สำนักหอสมุด
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

การกระจายตัวและระดับของอะลูมิเนียมในดินปลูกข้าวโพดที่ดอน ในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

ปราโณตม์ สวมชัยภูมิ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาปฐพีศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

การกระจายตัวและระดับของอะลูมิเนียมในดินปลูกข้าวโพดที่ดอน
ในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

ปราโณตม์ สวมชัยภูมิ

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาปฐพีศาสตร์

พิจารณาเห็นชอบโดย **อาจารย์ที่ปรึกษา**

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จีราภรณ์ อินทสาร)
วันที่ 10 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2561

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร)
วันที่ 10 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2561

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(อาจารย์ ดร.วาสนา วิรุญรัตน์)
วันที่ 10 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2561

ประธานอาจารย์ประจำหลักสูตร .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร)
วันที่ 10 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2561

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่ 16 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2561

ชื่อเรื่อง การกระจายตัวและระดับของอะลูมิเนียมในดินที่ปลูกข้าวโพดที่ดอนในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย
ชื่อผู้เขียน นายปราโณตม์ สวมชัยภูมิ
ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาปฐพีศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จีราภรณ์ อินทสาร

บทคัดย่อ

การศึกษาระดับของธาตุอาหารและระดับของอะลูมิเนียมในดินปลูกข้าวโพดที่ดอนในพื้นที่ 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดพะเยา แพร่ น่าน เชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำปางและลำพูน โดยการตรวจสอบพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ปลูกข้าวโพดบนที่ดอนตามกลุ่มชุดดินที่สำคัญในพื้นที่จังหวัดพะเยา แพร่ น่าน เชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำปางและลำพูน โดยการเก็บตัวอย่างดิน จังหวัดละ 5 จุด 6 ชั้นความลึก (0 - 15, 15 - 30, 30 – 45, 45 – 60, 60-80 และ 80-100 เซนติเมตร) และนำตัวอย่างดินมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีได้แก่ ปฏิกิริยาดิน อินทรียวัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมที่สกัดได้ และดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน พบว่าพื้นที่ปลูกข้าวโพดอยู่ในอันดับดิน Ultisols และ Alfisols โดยแบ่งเป็นกลุ่มชุดดินที่ 29, 35, 47, 48, 55 และ 56 พบว่ามีค่าปฏิกิริยาของดินอยู่ในช่วงกรดปานกลางถึงกรดรุนแรงมาก มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำมากถึงค่อนข้างสูง สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงมาก ส่วนปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้อยู่ระดับต่ำมากถึงต่ำ และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ระดับต่ำมากถึงสูง ขณะที่ดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืช ซึ่งระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินในสภาพดินปลูกข้าวโพดที่ดอนในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยนั้น อยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด

การศึกษาการกระจายตัวของอะลูมิเนียมในพื้นที่ปลูกข้าวโพดบนพื้นที่ดอนพบว่าค่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินนั้นอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืชทุกพื้นที่ ซึ่งแต่ละจังหวัดจะมีระดับการกระจายตัวที่แตกต่างกันไป โดยจังหวัดที่มีการกระจายตัวของอะลูมิเนียมในดินระดับที่ 5 ซึ่งเป็นระดับที่รุนแรงมากที่สุด ได้แก่จังหวัดพะเยา น่าน และแม่ฮ่องสอน จังหวัดที่มีการกระจายตัวของอะลูมิเนียมระดับที่ 4 ได้แก่จังหวัดพะเยาและแพร่ จังหวัดที่มีการกระจายตัวของอะลูมิเนียมระดับที่ 3 ได้แก่จังหวัดพะเยา แพร่ และแม่ฮ่องสอน จังหวัดที่มีการกระจายตัวของอะลูมิเนียมระดับ

ที่ 2 พบได้ในจังหวัดพะเยา แพร่ เชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำปาง และลำพูน จังหวัดที่มีการกระจายตัวของอะลูมิเนียมระดับที่ 1 พบได้ในจังหวัดเชียงราย และลำพูน

Title	DISTRIBUTION AND LEVEL OF ALUMINIUM IN UPLAND CORN CULTIVATION AREA ON UPPER NORTHERN PART OF THAILAND
Author	Mr. Pranode Somchaiyaphum
Degree	Master of Science Program in Soil Science
Advisor Committee Chairperson	Assistant Professor Dr. Jiraporn Inthasarn

ABSTRACT

The study on nutrient element and aluminium levels in upland corn cultivated soil in 8 upper northern provinces of Thailand. (Phayao, Prae, Nan, Chaing-Mai, Chaing-Rai, Mae-Hongson, Lampang and Lamphun) was carried out. Soil samples from 5 spots in each provices were collected at the depth of 0-15, 15-30, 30-45, 45-6 0 , 60-80 and 80-100 cm. They wave analysed for chemical properties, i.e. soil reaction, organic matters, extractable P K Ca and Mg and aluminum saturation index (ASI).

It was found that the corn cultivated areas were in the orders Ultisols and Alfisols of the soil series 29, 35, 47, 48, 55 and 56. It was found that the reaction of the soil was in the range of moderate to very strong acid. The organic matter was very low to moderately high. The amount of extractable phosphorus and potassium was very low to very high. The amount of calcium was low to very low. and the amount of magnesium was low to high, while ASI was in the dangerous level for corn. The soil fertility in corn growing areas in the upper northern Thailand was at an Insufficient level for corn growth.

Study on the distribution of aluminum in corn cultivated upland areas showed that the percentage of aluminum saturation in soil was at a level harmful to every plant. Each province had different levels of distribution. The province with the distribution of aluminum in soil at level 5 were Phayao, Nan and Mae Hong Son. Distribution at level 4 were found in Phayao and Phrae. Distribution at level 3 were found in Phayao, Phrae and Mae Hong Son. Distribution at level 2 was found in

Phayao, Phrae, Chiang Mai, Chiang Rai, Mae Hong Son, Lampang and Lamphun. The first level of aluminum was found in Chiang Rai and Lamphun.

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำการวิจัยเรื่อง การกระจายตัวและระดับของอะลูมิเนียมในดินที่ปลูกข้าวโพดที่ดอนในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยขอกราบ อีกทั้งยังต้องขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จีราภรณ์ อินทสาร ซึ่งได้รับเป็นประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร และอาจารย์ ดร.วาสนา วิรุญรัตน์ กรรมการที่ปรึกษาที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไข จนงานวิจัยฉบับนี้ของข้าพเจ้าสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี รวมถึงรองศาสตราจารย์ สมชาย องค์ประเสริฐ ที่ให้เกียรติเป็นประธานกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้ช่วยชี้แนะแนวทางในการทำงานศึกษานี้ให้เป็นวิทยานิพนธ์อย่างสมบูรณ์ขอบพระคุณ อาจารย์จักรพงษ์ ไชยวงศ์ ได้ให้คำปรึกษาในการศึกษาและการดำเนินงานวิจัย ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไข และช่วยเหลือตักเตือนในเรื่องของการทำงานวิจัยให้กับข้าพเจ้าตลอดมา ซึ่งทางผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณมาไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ได้สนับสนุนค่าใช้จ่ายในการศึกษาเล่าเรียนมาโดยตลอด ขอขอบพระคุณทุกๆคนในครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจให้ตลอดระยะเวลาในการศึกษาและรวมไปถึงขอขอบพระคุณ เพื่อนๆพี่ๆน้องๆ และบุคลากรสาขาปฐพีศาสตร์ ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้ช่วยติดต่อประสานงานให้คำแนะนำสนับสนุนคอยเป็นกำลังใจที่ดีให้กับข้าพเจ้าคอยให้ความช่วยเหลืออยู่เบื้องหลังตลอดระยะเวลาในการทำงานวิจัยในครั้งนี้และทำให้งานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณครับ

ปราโณตม์ สวมชัยภูมิ

พฤษภาคม 2561

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญภาพ	(12)
สารบัญตารางภาคผนวก	(13)
สารบัญภาพภาคผนวก	(14)
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	2
ขอบเขตงานวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
ข้าวโพด	3
ดินที่ดอน	4
ข้อมูลพื้นที่ที่ทำศึกษา	5
อะลูมิเนียมในดินและปริมาณอะลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน	11
ค่าปฏิกิริยาดินและความสัมพันธ์กับอะลูมิเนียม	12
ผลกระทบของอะลูมิเนียมในพืช	12
การแก้ไขความเป็นพิษของอะลูมิเนียม	14
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	16
ขอบเขตของการศึกษา	16
การพัฒนาฐานข้อมูลเชิงพื้นที่	16
การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ดิน	24
การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดิน	24

	หน้า
บทที่ 4 ผลการศึกษาและวิจารณ์	26
ผลการทดลอง	26
วิจารณ์ผลการทดลอง	87
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา	92
บรรณานุกรม	96
ภาคผนวก	99
ภาคผนวก ก ตารางภาคผนวก	100
ภาคผนวก ข ภาพภาคผนวก	104
ภาคผนวก ค ประวัติผู้วิจัย	110

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	พื้นที่ปลูกข้าวโพดบนกลุ่มชุดดินที่ดอนจังหวัดพะเยา	6
2	พื้นที่ปลูกข้าวโพดบนกลุ่มชุดดินที่ดอนจังหวัดแพร่	6
3	พื้นที่ปลูกข้าวโพดบนกลุ่มชุดดินที่ดอนจังหวัดน่าน	7
4	พื้นที่ปลูกข้าวโพดบนกลุ่มชุดดินที่ดอนจังหวัดเชียงใหม่	8
5	พื้นที่ปลูกข้าวโพดบนกลุ่มชุดดินที่ดอนจังหวัดเชียงราย	8
6	พื้นที่ปลูกข้าวโพดบนกลุ่มชุดดินที่ดอนจังหวัดแม่ฮ่องสอน	9
7	พื้นที่ปลูกข้าวโพดบนกลุ่มชุดดินที่ดอนจังหวัดลำปาง	10
8	พื้นที่ปลูกข้าวโพดบนกลุ่มชุดดินที่ดอนจังหวัดลำพูน	10
9	พื้นที่กลุ่มชุดดินที่ดอนของภาคเหนือตอนบน	19
10	พื้นที่ปลูกข้าวโพดของภาคเหนือตอนบน	20
11	แสดงพื้นที่ปลูกข้าวโพดบนชุดดินที่ดอนของภาคเหนือตอนบน	22
12	แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติคุณสมบัติทางเคมีของดิน ในพื้นที่จังหวัดพะเยา	29
13	ผลประเมินระดับของคุณสมบัติทางเคมีดิน ในพื้นที่จังหวัดพะเยา	30
14	แสดงผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียมและความอิ่มของอะลูมิเนียมในดิน (ร้อยละ) ในพื้นที่ จังหวัดพะเยา	31
15	แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติคุณสมบัติทางเคมีของดิน ในพื้นที่จังหวัดแพร่	35
16	ผลการประเมินระดับของคุณสมบัติทางเคมีดิน ในพื้นที่จังหวัดแพร่	36
17	แสดงผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียมและความอิ่มของอะลูมิเนียมในดิน (ร้อยละ) ในพื้นที่จังหวัดแพร่	38
18	แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติคุณสมบัติทางเคมีของดิน ในพื้นที่จังหวัดน่าน	42
19	ผลการประเมินระดับของคุณสมบัติทางเคมีดิน ในพื้นที่จังหวัดน่าน	43
20	แสดงผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียมและความอิ่มของอะลูมิเนียมในดิน (ร้อยละ) ในพื้นที่จังหวัดน่าน	45
21	แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติคุณสมบัติทางเคมีของดิน ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่	50
22	ผลการประเมินระดับของคุณสมบัติทางเคมีดิน ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่	51

ตารางที่		หน้า
23	แสดงผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียมและความอิ่มของอะลูมิเนียมในดิน (ร้อยละ) ในพื้นที่ จังหวัดเชียงใหม่	53
24	แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติคุณสมบัติทางเคมีของดิน ในพื้นที่จังหวัดเชียงราย	59
25	ผลการประเมินระดับของคุณสมบัติทางเคมีดิน ในพื้นที่จังหวัดเชียงราย	60
26	แสดงผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียมและความอิ่มของอะลูมิเนียมในดิน (ร้อยละ) ในพื้นที่จังหวัดเชียงราย	62
27	แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติคุณสมบัติทางเคมีของ ในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน	67
28	ผลการประเมินระดับของคุณสมบัติทางเคมีดิน ในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน	68
29	แสดงผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียมและความอิ่มของอะลูมิเนียมในดิน (ร้อยละ) ในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน	70
30	แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติคุณสมบัติทางเคมีของดิน ในพื้นที่จังหวัดลำปาง	75
31	ผลการประเมินระดับของคุณสมบัติทางเคมีดิน ในพื้นที่จังหวัดลำปาง	76
32	แสดงผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียมและความอิ่มของอะลูมิเนียมในดิน (ร้อยละ) ในพื้นที่จังหวัดลำปาง	78
33	แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติคุณสมบัติทางเคมีของดิน ในพื้นที่จังหวัดลำพูน	82
34	ผลการประเมินระดับของคุณสมบัติทางเคมีดิน ในพื้นที่จังหวัดลำพูน	83
35	แสดงผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียมและความอิ่มของอะลูมิเนียมในดิน (ร้อยละ)ในพื้นที่จังหวัดลำพูน	85
36	การแบ่งกลุ่มชุดดินที่พบตามอันดับดิน	90

