
32	455447	2098935	S2	S2	S1	S1	S1	S2	S1
33	454696	2100882	S1	S2	S1	S1	S1	S3	S2
34	455456	2098370	S1	S2	S1	S1	S1	S3	S1
35	456317	2101649	S1	S1	S2	S1	S1	S2	N
36	455663	2096105	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S2
37	454565	2097873	S1	S2	S1	S1	S1	S2	S1

ตารางภาคผนวกที่ 9 (ต่อ)

ลำดับที่	พิกัด		ความอุดมสมบูรณ์	CEC ดินบน	BS ดินบน	ความลึก	กรวดปน	ปฏิกิริยาดิน	ความลาดชัน
	X	Y							
38	462617	2085434	S1	S2	S1	S1	S1	S2	S3
39	455613	2096441	S1	S2	S1	S1	S1	S3	S2

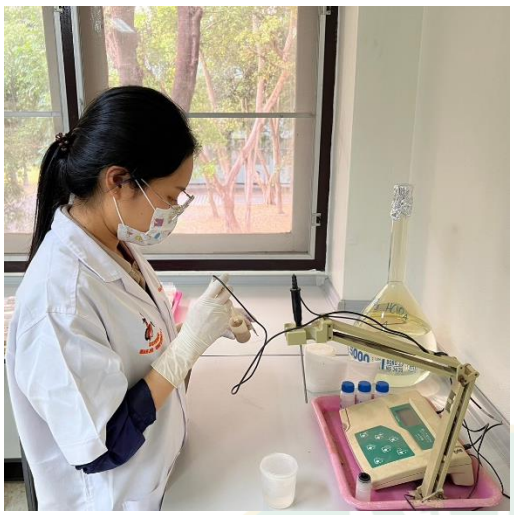
ตารางภาคผนวกที่ 10 ความเหมาะสมแต่ละปัจจัยวินิจฉัยของข้าวโพด

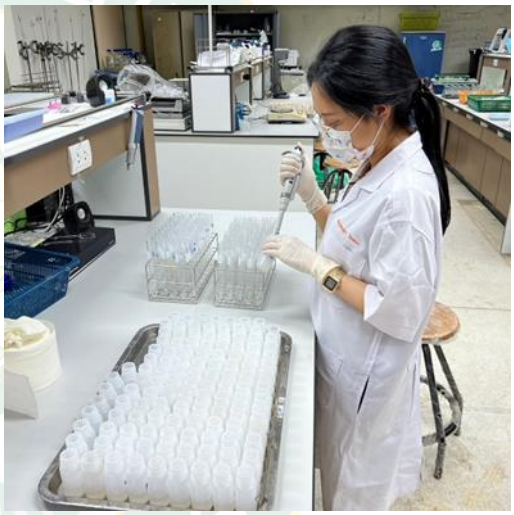
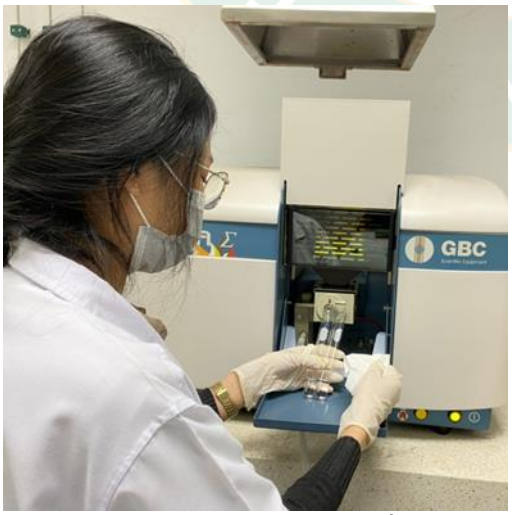
ลำดับที่	พิกัด		การระบายน้ำ	ความอุดมสมบูรณ์	CEC ดินล่าง	BS ดินล่าง	ความลึกของดิน	กรวดปน	ความลึกชั้นจุดประ	ความลาดชัน
	X	Y								
1	454755	2099468	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S1
2	454183	2097928	S2	S1	S2	S1	S1	S1	S1	N
3	455480	2098329	N	S1	S2	S1	S1	S1	S3	S1
4	455147	2098623	S3	S1	S2	S1	S1	S1	N	S2
5	455542	2099008	S2	S1	S2	S1	S1	S1	S3	S1
6	455481	2098273	S3	S1	S2	S1	S1	S1	S3	S2
7	454646	2100501	S3	S1	S2	S1	S1	S1	S2	S3
8	454897	2097788	S1	S2	S2	S1	S1	S1	S1	S2
9	454894	2099783	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S2	S2
10	459375	2087316	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S3	S2
11	461891	2086278	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S2
12	468703	2084758	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S2
13	468702	2084861	S3	S2	S2	S1	S1	S1	N	S2
14	468879	2085097	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S1
15	469200	2085106	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S2
16	468606	2083979	S3	S1	S2	S1	S1	S1	S3	S2
17	468751	2084021	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S1
18	468656	2084311	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S2
19	468803	2084445	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S1
20	469162	2084008	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S2
21	468980	2083840	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S1
22	469674	2083008	S3	S1	S2	S1	S1	S1	S3	S2
23	469547	2083038	S1	S2	S2	S1	S1	S1	S1	S1
24	469701	2081828	S3	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S2
25	469162	2084008	S3	S1	S2	S1	S1	S1	S3	S2
26	454952	2098960	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S1
27	455113	2098669	S3	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S2
28	455369	2098226	S3	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S3
29	454827	2097880	N	S1	S2	S1	S1	S1	S2	S2
30	461923	2086208	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S3
31	462020	2086295	N	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S2
32	468936	2083593	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S1