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนที่แสดงพื้นที่กลุ่มชุดดินที่ดอนของภาคเหนือตอนบน	18
2	แผนที่แสดงพื้นที่ปลูกข้าวโพดของภาคเหนือตอนบน	20
3	แผนที่แสดงพื้นที่ปลูกข้าวโพดบนกลุ่มชุดดินที่ดอนของภาคเหนือตอนบน	21
4	แผนที่แสดงพื้นเก็บตัวอย่างดิน	23
5	แผนที่แสดงพื้นที่กลุ่มชุดดินจังหวัดพะเยา	32
6	แผนที่แสดงพื้นที่กลุ่มชุดดินจังหวัดแพร่	39
7	แผนที่แสดงพื้นที่กลุ่มชุดดินจังหวัดน่าน	46
8	แผนที่แสดงพื้นที่กลุ่มชุดดินจังหวัดเชียงใหม่	54
9	แผนทีแสดงพื้นที่กลุ่มชุดดินจังหวัดเชียงราย	63
10	แผนที่แสดงพื้นที่กลุ่มชุดดินจังหวัดแม่ฮ่องสอน	71
11	แผนที่แสดงพื้นที่กลุ่มชุดดินจังหวัดลำปาง	79
12	แผนที่แสดงพื้นที่กลุ่มชุดดินจังหวัดลำพูน	86
13	แผนที่ระดับความรุนแรงอะลูมิเนียมในดิน	91

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	ปฏิกิริยาของดิน (soil reaction), pH (ดิน : น้ำ = 1 : 1)	101
2	อินทรียวัตถุ (organic matter) (% organic carbon x 1.724)	101
3	ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ (extractable phosphorus) (Bray II)	102
4	ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ (extractable potassium) (NH_4OAc)	102
5	ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ (extractable calcium) (NH_4OAc)	102
6	ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ (extractable magnesium) (NH_4OAc)	103

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่		หน้า
1	แผนที่แสดงพื้นที่ทำการศึกษาและจุดเก็บตัวอย่าง	105
2	การเก็บตัวอย่างดิน	105
3	ตัวอย่างดิน	106
4	การวัดปฏิกิริยาดิน	107
5	วิเคราะห์หาปริมาณอินทรียวัตถุในดิน	108
6	การกรองตัวอย่างเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณ P, K , Ca และ Mg	108
7	การวิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม โดยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer	109

บทที่ 1
บทนำ

ข้าวโพด เป็นพืชมีพื้นที่ปลูกอยู่มากบริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย และข้าวโพดยังเป็นพืชหลักที่มีความสำคัญในภาคอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ (กิตติ, 2554) ในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยเป็นแหล่งปลูกข้าวโพดที่สำคัญ กระจายอยู่ในพื้นที่จังหวัดต่างๆ ได้แก่ น่าน พะเยา แพร่ เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง และแม่ฮ่องสอน ครอบคลุมพื้นที่ปลูกทั้งหมดกว่า2,373,559 ไร่ โดยจังหวัดน่านมีพื้นที่ปลูกข้าวโพด 803,050 ไร่ จังหวัดพะเยา 322,694 ไร่ จังหวัดแพร่ 312,995 ไร่ จังหวัดลำพูน 99,287 ไร่ จังหวัดลำปาง 148,186 ไร่ จังหวัดแม่ฮ่องสอน 55,024 ไร่ และจังหวัดเชียงใหม่ 172,574 ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจเกษตร, 2557) การผลิตข้าวโพดในแต่ละพื้นที่ในภาคเหนือตอนบนมีการจัดการทรัพยากร จัดการการใช้ประโยชน์ที่ดินอยู่น้อยจึงอาจมีผลทำให้ธาตุอาหารในดินสูญเสียไป และประกอบกับลักษณะของดินในพื้นที่ภาคเหนือส่วนใหญ่เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ เนื่องจากตั้งอยู่ในเขตร้อน ส่งผลให้ดินเกิดการผุพังสลายตัวได้อย่างรวดเร็ว ดินเขตร้อนส่วนใหญ่มีการพัฒนาการตัวสูงมีสภาพเป็นกรด และยังส่งผลต่อการสลายตัวของอินทรียวัตถุ ธาตุอาหารพืชในดินสูญเสียไปอย่างรวดเร็ว (สมชาย, 2551) นอกจากนี้ยังให้อะลูมิเนียมที่อยู่ในดินจะละลายออกมาในสภาพที่เป็นกรดจัด (อรวรรณ, 2551) ปริมาณอะลูมิเนียมที่ละลายออกมานั้นจึงเป็นข้อจำกัดที่สำคัญของการผลิตพืชในดินเขตร้อน ซึ่งการตรวจวัดความเป็นพิษของอะลูมิเนียมโดยการตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง อะลูมิเนียมที่สกัดได้และร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมได้ถูกนำมาใช้สำหรับการประเมินความเป็นพิษของอะลูมิเนียม โดยอะลูมิเนียมที่ละลายออกมาจะส่งผลเป็นพิษต่อพืชบางชนิด ซึ่งมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของรากส่งผลให้พืชรากสั้น หนาแข็งและมีสีน้ำตาล อาจจะมีอาการไหม้เป็นจุด ทำให้การดูดใช้ธาตุอาหารและดูดน้ำของพืชถูกจำกัด (ณัฐพล และคณะ, 2554) ในการศึกษาปริมาณของอะลูมิเนียมในภาคเหนือตอนบนของประเทศจะทำให้ทราบถึงปริมาณและระดับความเป็นอันตรายของพืช เฉพาะอย่างยิ่งข้าวโพดที่ดอน ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาและประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน ที่ปลูกข้าวโพดที่อาศัยน้ำฝนบริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

2. เพื่อศึกษาการกระจายตัวและระดับของอะลูมิเนียมในพื้นที่ปลูกข้าวโพดอาศัยน้ำฝนบริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

ขอบเขตงานวิจัย

1. ศึกษาการกระจายตัวและระดับความเป็นพิษของอะลูมิเนียมในพื้นที่ปลูกข้าวโพดอาศัยน้ำฝนบริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

2. ประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน ที่ปลูกข้าวโพดที่อาศัยน้ำฝนบริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบความอุดมสมบูรณ์ของดิน ที่ปลูกข้าวโพดที่อาศัยน้ำฝนบริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

2. ทราบการกระจายตัวและระดับความเป็นพิษของอะลูมิเนียมในพื้นที่ปลูกข้าวโพดอาศัยน้ำฝนบริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

งานวิจัย ได้ทำการตรวจและค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำให้เห็นแนวคิด ทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย รวมทั้งรวบรวมข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัยต่อการวิเคราะห์เนื้อหาและข้อมูล โดยมีแนวคิดและทฤษฎีต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ข้าวโพด

ข้าวโพด (*Zea mays* L.) เป็นธัญพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญมากชนิดหนึ่งใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ภายในประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) ข้าวโพดจัดเป็นหนึ่งในนโยบายสนับสนุนการปลูกเพื่อสร้างรายได้ให้เกษตรกร เพื่อลดปัญหาความยากจนเนื่องด้วยข้าวโพดเป็นหนึ่งในวัตถุดิบหลักที่ในอุตสาหกรรมผลิตอาหารเลี้ยงสัตว์ที่ขยายตัวอย่างรวดเร็วตามความต้องการบริโภคเนื้อสัตว์ของประชากรโลก ทำให้ราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีแนวโน้มสูงขึ้นซึ่งน่าจะเป็นโอกาสที่ดีสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพด (เขมรัฐ และ สิทธิเดช, 2555)

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวโพดดังนี้ (สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2558)

1. สภาพทางภูมิศาสตร์ เนื่องจากข้าวโพดมีความแปรปรวนทางพันธุกรรมสูงมาก จึงพบว่าข้าวโพดสามารถปลูกได้ในส่วนต่าง ๆ ของโลก ซึ่งมีสภาพดินฟ้าอากาศแตกต่างกันมาก ตั้งแต่เส้นรุ้งที่ 50 องศาเหนือ ไปจนถึง เส้นแวง 50 องศาใต้ และที่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเลไปจนถึงที่สูงจากระดับน้ำทะเลมากกว่า 1,000 เมตร ข้าวโพดเป็นพืชวันสั้น ปลูกในสภาพวันยาว จะใช้เวลาในการออกดอกและแก่ยาวขึ้น และมีจำนวนใบเพิ่มขึ้น แม้ว่าข้าวโพดเป็นพืชที่มีความสามารถปรับตัวได้กว้าง

2. อุณหภูมิ ข้าวโพดจะเจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิระหว่าง 24-30 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุด สำหรับการงอกที่ 10 องศาเซลเซียส ขณะที่ต้นยังเล็กอยู่ (สูง 15 เซนติเมตร) ข้าวโพดสามารถทนทานต่ออากาศหนาวเย็นได้ดี แต่เมื่อโตขึ้นจะไม่ทนทานต่อสภาพอากาศดังกล่าว

3. ดิน ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ ข้าวโพดเป็นพืชที่ต้องการไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสูง ดินที่เหมาะสำหรับการปลูกข้าวโพดควรมี pH ระหว่าง 5.5-8 แต่เจริญเติบได้ดีที่สุดในดินที่มีค่า pH 6-7 (ชูศักดิ์, 2542)

4. ฤดูกาลปลูกการปลูกข้าวโพดส่วนใหญ่เป็นข้าวโพดไร่ปลูกแบบอาศัยน้ำฝน ซึ่งปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการปลูกและการให้ผลผลิต ของข้าวโพดจึงขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนและการกระจายของฝนที่ตกตลอดฤดูปลูก สำหรับเขตชลประทาน สามารถปลูกข้าวโพด ได้ตลอดปี โดยทั่วไปการปลูกต้นฤดูฝน (เมษายน – พฤษภาคม) มักจะได้ผลผลิตดีกว่า ไม่มีโรคราน้ำค้างระบาดและปัญหาวัชพืช น้อยกว่าปลูกปลายฤดูฝน (กรกฎาคม – สิงหาคม) แต่มีข้อเสียคือ ในระยะเก็บเกี่ยวจะมีฝนชุก ทำให้ข้าวโพดชื้น จะเกิดปัญหา สารอะฟลาทอกซิน เพราะตากข้าวโพดไม่แห้ง แต่ปลูกปลายฤดูฝน จะมีปัญหาเตรียมดินไม่สะดวก เพราะฝนชุกและโรคต้นกล้าเน่า

5. ความต้องการน้ำของข้าวโพด ข้าวโพดมีความต้องการใช้น้ำตลอดฤดูปลูก ประมาณ 500–600 มิลลิเมตร หรือประมาณ 800–900 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ แต่ไม่ชอบน้ำท่วมขัง การปลูกข้าวโพดในสภาพไร่ โดยทั่วไปจะปลูกในช่วงฤดูฝน แต่บางครั้งให้น้ำได้ถ้าฝนทิ้งช่วงหรือกรณีปลูกข้าวโพดในช่วงหน้าแล้ง ซึ่งจำเป็นต้องให้น้ำ

ดินที่ดอน

ดินที่ทั้งหมดพบบนพื้นที่ที่มีความลาดเอียงตั้งแต่ 2 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปจนถึงมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ภูมิสัณฐานส่วนใหญ่คือพื้นที่ขั้นบันไดระดับกลางและระดับสูง ที่ลาดเชิงเขา นอกจากนี้ยังพบที่ดอนตามสันริมน้ำ และสันริมน้ำเก่าซึ่งเป็นพื้นที่ค่อนข้างเรียบ เช่น ชุดดินกำแพงแสน (สมชาย, 2551) ลักษณะภูมิประเทศที่เป็นที่ดอนในประเทศไทยส่วนใหญ่จะ มีการระบายน้ำดี โดยทั่วไปจะไม่มีการขังน้ำเมื่อฝนตก พบอยู่ทั่วไปในภูมิภาคต่าง ๆ ส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชไร่ ไม้ผล หรือไม้ยืนต้นอื่นๆ (สำนักสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน, 2553) ซึ่งกลุ่มชุดดินที่พบในที่ดอนส่วนใหญ่ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 29, 35, 40, 46, 47, 48, 55 และ56 โดยแต่ละชุดดินมีลักษณะดังนี้ (สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2548)

1. กลุ่มชุดดินที่ 29 เป็นดินกลุ่มดินเหนียวลึกถึงลึกมากที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินเนื้อละเอียด ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด การระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์ต่ำขาดแคลนน้ำ และเกิดการชะล้างพังทลายสูญเสียหน้าดินในพื้นที่ลาดชัน บางพื้นที่ดินเป็นกรดจัดมาก

2. กลุ่มชุดดินที่ 35 มีลักษณะเป็นกลุ่มดินร่วนละเอียดลึกถึงลึกมากที่เกิดจากตะกอนลำน้ำ หรือ วัตถุต้นกำเนิดดินเนื้อหยาบ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก การระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และในพื้นที่ที่มีความลาดชัน ดินง่ายต่อการถูกชะล้างพังทลายสูญเสียหน้าดิน