ภาคผนวก ค

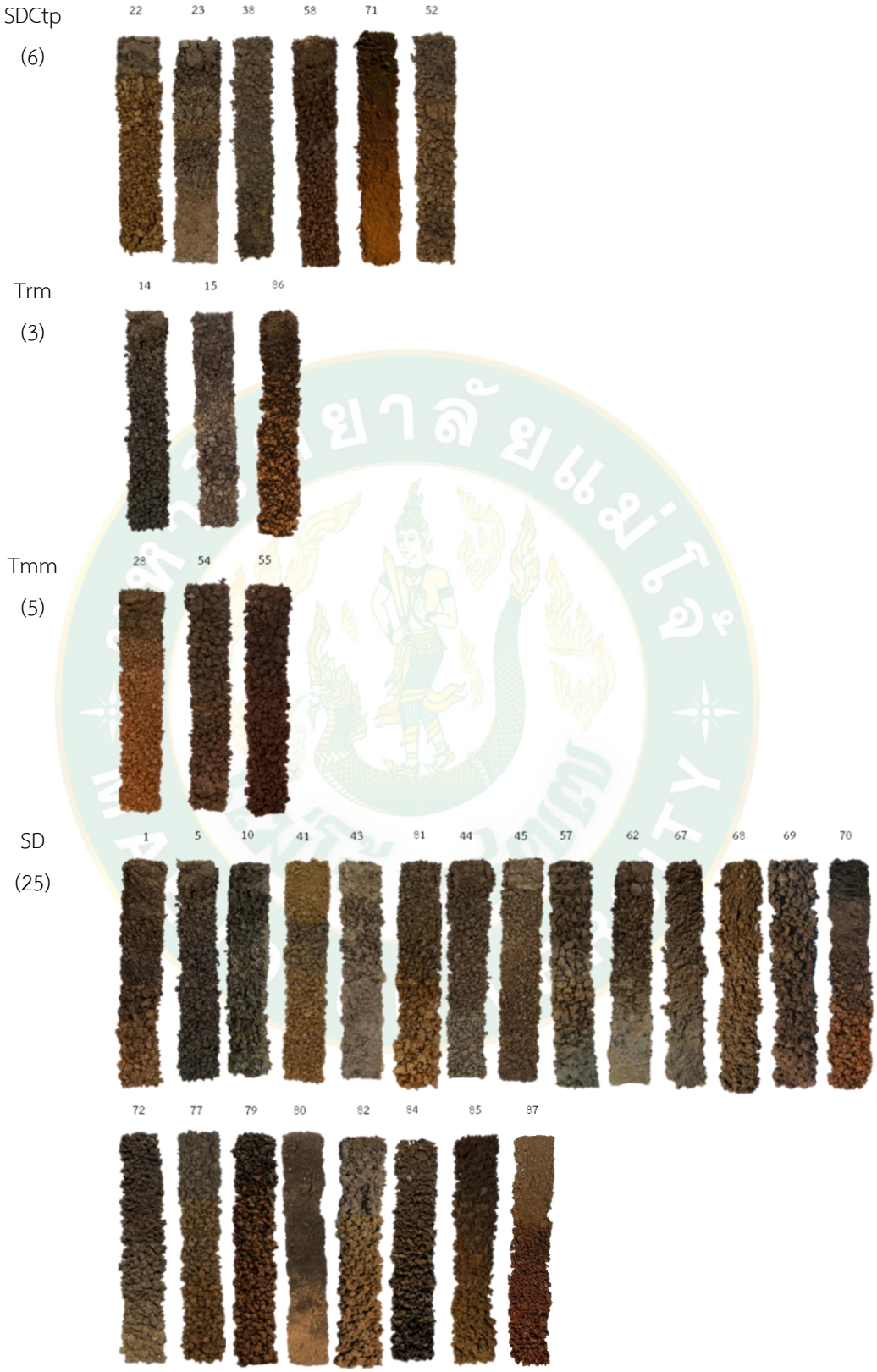
ภาพภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่ 1 การเก็บตัวอย่างดินภาคสนาม