3. กลุ่มชุดดินที่ 40 มีลักษณะเป็นกลุ่มดินร่วนหยาบลึกถึงลึกมาก เกิดจากตะกอนลำน้ำ วัตถุต้นกำเนิดเนื้อหยาบ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดหรือเป็นกลาง การระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ในพื้นที่ที่มีความลาดชัน ดินง่ายต่อการถูกชะล้างพังทลายสูญเสียหน้าดิน

4. กลุ่มชุดดินที่ 46 มีลักษณะเป็นกลุ่มดินตื้นถึงก้อนกรวด หรือเศษหินปนลูกรังหนามาก ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก การระบายน้ำดี ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เกิดการชะล้างพังทลายสูญเสียหน้าดินในพื้นที่ที่มีความลาดชัน และบางพื้นที่มีก้อนกรวดหรือเศษหินกระจัดกระจายอยู่ที่ผิวดิน

5. กลุ่มชุดดินที่ 47 มีลักษณะเป็นกลุ่มดินตื้นถึงชั้นหินพื้น ปฏิกิริยาดินเป็นกรดถึงเป็นกลาง มีการระบายน้ำดี ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ บางพื้นที่มีเศษหินหรือหินพื้นที่โผล่บริเวณหน้าดิน

6. กลุ่มชุดดินที่ 48 มีลักษณะเป็นกลุ่มดินตื้นถึงก้อนหินหรือเศษหิน และอาจพบชั้นหินพื้นภายในความลึก 150 ซม. จากผิวดิน ปฏิกิริยาดินเป็นกรดถึงเป็นกลาง การระบายน้ำดี ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และเกิดการชะล้างพังทลายสูญเสียหน้าดิน ในพื้นที่ที่มีความลาดชัน

7. กลุ่มชุดดินที่ 55 มีลักษณะเป็นกลุ่มดินลึกปานกลางถึงชั้นหินพื้น เศษหิน ก้อนหินหรือลูกรัง ปฏิกิริยาดินเป็นกลางหรือเป็นด่าง การระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง และเกิดการชะล้างพังทลายสูญเสียหน้าดินในพื้นที่ลาดชัน

8. กลุ่มชุดดินที่ 56 กลุ่มดินลึกปานกลางถึงชั้นหินพื้น เศษหินหรือลูกรัง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด การระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และเกิดการชะล้างทลายสูญเสียหน้าดินในพื้นที่ลาดชัน บางพื้นที่เป็นดินกรดจัดมาก

ข้อมูลพื้นที่ที่ทำศึกษา

จากการออกสำรวจพื้นที่ทั้งหมด 8 จังหวัด ได้แก่ พะเยา แพร่ น่าน เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปาง และเชียงใหม่ โดยเลือกพื้นที่ดอนที่ปลูกข้าวโพดทำการเกษตรอาศัยน้ำฝนสามารถจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวโพดซึ่งแบ่งตามจังหวัดโดยอาศัยข้อมูลนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. 2552

จังหวัดพะเยา พบว่ากลุ่มของชุดดินที่ปลูกข้าวโพดมี 7 กลุ่มชุดดินด้วยกันคือ กลุ่มชุดดินที่ 29 35 46 47 48 55 และ 56 โดยกลุ่มชุดดินที่ 55 มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดมากที่สุด (42,789 ไร่) คิดเป็นร้อยละ 30.46 ขณะที่กลุ่มชุดดินที่ 35 มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดน้อยที่สุด (1,984 ไร่) คิดเป็นร้อยละ 1.41 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 พื้นที่ปลูกข้าวโพดบนกลุ่มชุดดินที่ดอนจังหวัดพะเยา

กลุ่มชุดดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ปลูกข้าวโพด (ไร่)	ร้อยละ
29	41,970	6.98	7,297	5.19
30	-	-	-	-
35	73,645	12.25	1,984	1.41
37	-	-	-	-
38	-	-	-	-
40	-	-	-	-
46	22,173	3.69	6,309	4.49
47	93,442	15.55	25,935	18.46
48	152,833	25.43	42,325	30.13
55	131,057	21.81	42,789	30.46
56	85,919	14.30	13,847	9.86

ที่มา: สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน (2552)

จังหวัดแพร่ พบว่ากลุ่มของชุดดินที่ปลูกข้าวโพดมี 7 กลุ่มชุดดินด้วยกัน คือ กลุ่มชุดดินที่ 29 35 40 46 47 48 และ 55 โดยกลุ่มชุดดินที่ 47 มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดสูงที่สุด (174,115 ไร่) มากถึงร้อยละ 77.77 ขณะที่กลุ่มชุดดินที่ 40 มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดน้อยที่สุด (63 ไร่) คิดเป็นร้อยละ 0.03 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 พื้นที่ปลูกข้าวโพดบนกลุ่มชุดดินที่ดอนจังหวัดแพร่

กลุ่มชุดดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ปลูกข้าวโพด (ไร่)	ร้อยละ
29	9,468	1.03	2,311	1.03
30	-	-	-	-
35	4,066	0.44	512	0.23
37	-	-	-	-
38	-	-	-	-
40	1,039	0.11	63	0.03
46	4,649	0.50	782	0.35
47	768,716	83.30	174,115	77.77
48	130,058	14.09	14,536	6.49
55	4,781	0.52	21,066	9.41
56	-	-	-	-

ที่มา: สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน (2552)

จังหวัดน่าน พบว่ากลุ่มของชุดดินที่ปลูกข้าวโพดมี 8 กลุ่มชุดดินด้วยกัน คือ กลุ่มชุดดินที่ 29 35 40 46 47 48 55 และ 56 ซึ่งกลุ่มชุดดินที่ 47 มีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุด ร้อยละ 55.57 ของพื้นที่ ขณะที่กลุ่มชุดดินที่ 40 มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดน้อยที่สุด (417 ไร่) คิดเป็นร้อยละ 0.29 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 พื้นที่ปลูกข้าวโพดบนกลุ่มชุดดินที่ดอนจังหวัดน่าน

กลุ่มชุดดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ปลูกข้าวโพด(ไร่)	ร้อยละ
29	66,562	12.87	22,240	15.49
30	-	-	-	-
35	44,822	8.66	6,322	4.40
37	-	-	-	-
38	-	-	-	-
40	1,501	0.29	417	0.29
46	38,598	7.46	8,052	5.61
47	249,510	48.23	78,351	54.57
48	83,088	16.06	19,832	13.81
55	24,436	4.72	7,149	4.98
56	8,807	1.70	1,225	0.85

ที่มา: สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน (2552)

จังหวัดเชียงใหม่ พบว่ากลุ่มของชุดดินที่ปลูกข้าวโพดมี 10 กลุ่มชุดดินด้วยกัน คือ กลุ่มชุดดินที่ 29 30 35 38 40 46 47 48 55 และ56 โดยชุดดินที่ 29 มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดมากสุด (55,030 ไร่) คิดเป็นร้อยละ 60.06 ขณะที่กลุ่มชุดดินที่ 38 มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดน้อยที่สุด (628 ไร่) คิดเป็นร้อยละ 0.69 ตารางที่ 4

ตารางที่ 4 พื้นที่ปลูกข้าวโพดบนกลุ่มชุดดินที่ดอนจังหวัดเชียงใหม่

กลุ่มชุดดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ปลูกข้าวโพด(ไร่)	ร้อยละ
29	479,461	33.39	55,030	60.06
30	38,703	2.69	2,162	2.36
35	111,280	7.75	4,865	5.31
37	-	-	-	-
38	44,231	3.08	628	0.69
40	178,649	12.44	6,112	6.67
46	14,607	1.02	1,573	1.72
47	52,458	3.65	3,999	4.37
48	267,562	18.63	5,064	5.53
55	37,194	2.59	2,805	3.06
56	211,983	14.76	9,379	10.24

ที่มา: สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน (2550)

จังหวัดเชียงราย พบว่ากลุ่มของชุดดินที่ปลูกข้าวโพดมี 10 กลุ่มชุดดินด้วยกัน คือ กลุ่มชุดดินที่ 29 30 35 38 40 46 47 48 55 และ56 โดยชุดดินที่ 29 มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดมากสุด (164,638 ไร่) คิดเป็นร้อยละ 55.35 ขณะที่กลุ่มชุดดินที่ 40 มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดน้อยที่สุด (1,458 ไร่) คิดเป็นร้อยละ 0.50 ตารางที่ 5

ตารางที่ 5 พื้นที่ปลูกข้าวโพดบนกลุ่มชุดดินที่ดอนจังหวัดเชียงราย

กลุ่มชุดดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ปลูกข้าวโพด (ไร่)	ร้อยละ
29	681,150	48.44	164,638	55.35
30	118,346	8.42	17,334	5.83
35	121,041	8.61	13,587	4.57
37	-	-	-	-
38	55,384	3.94	29,508	9.92
40	8,145	0.58	1,485	0.50
46	118,236	8.41	15,202	5.11
47	212,381	15.10	38,616	12.98
48	61,395	4.37	11,349	3.82
55	22,617	1.61	4,984	1.68
56	7,389	0.53	722	0.24

ที่มา: สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน (2552)

จังหวัดแม่ฮ่องสอน พบกลุ่มชุดดินที่ใช้ปลูกข้าวโพดทั้งหมด 8 กลุ่มชุดดิน ได้แก่ 29 38 40 46 47 48 55 และ 56 โดยชุดดินที่ 48 มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดมากสุด (4,581 ไร่) คิดเป็นร้อยละ 44.52 ขณะที่กลุ่มชุดดินที่ 46 มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดน้อยที่สุด (247 ไร่) คิดเป็นร้อยละ 2.40 ตารางที่ 6

ตารางที่ 6 พื้นที่ปลูกข้าวโพดบนกลุ่มชุดดินที่ดอนจังหวัดแม่ฮ่องสอน

กลุ่มชุดดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ปลูกข้าวโพด (ไร่)	ร้อยละ
29	30,632	22.41	1,381	13.42
30	-	-	-	-
35	-	-	-	-
37	-	-	-	-
38	11,974	8.76	876	8.51
40	5,886	4.31	377	3.66
46	17,102	12.51	247	2.40
47	17,046	12.47	1,137	11.05
48	37,043	27.10	4,581	44.52
55	15,571	11.39	1,216	11.82
56	1,458	1.07	476	4.62

ที่มา: สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน (2552)

จังหวัดลำปาง มี 6 กลุ่มชุดดินที่ใช้ปลูกข้าวโพด คือ ชุดดินที่ 35 46 47 48 55 และ 56 โดยชุดดินที่ 47 มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดมากสุด (72,395 ไร่) คิดเป็นร้อยละ 45.65 ขณะที่กลุ่มชุดดินที่ 46 มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดน้อยที่สุด (9,555 ไร่) คิดเป็นร้อยละ 6.03 ตารางที่ 7

ตารางที่ 7 พื้นที่ปลูกข้าวโพดบนกลุ่มชุดดินที่ดอนจังหวัดลำปาง

กลุ่มชุดดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ปลูกข้าวโพด (ไร่)	ร้อยละ
29	-	-	-	-
30	-	-	-	-
35	251,950	7.39	10,001	6.31
37	-	-	-	-
38	-	-	-	-
40	-	-	-	-
46	58,048	1.70	9,555	6.03
47	1,977,40	58.01	72,395	45.65
48	491,416	14.42	19,516	12.31
55	59,576	1.75	13,118	8.27
56	468,039	13.73	34,010	21.44

ที่มา: สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน (2552)

จังหวัดลำพูน พบว่ามีกลุ่มของชุดดินที่ใช้ปลูกข้าวโพด 9 กลุ่มด้วยกันคือ กลุ่มชุดดินที่29 35 38 40 46 47 48 55 และ 56 โดยชุดดินที่ 48 มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดมากสุด (43,788 ไร่) คิดเป็นร้อยละ 37.09 ขณะที่กลุ่มชุดดินที่ 38 มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดน้อยที่สุด (3 ไร่) คิดเป็นร้อยละ 0.00 ตารางที่ 8

ตารางที่ 8 พื้นที่ปลูกข้าวโพดบนกลุ่มชุดดินที่ดอนจังหวัดลำพูน

กลุ่มชุดดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ปลูกข้าวโพด (ไร่)	ร้อยละ
29	10,074	1.36	3,184	2.70
30	-	-	-	-
35	59,554	8.06	17,104	14.49
37	-	-	-	-
38	7,661	1.04	3	0.00
40	73,876	10.00	3,073	2.60
46	3,198	0.43	1,673	1.42
47	64,707	8.76	14,220	12.04
48	300,98	40.76	43,788	37.09
55	39,113	5.30	18,031	15.27
56	179,26	24.28	16,985	14.39

ที่มา: สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน (2550)

อะลูมิเนียมในดินและปริมาณอะลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน

อะลูมิเนียม (Al) เป็นธาตุที่พบมากในองค์ประกอบดิน เนื่องจากเป็นแร่ที่เป็นองค์ประกอบของแร่ดินเหนียว และวัตถุต้นกำเนิดดิน ในระหว่างที่มีการผุพังสลายตัวของแร่ปฐมภูมิ อะลูมิเนียมจะถูกปล่อยออกมาและตกตะกอนเป็นแร่ทุติยภูมิ โดยส่วนใหญ่จะเป็นแร่อะลูมิโนซิลิเกต ซึ่งพบมากในดิน ในระหว่างที่ดินมีการผุพังสลายตัว ซิลิกอนจะถูกชะล้างสูญเสียเร็วกว่าอะลูมิเนียมมาก จึงทำให้เหลืออะลูมิเนียมตกตะกอนอยู่ในรูปออกไซด์และไฮดรอกไซด์ ซึ่งพบมากในดินที่ผ่านการผุพังสลายตัวมาอย่างรุนแรง (อัญชลี, 2534) เช่นเดียวกับรายงานของ Shiller and Frilot (1996) ที่พบว่าอะลูมิเนียมเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ช้า ภายใต้สภาพแวดล้อมส่วนใหญ่ แม้ว่าค่าความเป็นกรดด่างจะน้อยกว่า 5.5 โดยความสามารถในการละลายของอะลูมิเนียมจะเพิ่มมากขึ้นมาเกิดการพุพังสลายตัวจากหินซิลิเกต (Silicate rocks) อะลูมิเนียมเป็นธาตุที่พบมากเป็นอันดับสามรองจากออกซิเจน และซิลิคอน โดยพบประมาณร้อยละ 7.1 โดยน้ำหนักของเปลือกโลก (71,000 mg Al kg^{-1}) (Lindsay, 1979) ดินดังกล่าวมีความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่า 5.5 จึงทำให้อะลูมิเนียมละลายออกมาอยู่ในรูปที่เป็นพิษกับพืชจนมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช (ดนัย, 2537) ในสารละลายดินอะลูมิเนียมอยู่ในโครงสร้างออกทะฮีดรัล (octahedral structure) เชื่อมกับโมเลกุลของน้ำที่รวมตัวกันและไฮดรอกซิลไอออน (hydroxyl ion) ในระบบดิน อะลูมิเนียมในรูปสารประกอบจะสูญหายออกไปโดยแอนไอออนที่ทำให้เกิดการตกตะกอน เช่น ฟอสเฟต ซิลิเกต และซัลเฟต ซึ่งซิลิเกตมีส่วนกับการทำให้เกิดกระบวนการละลายของอะลูมิเนียมและการเคลื่อนที่ย้ายผ่านชั้นดิน โดยมีค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมรูปและการละลายของอะลูมิเนียมในดิน (ไพบูลย์, 2530; Sparks, 1995) อัญชลี (2553) กล่าวว่าการปลดปล่อยอะลูมิเนียมจากแร่ที่มีอะลูมิเนียม ไปยังสารละลายดินและน้ำในธรรมชาติระหว่างการผุพังสลายตัวของแร่ ทำให้เกิดชนิดของอะลูมิเนียมที่ละลายได้หลายชนิด อิทธิพลของอะลูมิเนียมต่อคุณภาพแวดล้อมและนิเวศสัมพันธ์กับองค์ประกอบทางเคมี ผลที่ได้จากการเปลี่ยนสภาพระหว่างกลางของอะลูมิเนียม รวมทั้งอะลูมิเนียมชนิดที่มีหนึ่งนิวเคลียสหรือหลายนิวเคลียส จะมีอิทธิพลต่อกระบวนการทางฟิสิกส์ เคมี และชีวภาพในดิน และสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อม

ค่าปฏิกิริยาดินและความสัมพันธ์กับอะลูมิเนียม

อะลูมิเนียมในดิน เป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดความเป็นกรดในดินเพิ่มขึ้น Al^{3+} จำนวน 1 อะตอมเมื่อรวมตัวกับน้ำ สามารถปลดปล่อยไฮโดรเจนไอออน (H^+) ออกมาได้ถึง 3 อะตอม ในดินที่มีความเป็นกรดเป็นด่างในดินที่ระดับ 4.5-5.8 จะพบว่ามีปริมาณของอะลูมิเนียมมากที่จะทำให้เกิดความเป็นพิษต่อพืชได้ และในดินมักจะพบว่าความอิ่มตัวด้วยเบสต่ำ ส่วนที่ระดับความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อยู่ที่ 5.8-6.5 ความเป็นกรดจะประกฏในรูปของ hydroxyl-Al และสารประกอบอินทรีย์ หากค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดินมีค่าต่ำกว่า 4.5 ดินจะมีไฮโดรเจนที่สกัดได้มากกว่าอะลูมิเนียมที่สกัดได้ (Kamprath, 1984 ; Buol *et al.,* 2003) ซึ่งในค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินมีบทบาทที่สำคัญต่อการควบคุมปริมาณของอะลูมิเนียมในดินที่สกัดออกมาได้จากสารละลายดิน และอะลูมิเนียมที่จะละลายออกมาได้นั้นค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดินต้องต่ำกว่า 6.0 แต่จะออกมาปริมาณไม่มากนัก ซึ่งจะแสดงออกมามากที่ระดับ pH ต่ำกว่า 5.5 จนเกิดผลเสียต่อพืช (Sparks, 1995) ในเขตร้อนพบดินกรดอยู่ในอันดับดิน Oxisols และ Ultisols อยู่ประมาณร้อยละ 60 การเกิดกรดเริ่มจากการผุพังอย่างรุนแรง เกิดกระบวนกรไฮโดรไลซีสของแร่ซิลิเกต มีกรดชะล้างของด่าง ซึ่งการเกิดกรดเกิดจากทั้งทางธรณีและทางเคมีซึ่งสาเหตุเกิดจากการกระทำของมนุษย์ (Van Breement *et al*.,1983; Tabatabai, 1985; Rodhe, 1989) อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงสภาพของอะลูมิเนียม เป็นสาเหตุทำให้เกิดดินกรดทั้งในเขตร้อนและเขตอบอุ่น ซึ่งปัญหาที่เกิดจากดินกรดส่งผลให้คุณภาพของดินเสื่อมลงและผลผลิตพืชลดลง (Tan, 1994) Priyanka *et al*. (2017) รายงานว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของที่ต่ำกว่า 5 จะพบสารละลายอะลูมิเนียมในดินได้ทั่วไป ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยที่เด่นชัดในข้อจำกัดของการเจริญเติบโตของพืช และระดับอะลูมิเนียมในสารละลายดินจะขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดิน ปริมาณและชนิดของแร่ปฐมภูมิและทุติยภูมิของอะลูมิเนียม ความสมดุลของการแลกเปลี่ยนไอออนบนผิวแร่และปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับสารอินทรีย์

ผลกระทบของอะลูมิเนียมในพืช

อะลูมิเนียมส่วนใหญ่มีโครงสร้างเป็นแบบออกตะฮีดรอน แต่อย่างไรก็ตาม Al^{3+} เป็นไอออนขนาดเล็กและจำนวนประจุบวกสูงมีโอกาสที่จะทำให้โปรตรอนหลุดออกได้ง่ายจากโมเลกุลที่ล้อมรอบ ดังเมื่อความเป็นกรดเป็นด่าง สูงขึ้นโปรตรอนของน้ำจะถูกดึงออกจากโมเลกุลดังกล่าวโดย OH^- ที่เพิ่มขึ้นในสารละลาย โปรตรอนจะถูกดึงออกจากโมเลกุลของน้ำมากน้อยเพียงใดขึ้นกับปริมาณของ OH^- หรือความเป็นกรดเป็นด่างในสารละลาย (ไพบูลย์, 2546) นอกจากนี้ยังพบว่าอะลูมิเนียมในสารละลายมีหลายชนิด แต่ $Al(H_2O)^{3+}$ เป็นพิษต่อพืชมากที่สุด ชนิดนิวเคลียส Al_{13} ก็เป็นพิษต่อพืชที่

ปลูกในสารละลาย แต่ยังไม่สามารถอนุมานได้ในแปลงปลูก (Bertsch and Parker, 1996) โดยความเป็นของอะลูมิเนียมจะลดลง เมื่ออะลูมิเนียมเกิดเป็นสารเชิงซ้อนกับลิแกนด์อนินทรีย์ เช่น ซัลเฟตและฟลูออไรด์ หรือกับกรดอินทรีย์ ในเขตร้อน ดินส่วนใหญ่มีค่าปฏิกิริยาของดินเป็นกรด การพัฒนาตัวค่อนข้างสูง ทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสลดลง (พิสิษฐ์, 2557; Poschenriederel *et al*, 2008) ในประเทศไทยโดยเฉพาะทางภาคเหนือของประเทศ ดินบริเวณพื้นที่ดังกล่าวส่วนใหญ่อยู่ในอันดับ Ultisol (เอิบ, 2533) มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีสภาพเป็นดินกรด ส่วนใหญ่ได้แก่กลุ่มชุดดินที่ 29, 35, 40, 46, 47, 48, 55 และ56 (สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2548) ซึ่งชัยรัตน์ และคณะ (2538) รายงานไว้ในดิน Ultisol มีอะลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงซึ่งเป็นข้อจำกัดโดยทั่วไปของในการปลูกพืชในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย ถ้าดินมีความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่า 5 อะลูมิเนียมที่ละลายได้มีปริมาณสูง โดยปริมาณอะลูมิเนียมที่ละลายได้จะมีค่ากลับกันกับค่าความเป็นกรดเป็นด่างพิษของอะลูมิเนียมมีผลทำให้ความเข้มข้นของอะลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ในสารละลายดิน สูงกว่า 1 ppm จะมีผลโดยตรงทำให้ผลผลิตของพืชลดลง (วิโรจน์, 2531) และมีผลกระทบต่อส่วนต่างๆของพืชดังต่อไปนี้

1. ระบบราก คือรากจะแคระแกร็น สั้นอ้วน มีรากขนอ่อนออกมาน้อย มีสีน้ำตาลเนื่องจากอะลูมิเนียมในเนื้อเยื่อจะยับยังการแบ่งตัวของเซลล์ทำให้รากไม่สามารถงอกยาวขึ้นได้ นอกจากนั้นยังไปยับยั้งการเกิดเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างผนังเซลล์ ทำให้การเจริญเติบโตของรากแขนงถูกยับยั้ง

2. ใบพืช จะเกิดจุดปะสีส้มระหว่างเส้นใบและจุดปะจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล กาบใบจะม่วง โดยทั่วไปจะเกิดที่ใบล่างก่อนซึ่งมีผลทำให้ใบเหี่ยวและแห้งตายในที่สุด

3. ดิน ในสภาพดินเป็นกรด ซึ่งจะมีความเข้มของอะลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูง ทำให้เกิดภาวะดินขาดแคลเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัส และโมลิบดีนัม ถึงแม้เราจะเติมธาตุอาหารเหล่านี้มาก แต่ในดินมีปริมาณของอะลูมิเนียมอยู่มาก ก็เป็นผลทำให้พืชเจริญเติบโตได้ช้า เช่นเดียวกับรายงานของ MacLean and Chiasson (1966; Naidoo *et al*., 1978) ที่ระบุว่า การเป็นพิษของอะลูมิเนียมจะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของราก แล้วยังส่งผลให้ลดการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสของพืชอีกด้วย นอกจากนั้นยังมีผลทางอ้อมคือการที่อะลูมิเนียมในสารละลายมากเกินไปทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสลดลง

โดยมีเกณฑ์การประเมินระดับปัญหาความเป็นพิษของอะลูมิเนียมมี 5 ระดับดังต่อไปนี้

ปริมาณอะลูมิเนียมที่สกัดได้ น้อยกว่า 90 ppm	ขั้นความรุนแรงที่ 1
ปริมาณอะลูมิเนียมที่สกัดได้ 90 – 450 ppm	ขั้นความรุนแรงที่ 2
ปริมาณอะลูมิเนียมที่สกัดได้ 450 – 810 ppm	ขั้นความรุนแรงที่ 3
ปริมาณอะลูมิเนียมที่สกัดได้ 810 – 1170 ppm	ขั้นความรุนแรงที่ 4

ปริมาณอะลูมิเนียมที่สกัดได้ มากกว่า 1170 ppm ขั้นความรุนแรงที่ 5

วิธีการใช้ร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียม (Saturation aluminum percentage : SAI) เพื่อประเมินความเป็นพิษในดินที่มีต่อพืชจะมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้อะลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Kamprath, 1984) เนื่องจาก ผลผลิตพืชที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการใส่ปูนมีความแปรผันตามการลดลงของร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียม ซึ่งค่านี้ก็ใช้ได้ค่อนข้างเฉพาะเจาะจงกับดินชนิดนั้นๆ อย่างไรก็ตาม พืชแต่ละชนิดมีความทนทานต่อการเป็นพิษของอะลูมิเนียมที่ไม่เท่ากัน (Landon, 1991) จากข้อมูลของ Rengel, (2003) รายงานว่าดินเขตร้อนในอันดับ Ultisol ค่าวิกฤตของ SAI ที่จะเป็นอันตรายต่อข้าวโพดและทำให้ผลผลิตลดลงอยู่ระหว่าง 19–29 %