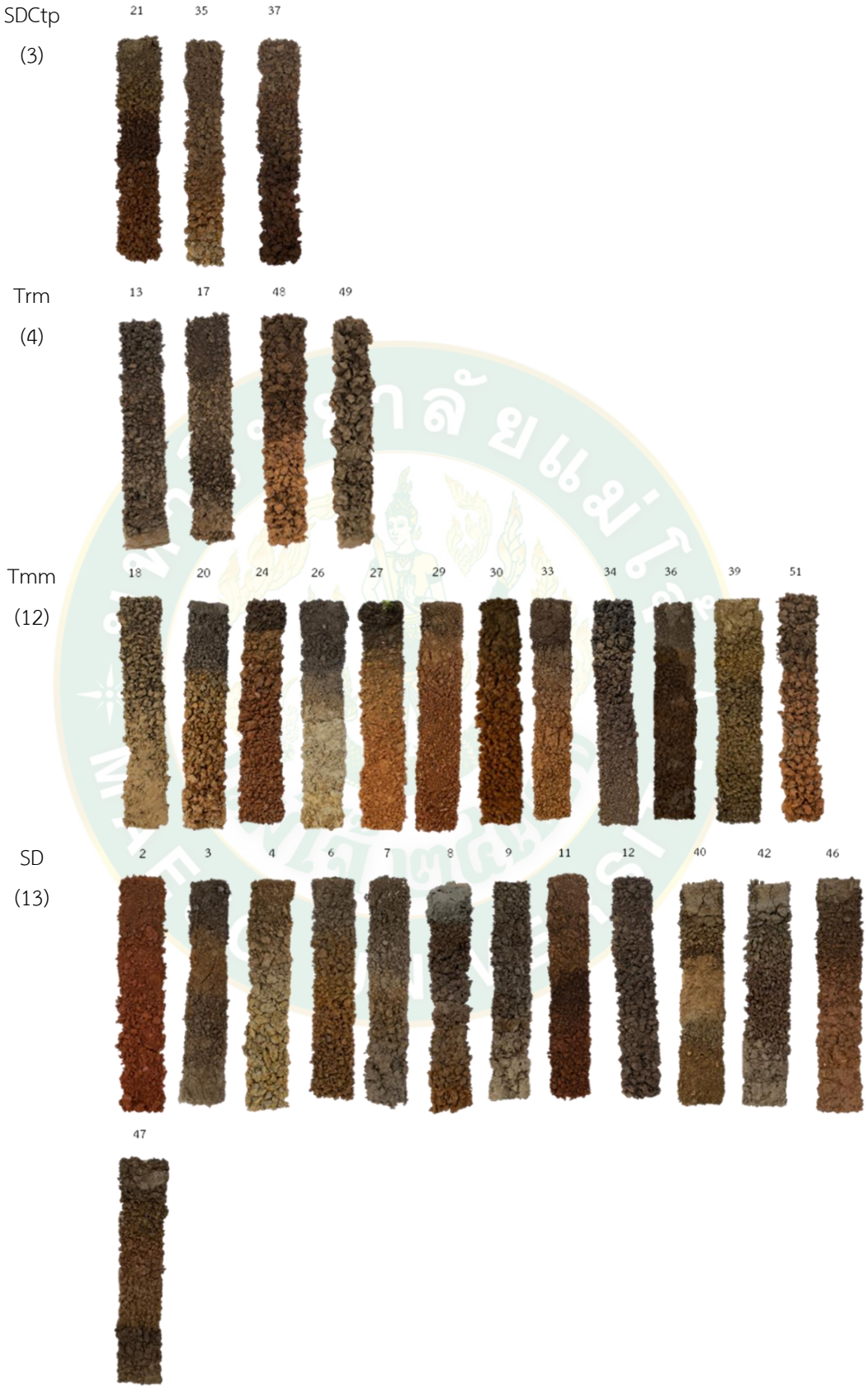


ภาพภาคผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ตัวอย่างดินในห้องปฏิบัติการ



ภาพภาคผนวกที่ 3 หน้าตัดดินในพื้นที่ที่มีการปลูกกระเทียม



ภาพภาคผนวกที่ 4 หน้าตัดดินในพื้นที่ที่มีการปลูกข้าวโพด

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นางสาวคุณัญญา ชิดทอง

เกิดเมื่อ 4 พฤศจิกายน 2537

ประวัติการศึกษา พ.ศ.2560 ปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

ประวัติการทำงาน -