การแก้ไขความเป็นพิษของอะลูมิเนียม

ปริมาณอะลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ในสารละลายดิน

ปริมาณอะลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ในสารละลายดินขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เมื่อดินมีปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และปริมาณความเข้มข้นของเกลือในดินอยู่แล้ว ปริมาณอะลูมิเนียมที่อยู่ในดินจะน้อยลง เมื่ออินทรียวัตถุในดินสูง อินทรียวัตถุสามารถรวมตัวกับอะลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้กลายเป็นสารประกอบที่สลับซับซ้อนในดิน ในดินที่มีความเข้มข้นสูงมีความสามารถที่จะเข้าไปไล่ที่อะลูมิเนียมในดินที่แลกเปลี่ยนได้ในผิวของดินเหนียวให้ออกมาอยู่ในสารละลายดินได้สูงขึ้น เช่นเดียวกับรายงานของวิโรจน์ (2531) ที่พบว่าปริมาณอะลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ในสารละลายดินจะเพิ่มสูงขึ้น เมื่อดินนั้นมีปริมาณความเข้มข้นของเกลือสูง เนื่องจากมีไอออนบวกของเกลืออื่นๆ ในดินในปริมาณที่สูง ทำให้ไอออนบวกเหล่านี้สามารถไปไล่ที่อะลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้บนผิวดินเหนียวให้ออกมาอยู่ในสารละลายดินเพิ่มมากขึ้น

พิษของอะลูมิเนียม

อาการความเป็นพิษของอะลูมิเนียมต่อใบพืช คล้ายคลึงกับอาการขาดฟอสฟอรัส มีอาการแคระแกร็น เล็ก ใบสีเขียวเข้มปลาย บางกรณีพบอาการขาดธาตุแคลเซียม พบบ่อยในข้าวฟ่างและข้าวสาลี (Rout et al. 2001) อาการความเป็นพิษต่อรากพืช อะลูมิเนียมไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ดพืช และยังช่วยในพัฒนาการของเมล็ดที่กำลังงอก แต่หลังจาก 2-4 วัน หลังจากเริ่มงอก พิษที่สำคัญของอะลูมิเนียม คือยับยั้งการเจริญเติบโตของรากพืช รากจะเสียหายมากกว่าเซลล์ส่วนอื่น นอกจากนี้ยังพบว่าพืชที่เจริญเติบโตในดินที่มีระดับอะลูมิเนียมเป็นพิษ จะทำให้เกิดการขาดธาตุอาหาร พืชแคระแกร็น สีซีด ซึ่งอาการเหล่านี้มีสาเหตุมาจากมวลรากที่ลดลง เกิดอาการรากสั้น ทำให้การต้านทานต่อความแห้งแล้ง (การที่พืชสามารถอยู่รอดได้เมื่อมีสภาพแล้ง) รวมทั้งการดูดซึมธาตุอาหารลดลง และมี

อาการขาดธาตุฟอสฟอรัสรวมทั้งกำมะถัน เนื่องจากพืชดูดใช้ธาตุสองตัวนี้ได้น้อยลง (Jackie, 2018) ความเสียหายหลักที่เกิดจาก Al^{3+} มักพบในส่วนของรากพืช เมื่อระบบของรากพืชเสียหาย ก็จะพบอาการอื่นๆ ตามมาอีกมาก ซึ่งอาการที่มักพบมากที่สุดจะเป็นอาการขาดฟอสฟอรัส อย่างไรก็ตาม ความเป็นพิษของอะลูมิเนียมเกิดขึ้นในดินที่เป็นกรดอย่างรุนแรง พืชอาจแสดงอาการขาดแคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) หรือธาตุอื่นๆ นอกจากนี้ยังแสดงอาการของความเป็นพิษของแมงกานีส (Mn) ซึ่งเป็นเรื่องที่พบได้ทั่วไปเมื่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดินนั้นต่ำเกินไป (Spectrum Analytic Inc, 2010)

การแก้ไขความเป็นพิษของอะลูมิเนียม

การแก้ไขความเป็นพิษของอะลูมิเนียม นอกจากจะใส่ปูนเพื่อลดการละลายของอะลูมิเนียม แล้วยังพบว่าการใส่อินทรียวัตถุ จะช่วยลดความเป็นพิษของอะลูมิเนียมในสารละลายดินโดยที่กรดอินทรีย์จะเข้าไปทำปฏิกิริยาเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับอะลูมิเนียม ทำให้อะลูมิเนียมในสารละลายดินลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งส่งผลทำให้ความเป็นพิษของอะลูมิเนียมต่อพืชมีน้อยลง ทำให้พืชดึงดูดธาตุอาหารได้มากขึ้นและเจริญเติบโตได้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ยิบซัมจะช่วยทำให้อะลูมิเนียมเปลี่ยนมาอยู่ในรูปที่ไม่เป็นพิษกับพืชได้ โดยเปลี่ยนมาอยู่ในรูปของ $AlSO_4^+$ ซึ่งไม่เป็นพิษกับพืช ทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดีขึ้น (ดนัย, 2537) เช่นเดียวกับงานวิจัยของ ดนัย (2546) ที่ศึกษาการลดความเป็นพิษของอะลูมิเนียมในดินกรด 3 ชุดดินคือ ชุดดินรังสิต, ชุดดินองค์รักษ์ และชุดดินเสนา ที่ใช้ปลูกข้าวโพด โดยการใช้ปูนยิปซัมและอินทรียวัตถุ ซึ่งพบว่า ชุดดินที่มีปริมาณอลูมิเนียมในดินสูงในชุดดินรังสิต การใส่วัสดุปรับปรุงดินลงไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งปูนขาวผสมปุ๋ยหมัก ทำให้ความเป็นพิษของอะลูมิเนียมลดต่ำลงอย่างเห็นได้ชัด มีผลทำให้การเจริญเติบโตของข้าวโพดเพิ่มขึ้นไม่ว่าจะเป็นหนักแห้งของต้น น้ำหนักแห้งรากและปริมาตรของราก ส่วนชุดดินที่มีปริมาณอะลูมิเนียมในดินต่ำ (ชุดดินองครักษ์และชุด ดินเสนา) การตอบสนองของข้าวโพดที่ต่อวัสดุปรับปรุงดินไม่เด่นชัด

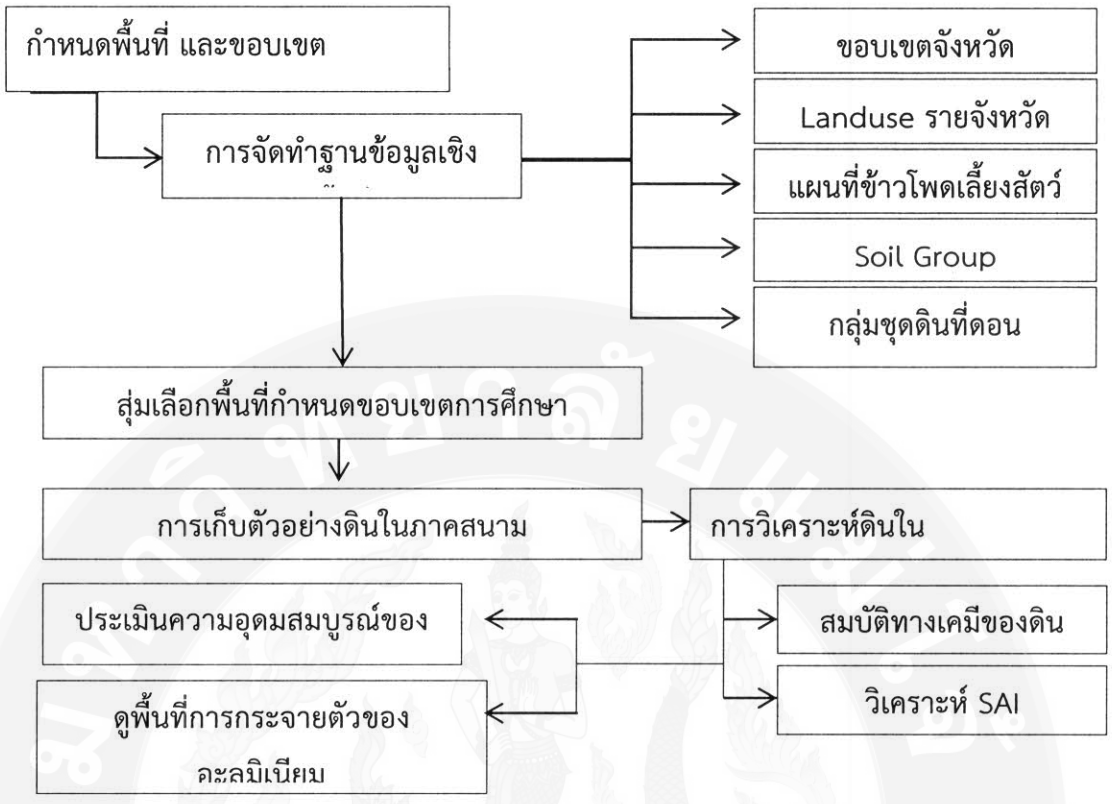
บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษาการกระจายตัวของอะลูมิเนียมในพื้นที่ปลูกข้าวโพดบนพื้นที่ดอน ในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดเชียงราย จังหวัดแพร่ จังหวัดน่าน จังหวัดพะเยา จังหวัดแม่ฮ่องสอน จังหวัดลำพูน และจังหวัดลำปาง โดยทำการศึกษาจากข้อมูลแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและลักษณะของดินที่ดอน ดังนี้ จังหวัดแม่ฮ่องสอนและลำปางข้อมูลปี พ.ศ.2552 จังหวัดลำพูนและเชียงใหม่ข้อมูลปี พ.ศ.2553 จังหวัดเชียงราย น่าน พะเยา และแพร่ ข้อมูลปี พ.ศ. 2555 แผนที่ธรณีวิทยา แผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศ แผนที่ภาพทางอากาศ และแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมในจังหวัดภาคเหนือตอนบน เพื่อหากลุ่มชุดดิน (Groups of soil series) ที่เป็นตัวแทนที่ปลูกข้าวโพดและพบเป็นพื้นที่มากที่สุดและทำการเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

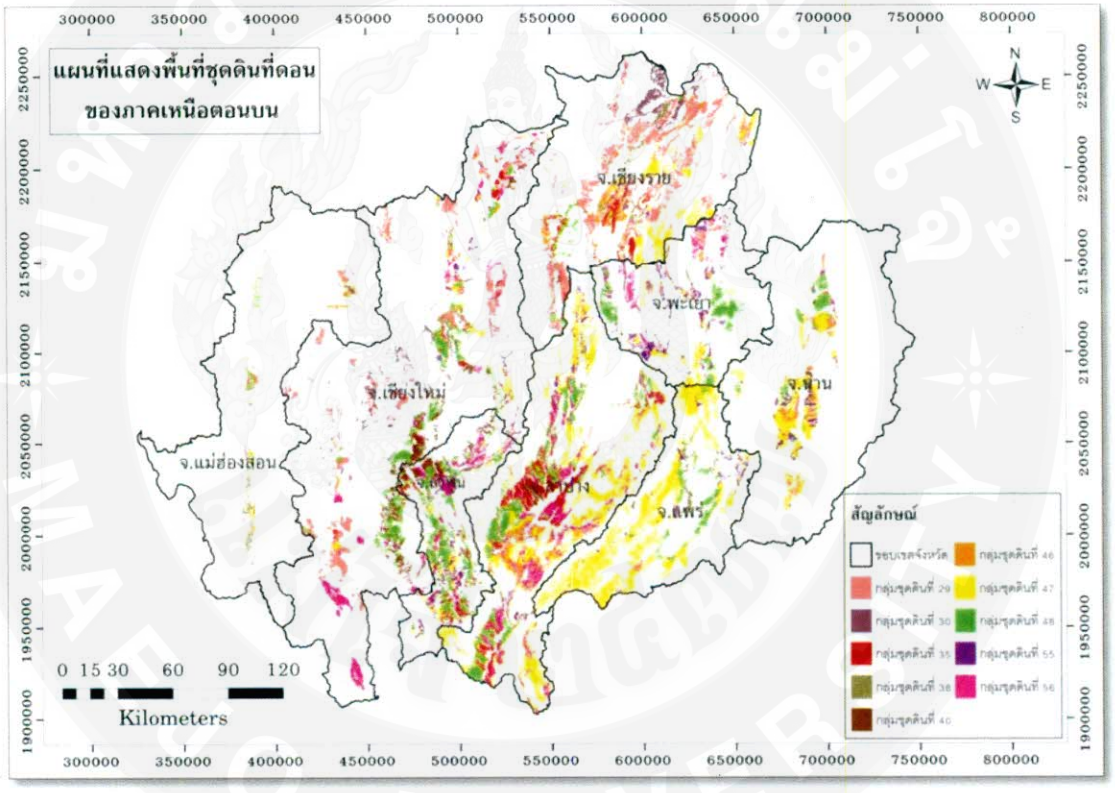
การพัฒนาฐานข้อมูลเชิงพื้นที่

ศึกษาข้อมูลและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นจากเอกสาร แผนที่กลุ่มชุดดิน แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อหาพื้นที่ที่ต้องการและกำหนดขอบเขตและพื้นที่ศึกษาในพื้นที่แต่ละจังหวัด


กำหนดพื้นที่ และขอบเขต
การจัดทำฐานข้อมูลเชิง
ขอบเขตจังหวัด
Landuse รายจังหวัด
แผนที่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
Soil Group
กลุ่มชุดดินที่ดอน
สุ่มเลือกพื้นที่กำหนดขอบเขตการศึกษา
การเก็บตัวอย่างดินในภาคสนาม
การวิเคราะห์ดินใน
ประเมินความอุดมสมบูรณ์ของ
ดูพื้นที่การกระจายตัวของ
สมบัติทางเคมีของดิน
วิเคราะห์ SAI

ลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่ดอน

ศึกษากลุ่มชุดดินที่ดอนที่อยู่ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนมาคัดเลือกพื้นที่เป้าหมายและพื้นที่ศึกษาก่อนทำการสำรวจพื้นที่จริงพบว่า จังหวัดลำปางมีพื้นที่ดอนเป็นจำนวน 2,226,298 ไร่ จังหวัดเชียงใหม่มีพื้นที่ดอนเป็นจำนวน 1,559,456 ไร่ จังหวัดเชียงรายมีพื้นที่ดอนเป็นจำนวน 1,388,085 ไร่ จังหวัดแพร่มีพื้นที่ดอนเป็นจำนวน 989,585 ไร่ จังหวัดลำพูนมีพื้นที่ดอนเป็นจำนวน 787,035 ไร่ จังหวัดน่านมีพื้นที่ดอนเป็นจำนวน 566,361 ไร่ จังหวัดพะเยามีพื้นที่ดอนเป็นจำนวน 550,126 ไร่ และจังหวัดแม่ฮ่องสอนมีพื้นที่ดอนเป็นจำนวน 151,746 ไร่ (ภาพ 1 ตารางที่ 9)



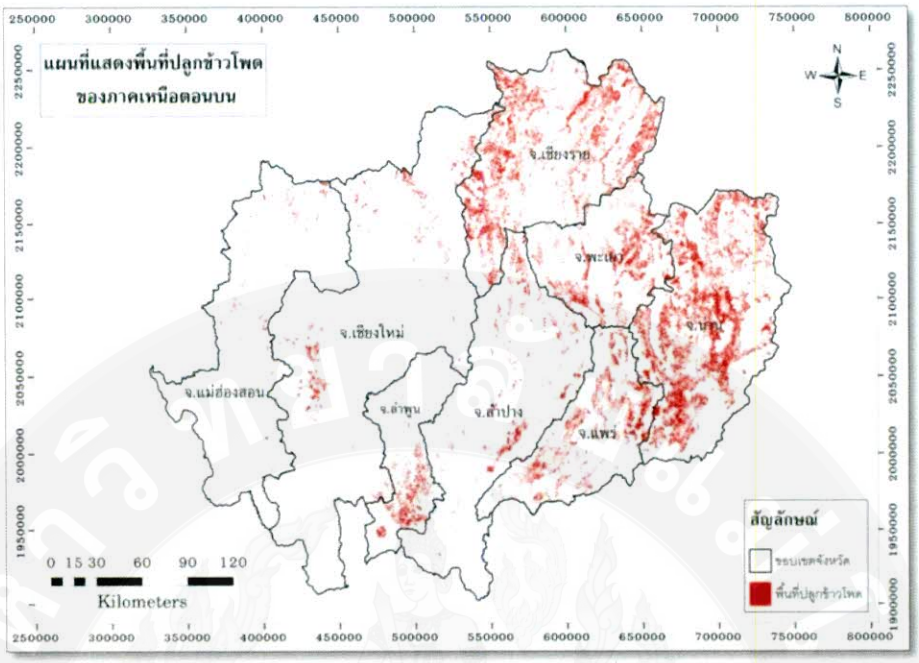
ภาพที่ 1 แผนที่แสดงพื้นที่กลุ่มชุดดินที่ดอนของภาคเหนือตอนบน

ตารางที่ 9 พื้นที่กลุ่มชุดดินที่ดอนของภาคเหนือตอนบน

จังหวัด	พื้นที่จังหวัด (ไร่)	พื้นที่เกษตร(ไร่)	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
พะเยา	4,051,936	1,528,856	550,126	13.58
แพร่	4,051,936	1,151,132	989,585	24.42
น่าน	7,601,930	2,566,605	566,361	7.45
เชียงใหม่	13,775,691	3,101,969	1,559,456	11.32
เชียงราย	7,236,002	3,508,453	1,388,085	19.18
แม่ฮ่องสอน	7,987,860	1,177,996	151,746	1.90
ลำปาง	7,805,190	1,312,161	2,226,298	28.52
ลำพูน	2,799,012	786,955	787,035	28.12
รวม	55,309,559	15,134,128	8,218,692	14.86

พื้นที่ปลูกข้าวโพดใน 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบน

ศึกษาพื้นที่ปลูกข้าวโพดภาคเหนือว่าบริเวณใดมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดอยู่มาก โดยศึกษาจากข้อมูลแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน โดยจังหวัดแม่ฮ่องสอนและลำปางข้อมูลปี พ.ศ. 2552 จังหวัดลำพูนและเชียงใหม่ข้อมูลปี พ.ศ.2553 จังหวัดเชียงราย,น่าน,พะเยาและแพร่ ข้อมูลปี พ.ศ.2555 มีการกระจายตัวไปยังพื้นที่ใดบ้างเพื่อลดระยะในการลงพื้นที่พบว่า น่านมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเป็นจำนวน 1,459,018 ไร่ เชียงรายมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเป็นจำนวน 1,084,872 ไร่ พะเยามีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเป็นจำนวน 429,302 ไร่ แพร่มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเป็นจำนวน 424,999 ไร่ ลำปางมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเป็นจำนวน 290,956 ไร่ เชียงใหม่มีมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเป็นจำนวน 248,250 ไร่ ลำพูนมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเป็นจำนวน 169,127 ไร่ และแม่ฮ่องสอนมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดจำนวน 91,259 ไร่ (ภาพ 2 ตารางที่ 10)



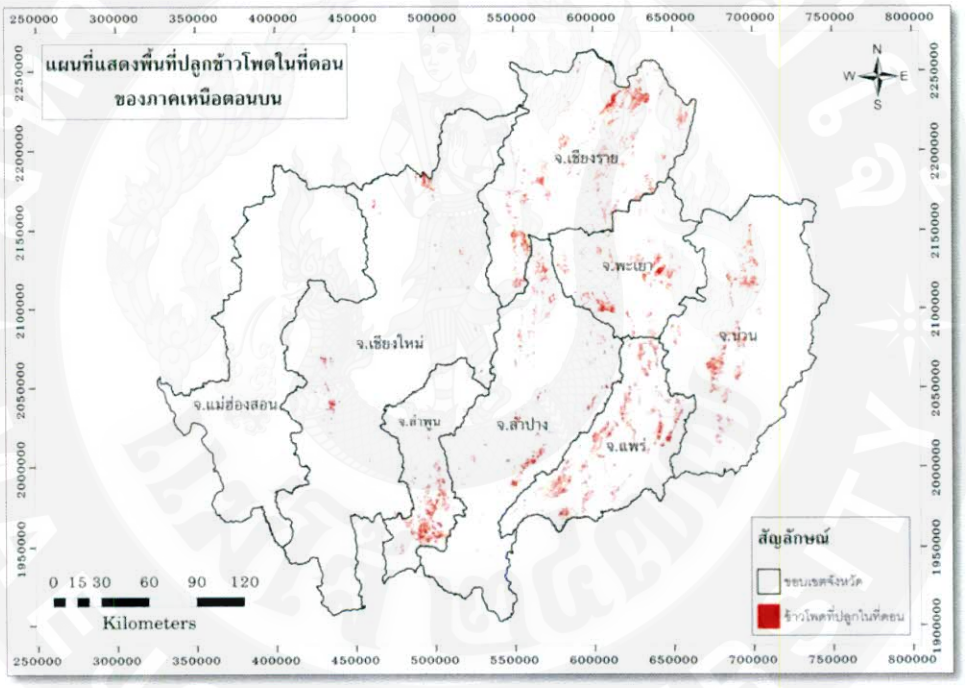
ภาพที่ 2 แผนที่แสดงพื้นที่ปลูกข้าวโพดของภาคเหนือตอนบน

ตารางที่ 10 พื้นที่ปลูกข้าวโพดของภาคเหนือตอนบน

จังหวัด	พื้นที่เกษตร(ไร่)	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
พะเยา	1,528,856	429,302	28.08
แพร่	1,151,132	424,999	36.92
น่าน	2,566,605	1,459,018	56.85
เชียงใหม่	3,101,969	248,250	8.00
เชียงราย	3,508,453	1,084,872	30.92
แม่ฮ่องสอน	1,177,996	91,259	7.75
ลำปาง	1,312,161	290,956	22.17
ลำพูน	786,955	169,127	21.49
รวม	15,134,128	4,197,783	27.74

พื้นที่ปลูกข้าวโพดบนดินที่ดอน

นำข้อมูลพื้นที่ปลูกข้าวโพดมาทับซ้อนกับข้อมูลกลุ่มชุดดินที่ดอนเพื่อเลือกพื้นที่ศึกษาในแต่ละจังหวัดพบว่า จังหวัดเชียงรายมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดบนดินที่ดอนเป็นจำนวน 297,426 ไร่ จังหวัดแพร่มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดบนดินที่ดอนเป็นจำนวน 223,872 ไร่ จังหวัดลำปางมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดบนดินที่ดอนเป็นจำนวน 158,595 ไร่ จังหวัดน่านมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดบนดินที่ดอนเป็นจำนวน 143,589 ไร่ จังหวัดพะเยามีพื้นที่ปลูกข้าวโพดบนดินที่ดอนเป็นจำนวน 140,486 ไร่ จังหวัดลำพูนมีมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดบนดินที่ดอนเป็นจำนวน 118,061 ไร่ จังหวัดเชียงใหม่มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดบนดินที่ดอนเป็นจำนวน 91,622 ไร่และจังหวัดแม่ฮ่องสอนมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดบนดินที่ดอนจำนวน 10,289 ไร่ (ภาพ 3 ตารางที่ 11)



ภาพที่ 3 แผนที่แสดงพื้นที่ปลูกข้าวโพดบนกลุ่มชุดดินที่ดอนของภาคเหนือตอนบน

ตารางที่ 11 แสดงพื้นที่ปลูกข้าวโพดบนชุดดินที่ดอนของภาคเหนือตอนบน

จังหวัด	พื้นที่เกษตร(ไร่)	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
พะเยา	450,854	140,486	31.16
แพร่	333,107	223,872	67.21
น่าน	403,276	143,589	35.61
เชียงใหม่	809,145	91,622	11.32
เชียงราย	886,469	297,426	33.55
แม่ฮ่องสอน	72,440	10,289	14.20
ลำปาง	676,368	158,595	23.45
ลำพูน	384,743	118,061	30.69
รวม	4,016,402	1,183,940	29.48

สุ่มเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ปลูกข้าวโพดบนที่ดอนในแต่ละจังหวัดโดยพิจารณาจากพื้นที่ปลูกข้าวโพดที่มีขนาดใหญ่ในแต่ละจังหวัด

ข้อมูลพื้นที่ปลูกข้าวโพดบนพื้นที่ดอน ในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย โดยทำการศึกษาจากข้อมูลแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน และลักษณะของดินที่ดอน ในจังหวัดภาคเหนือตอนบน เพื่อหากลุ่มชุดดินที่เป็นตัวแทนที่ปลูกข้าวโพดและพบเป็นพื้นที่มากที่สุดได้แสดงเป็นขอบเขตแต่ละจังหวัดดังนี้ (ภาพที่ 4)

จังหวัดพะเยาศึกษาและคัดเลือกตัวแทนของดินจากเขตพื้นที่ตำบลบ้านฟ้า ตำบลห้วยแก้ว อำเภอปง และพื้นที่ตำบลฝายกวาง อำเภอเชียงคำ กลุ่มชุดดินที่ 47 และ 55

จังหวัดแพร่ศึกษาและคัดเลือกตัวแทนของดินจากเขตพื้นที่ตำบลห้วยม้า ตำบลบ้านน้ำชำ อำเภอเมืองและพื้นที่ตำบลห้วยทราย ตำบลเด่นชุมพล อำเภอร้องกวาง ในกลุ่มชุดดินที่ 35 และ 48

จังหวัดน่านศึกษาและคัดเลือกตัวแทนของดินจากเขตพื้นที่ตำบลจอมพระ อำเภอท่าวังผา พื้นที่ตำบลบ้านป่ากลาง อำเภอปัว พื้นที่ตำบลบ้านฟ้า อำเภอบ้านหลวงและพื้นที่ตำบลบ้านฝายแก้ว ตำบลบ้านเมืองจัง อำเภอภูเพียงในกลุ่มชุดดินที่ 35 และ 47

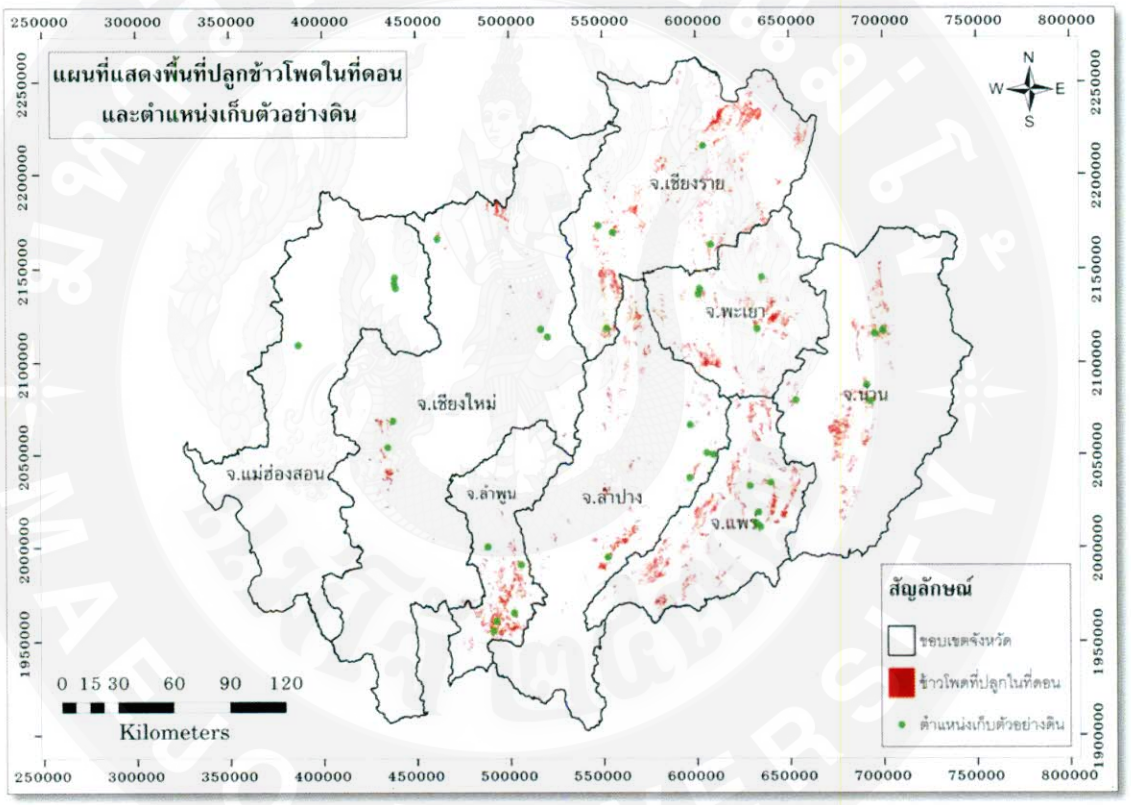
จังหวัดเชียงใหม่ศึกษาและคัดเลือกตัวแทนดินจากเขตพื้นที่ตำบลแม่ศึก ตำบลบ้านช่างเคิ่ง อำเภอแม่แจ่ม พื้นที่ตำบลโหล่งขอดอำเภอพร้าว และพื้นที่ตำบลเมืองนะ อำเภอเวียงแหง ในกลุ่มชุดดินที่ 29, 35 และ 56

จังหวัดเชียงรายศึกษาและคัดเลือกตัวแทนของดินจากเขตพื้นที่ตำบลแม่ลอยในอำเภอเทิง พื้นที่ตำบลแม่พริก ตำบลป่าแดด อำเภอแม่สรวย อำเภอเวียงเชียงรุ้ง และพื้นที่ตำบลแม่เจดีย์ใหม่ อำเภอเวียงป่าเป้า ในกลุ่มชุดดินที่ 29, 35, 47 และ 56

จังหวัดแม่ฮ่องสอนศึกษาและคัดเลือกตัวแทนดินจากเขตพื้นที่ตำบลห้วยโป่ง อำเภอเมือง ตำบลเวียงใต้ตำบลแม่นาเติง อำเภอปาย ในกลุ่มชุดดินที่ 29, 35 และ 48

จังหวัดลำปางเลือกศึกษาและคัดเลือกตัวแทนของดินจากเขตพื้นที่ตำบลแม่ตีบตำบลบ้านหนวด อำเภองาว พื้นที่ตำบลแม่จางเหนือ อำเภอแม่เมาะ ตำบลสันดอกแก้ว อำเภอแม่ทะ ในกลุ่มชุดดินที่ 35 และ 47

จังหวัดลำพูน ศึกษาคัดเลือกตัวแทนของดินจากเขตพื้นที่ตำบลนาทราย ตำบลศรีวิชัยตำบลบ้านโฮ่ง อำเภอลี้ และพื้นที่ตำบลบ้านหนองผำ อำเภอทุ่งหัวช้าง ในกลุ่มชุดดินที่ 35 และ 48



ภาพที่ 4 แผนที่แสดงพื้นเก็บตัวอย่างดิน

การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ดิน

เก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ตัวแทนในแต่ละจังหวัด จังหวัดละ 5 พื้นที่ เพื่อเป็นตัวแทนของกลุ่มดินที่ดอนที่ปลูกข้าวโพด และพบมากที่สุดในพื้นที่ โดยการเก็บตัวอย่างดินแต่ละพื้นที่ลึก 100 เซนติเมตร แบ่งการเก็บตัวอย่างดิน 6 ชั้นความลึก ได้แก่ 0-15, 15-30, 30-45, 45-60, 60-80 และ 80-100 เซนติเมตร จากนั้นนำมาทำให้แห้งในที่ร่ม (Air-dried) แล้วนำไปบดและร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 0.5 และ 2.0 มิลลิเมตร เพื่อนำตัวอย่างดินไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดิน

1. ความเป็นกรด – ด่างของดิน (pH) อัตราส่วน ดิน : น้ำ (1:1) โดยชั่งดิน 10 กรัมต่อน้ำ 10 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง ครั้งที่ 3 ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที แล้วนำไปวัดค่าโดยใช้เครื่องมือ pH-meter (นงลักษณ์, 2548)

2. ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (soil organic matter) ชั่งดิน 1 กรัม นำมาวิเคราะห์โดยวิธี Walkley and Black เติมสารละลาย $K_2Cr_2O_7$และ H_2SO_4 เข้มข้น แล้วไตเตรทด้วย Ferrous sulphate 0.5N โดยมี O-phenantholine เป็น Indicater(Walkley and Black, 1947)

3. Extractable Phosphorous โดยวิธี Bray II สกัดตัวอย่างดินหนัก 2.5 กรัม ด้วยน้ำยา Bray II จำนวน 25 มิลลิลิตร เขย่านาน 1 นาที กรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วนำสารละลายไปพัฒนาสีให้เป็นสีน้ำเงินแกมฟ้าด้วย Ascorbic acid แล้ววัดปริมาณฟอสฟอรัสด้วยเครื่อง Spectrophotometer (Bray and Kurtz, 1945)

4. Extractable Potassium, Calcium และ Magnesium สกัดตัวอย่างดิน 5 กรัม ด้วยสารละลาย 1N NH_4OAc ,pH 7 จำนวน 25 มิลลิลิตร เขย่าเป็นเวลา 30 นาที นำเอาสารละลายไปอ่านด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) (เนาวรัตน์ , 2527)

5. Extractable Sulfur สกัดตัวอย่างดิน 6 กรัม ด้วย $(Ca(H_2PO_4))_2$ Solution :500 ppm จำนวน 50 มิลลิลิตร เขย่านาน 60 นาที กรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5 ปิเปตสารตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร เติม $BaCl_2$ แล้ววัดปริมาณความเข้มข้นของสารละลายด้วยเครื่อง Spectrophotometer (พัชรี, 2549)

6. Extractable Aluminum ชั่งดิน 5 กรัม เติม KCl 25 มิลลิลิตร เขย่า 60นาที กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 จากนั้นดูดตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร เติมน้ำ 24 มิลลิลิตรเติม mix reagent 5 มิลลิลิตร เติม Sodium acetate 5 มิลลิลิตร เติม Buthyacrtate แล้ววัดปริมาณความเข้มข้นของสารละลายด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 395 นาโนเมตร (พัชรี, 2549)

7. Saturate aluminum percentage ร้อยละของอะลูมิเนียมที่อิ่มตัว คำนวณโดยใช้สูตรดังสูตรต่อไปนี้ (Rengel, 2003)

$$SAI = \frac{Al}{Al+K+Ca+Mg} X\ 100 \qquad (1)$$

เมื่อ - SAI= Saturation aluminum percentage(%)

- K, Ca, Mg และ Al มีหน่วยเป็น meq/100g soil

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

ผลการทดลอง

การศึกษาคุณสมบัติของดินที่ปลูกข้าวโพดในพื้นที่ 8 จังหวัด

การศึกษาโดยการตรวจสอบแผนที่ดินรายตำบลของแต่ละจังหวัดในภาคเหนือตอนบนที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยหากลุ่มชุดดิน (Groups of Soil Series) ที่ดินเป็นที่ดอนและปฏิกิริยาดินส่วนใหญ่เป็นกรด เจาะเก็บตัวอย่างดินที่โดยคัดเลือกลุ่มชุดดินที่พบมากที่สุด เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินในห้องปฏิบัติการ จังหวัดละ 5 พื้นที่ พื้นที่ละ 6 ชั้นความลึก ซึ่งในการศึกษานั้นได้วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินดังต่อไปนี้ ปฏิกิริยาดิน (Soil reaction) วัตถุในดิน (Soil organic matter) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ แมกนีเซียมที่สกัดได้ แคลเซียมที่สกัดได้ โพแทสเซียมที่สกัดได้ และค่าการหาดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน (Saturation Aluminuim percentage : SAI) ได้ออกสำรวจพื้นที่ทั้งหมด 8 จังหวัด ได้แก่ พะเยา แพร่ น่าน เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปาง และเชียงใหม่ โดยเลือกพื้นที่ดอนปลูกข้าวโพดทำการเกษตรอาศัยน้ำฝน ซึ่งพื้นที่ที่เลือกส่วนใหญ่ อยู่บนพื้นที่ที่มีลักษณะทางธรณีวิทยา เป็นตะกอนน้ำพาหรือตะกอนที่สะสมตัวโดยการพัดพาของน้ำ (Qt) และบริเวณเกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของหินหลายชนิด (Residuum of various rocks) การกระจายตัวของดินกรด อยู่ในชุดดินที่ 29, 35, 47, 48, 55 และ 56 ซึ่งผลจากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินในห้องปฏิบัติการ และพอที่จะสรุปเป็นรายจังหวัดดังต่อไปนี้

จังหวัดพะเยา

จังหวัดพะเยามีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ปลูกข้าวโพดประมาณ 215,109 ไร่ พบว่ามีพื้นที่ที่ปลูกข้าวโพดบนดินกรดประมาณ 151,380 ไร่ ลักษณะของดินส่วนใหญ่อยู่บนลักษณะภูมิประเทศ Qt และเกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของหินกรวดมน หินทรายสีน้ำตาลแดง หินไรโอไลต์และแอนดิซิติกทัฟฟ์ และหินโคลนสีเทาเข้มแทรกสลับทรายแป้ง (อ.ปง) และเกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของหินทราย หินทรายอาร์โคสสีขาว มีหินกรวดมนและหินดินดานแทรกสลับ (อ.เชียงคำ) จากการคัดเลือกพื้นที่ในจังหวัดได้พบพื้นที่ที่ได้ทำการศึกษาและได้เลือกตัวแทนของดินจากเขตพื้นที่ตำบลบ้านฟ้า ตำบลห้วยแก้ว อำเภอปง และพื้นที่ตำบลฝายกวาง อำเภอเชียงคำ ใน 2 กลุ่มชุดดินได้แก่กลุ่มชุดดินที่ 47 และ 55 แล้วทำการวิเคราะห์และประเมินสมบัติทางเคมีของดินดังนี้

กลุ่มชุดดินที่ 47

คุณสมบัติทางเคมีของดิน พบว่าดินมีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในพิสัย 5.33-5.89 โดยดินบน (0-30 ซม.) มีความเป็นกรด (5.33-5.74) มากกว่าดินล่าง (>30 ซม.) (5.34-5.89) ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุพบในดินบน (1.14-2.53 เปอร์เซ็นต์) มากกว่าดินล่าง (0.39-1.92 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้มีค่าอยู่ระหว่าง 28-118 ppm ซึ่งพบในดินบน (ช่วง 28-118 ppm) มากกว่าในดินล่าง (ช่วง 38-107 ppm) สำหรับปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้มีค่าเป็น 55-119 ppm พบว่าในดินบนมีปริมาณของโพแทสเซียม (ช่วง 54-119 ppm) สูงกว่าในดินล่าง (ช่วง 78-91 ppm) ส่วนปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ระหว่าง 418-868 ppm โดยพบในดินบน (ช่วง 436-868 ppm) มากกว่าในดินล่าง (ช่วง 418-649 ppm) และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในช่วง 12-33 ppm พบมากในดินบน (ช่วง 15-33 ppm) มากกว่าดินล่าง (ช่วง 12-23 ppm) ดังตารางที่ 12

ผลการประเมินคุณสมบัติทางเคมีดิน พบว่าทั้งดินบนและดินล่างมีความเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดปานกลาง ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุในดินบนอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูง ขณะที่ในดินล่างพบว่าต่ำมากถึงปานกลาง ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์พบว่าอยู่ในระดับสูงถึงสูงมากทั้งดินบนและดินล่าง สำหรับปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำถึงสูงในดินบน ส่วนดินล่างอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ที่ดินบนและดินล่างอยู่ในระดับต่ำมาก ดังตารางที่ 13

ผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียม พบว่ามีค่าอะลูมิเนียมที่สกัดได้อยู่ระหว่าง 2.29-19.17 me/100g โดยเมื่อนำมาคำนวณดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน มีค่าอยู่ในพิสัย 34.02-88.92 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรพบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 34.02-75.68 % พบว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืช และที่ระดับความลึกมากกว่า 30 เซนติเมตร พบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินมีค่าดัชนีร้อยละความ

อิ่มตัวของอะลูมิเนียมอยู่ในระดับ 49.03-88.90 % ซึ่งมีมากกว่าดินชั้นบนถือว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืชเป็นอย่างมาก ดังตารางที่ 14

กลุ่มชุดดินที่ 55

คุณสมบัติทางเคมีของดิน พบว่ามีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในพิสัย 4.53-5.99 ซึ่งพบว่าดินบน (0-30 ซม.) มีค่าความเป็นกรด (4.53-5.59) มากกว่าดินล่าง (>30 ซม.) (4.80-5.99) เช่นเดียวกับปริมาณอินทรียวัตถุที่พบว่ามีการสะสมในดินบน (0.64-2.20 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าดินล่าง (0.35-1.06 เปอร์เซ็นต์) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.35- 2.20 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้มีค่าเป็น 34-131 ppm ซึ่งในดินบนมีปริมาณฟอสฟอรัส (ช่วง 52-131 ppm) สูงกว่าในดินล่าง (ช่วง 34-47 ppm) ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในช่วง 58-95 ppm โดยในดินบนมีปริมาณโพแทสเซียม (ช่วง 58-95 ppm) มากกว่าในดินล่าง (ช่วง 61-86 ppm) ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้มีอยู่ระหว่าง 301-868 ppm ซึ่งในดินชั้นล่างมีปริมาณแคลเซียม (ช่วง 310-868 ppm) สูงกว่าในดินบน (ช่วง 301-851 ppm) และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้มีค่าเป็น 14-48 ppm พบว่าในดินบนมีปริมาณแมกนีเซียม (ช่วง 14-48 ppm) มากกว่าดินล่าง (ช่วง 15-44 ppm) ดังตารางที่ 12

ผลการประเมินคุณสมบัติทางเคมีดิน พบว่าทั้งในดินบนและดินล่างมีความเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกรดจัดมาก ปริมาณอินทรียวัตถุในดินบนอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง ส่วนในดินล่างมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินบนอยู่ในระดับสูงมากและดินล่างอยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำถึงสูงในดินบน ส่วนดินล่างอยู่ในระดับปานกลาง ขณะที่ปริมาณแคลเซียมรวมทั้งแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมากทั้งดินบนและดินล่าง ดังตารางที่ 13

ผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียม พบว่ามีค่าอะลูมิเนียมที่สกัดได้อยู่ระหว่าง 3.33-17.88 โดยเมื่อนำมาคำนวณดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน มีค่าอยู่ในพิสัย 45.61-79.72 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรพบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 45.61-79.27 % พบว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืช และที่ระดับความลึกมากกว่า 30 เซนติเมตร พบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินมีค่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมอยู่ในระดับ 58.53-78.62 % ซึ่งมีมากกว่าดินชั้นบนถือว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืชเป็นอย่างมากดังตารางที่ 14

ตารางที่ 12 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติคุณสมบัติทางเคมีของดิน ในพื้นที่จังหวัดพะเยา

site	Depth (cm)	pH	%OM	Ext P	Ext. K	Ext. Ca	Ext. Mg
				(----------ppm----------)			
PY 2	0-15	5.40	1.78	28	55	750	26
SoilGroup	15-30	5.74	1.14	118	89	868	26
47	30-45	5.76	0.85	107	79	649	23
	45-60	5.68	0.49	70	83	605	21
	60-80	-	-	-	-	-	-
	80-100	-	-	-	-	-	-
PY 3	0-15	5.51	2.53	60	119	436	33
SoilGroup	15-30	5.33	2.38	110	54	488	15
47	30-45	5.34	1.92	89	91	538	15
	45-60	5.78	0.64	65	78	436	12
	60-80	5.85	0.43	47	78	418	13
	80-100	5.89	0.39	38	79	424	16
PY 1	0-15	5.46	2.2	68	95	851	47
SoilGroup	15-30	5.59	1.56	52	75	846	48
55	30-45	5.99	1.06	47	61	868	44
	45-60	-	-	-	-	-	-
	60-80	-	-	-	-	-	-
	80-100	-	-	-	-	-	-
PY 4	0-15	4.53	0.92	131	58	395	14
SoilGroup	15-30	4.72	0.64	55	77	301	28
55	30-45	4.80	0.49	43	86	310	33
	45-60	4.91	0.49	36	80	348	36
	60-80	4.95	0.36	36	73	398	25
	80-100	4.98	0.35	34	72	399	15

ตารางที่ 13 ผลประเมินระดับของคุณสมบัติทางเคมีดิน ในพื้นที่จังหวัดพะเยา

site	Depth (cm)	pH	%OM	Ext P	Ext K	Ext Ca	Ext Mg
				(----------ppm----------)			
PY 2	0-15	St.ac	M	H	L	L	VL
SoilGroup	15-30	Mo.ac	ML	VH	M	L	VL
47	30-45	Mo.ac	L	VH	M	L	VL
	45-60	Mo.ac	L	VH	M	L	VL
	60-80	-	-	-	-	-	-
	80-100	-	-	-	-	-	-
PY 3	0-15	St.ac	MH	VH	H	L	VL
SoilGroup	15-30	St.ac	M	VH	L	L	VL
47	30-45	St.ac	M	VH	H	L	VL
	45-60	Mo.ac	L	VH	M	L	VL
	60-80	Mo.ac	VL	VH	M	L	VL
	80-100	Mo.ac	VL	H	M	L	VL
PY 1	0-15	st ac	M	VH	H	L	L
SoilGroup	15-30	Mo.ac	M	VH	M	L	L
55	30-45	Mo.ac	ML	VH	M	L	L
	45-60	-	-	-	-	-	-
	60-80	-	-	-	-	-	-
	80-100	-	-	-	-	-	-
PY 4	0-15	v.st ac	L	VH	L	VL	VL
SoilGroup	15-30	v.st ac	L	VH	M	VL	VL
55	30-45	v.st ac	VL	H	M	VL	VL
	45-60	v.st ac	VL	H	M	VL	VL
	60-80	v.st ac	VL	H	M	VL	VL
	80-100	v.st ac	VL	H	M	VL	VL

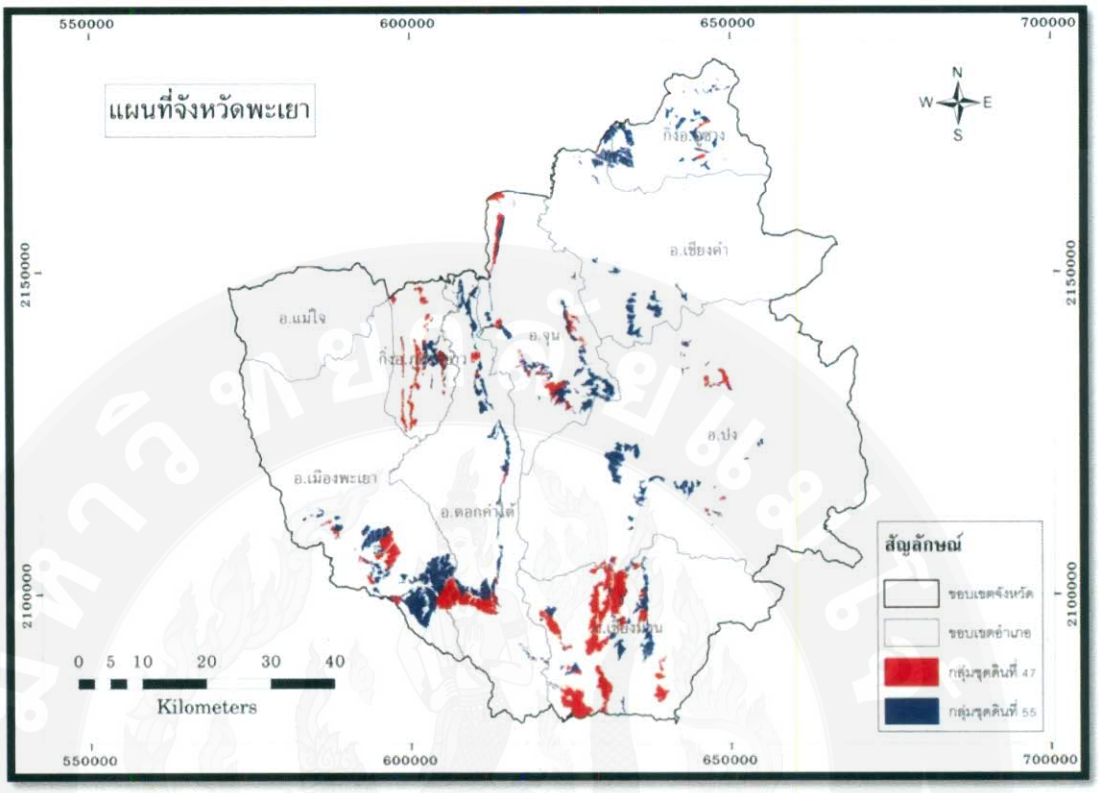
หมายเหตุ Sl.ac.= Slightly acid, Mo.ac.= Moderately acid, St.ac.=Strongly acid, V.st.ac.=Very stronger acid, Ex.ac.=Extremely acid. *VL= very low, L= low, ML= moderately low, M = medium, MH= moderately high, H= high, VH= very high, VL = very low, L = low, ML = moderately low, M = medium, MH = moderately high, H = high, VH = very high

ที่มา: Land Classification and FAO Project Staff (1973; Land Use Planning Division, 1993; Soil Survey Division Staff, 1993)

ตารางที่ 14 แสดงผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียมและความอิ่มของอะลูมิเนียมในดิน (ร้อยละ) ในพื้นที่จังหวัดพะเยา

site	Depth (cm)	K	Ca	Mg	Al	SAI
		(----------me/100 g soil----------)				%
PY 2 SoilGroup 47	0-15	0.14	3.75	0.22	2.29	35.79
	15-30	0.23	4.34	0.22	2.47	34.02
	30-45	0.20	3.25	0.19	3.50	49.03
	45-60	0.21	3.03	0.18	3.51	50.71
	60-80	-	-	-	-	-
	80-100	-	-	-	-	-
PY 3 SoilGroup 47	0-15	0.30	2.18	0.28	3.37	54.96
	15-30	0.14	2.44	0.13	8.41	75.68
	30-45	0.23	2.69	0.13	10.57	77.61
	45-60	0.20	2.18	0.10	15.18	85.96
	60-80	0.20	2.09	0.11	18.51	88.53
	80-100	0.20	2.12	0.13	19.67	88.90
PY 1 SoilGroup 55	0-15	0.24	4.26	0.39	4.10	45.61
	15-30	0.19	4.23	0.40	10.18	67.85
	30-45	0.16	4.34	0.37	17.88	78.62
	45-60	-	-	-	-	-
	60-80	-	-	-	-	-
	80-100	-	-	-	-	-
PY 4 SoilGroup 55	0-15	0.15	1.98	0.12	7.31	76.55
	15-30	0.20	1.51	0.23	7.40	79.27
	30-45	0.22	1.55	0.28	6.16	75.06
	45-60	0.20	1.74	0.31	3.51	60.91
	60-80	0.19	1.99	0.21	3.37	58.53
	80-100	0.18	2.00	0.13	3.33	59.13

หมายเหตุ SAI หมายถึง ความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน (ร้อยละ)



ภาพที่ 5 แผนที่แสดงพื้นที่กลุ่มชุดดินจังหวัดพะเยา

จังหวัดแพร่

จังหวัดแพร่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ปลูกข้าวโพดประมาณ 232,828 ไร่ พบว่ามีพื้นที่ที่ปลูกข้าวโพดบนดินกรดประมาณ 68,365 ไร่ ลักษณะของดินกรดส่วนใหญ่อยู่บนลักษณะภูมิประเทศ Qt และเกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของหินทราย หินทรายแป้ง หินกรวดมนสีแดง และหินโคลนสีเทาเข้ม (อ.ร้องกวาง) และหินโคลนสีเทาเข้มแทรกสลับทรายแป้ง (อ.เมือง) มีลักษณะของเนื้อดินแปรผันไปตั้งแต่หยาบถึงละเอียดที่ลึกถึงลึกมาก จากการคัดเลือกพื้นที่ในจังหวัดได้พบพื้นที่ที่ได้ทำการศึกษาและได้เลือกตัวแทนของดินจากเขตพื้นที่ตำบลห้วยม้า ตำบลบ้านน้ำชำ อำเภอเมืองและพื้นที่ตำบลห้วยทรายและตำบลเด่นชุมพล อำเภอร้องกวาง ใน 2 กลุ่มชุดดินได้แก่กลุ่มชุดดินที่ 35 และ 48 แล้วทำการวิเคราะห์และประเมินสมบัติทางเคมีของดินดังนี้

กลุ่มชุดดินที่ 35

คุณสมบัติทางเคมีของดิน พบว่ามีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในช่วง 4.60-5.71 โดยในดินล่างมีความเป็นกรด (4.60-5.45) สูงกว่าในดินบน (4.65-5.71) ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าอยู่ในช่วง 0.55-1.74 เปอร์เซ็นต์ มีการสะสมของปริมาณอินทรียวัตถุในดินชั้นบน (0.67-174 เปอร์เซ็นต์) มากกว่าดินล่าง (0.55-1.10 เปอร์เซ็นต์) ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้มีค่าเป็น 23-60 ppm โดยพบในดินชั้นบน (ช่วง 23-60 ppm) มากกว่าดินล่าง (ช่วง 23-50 ppm) มีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในช่วง 52-78 ppm ซึ่งในดินล่างมีปริมาณโพแทสเซียม (ช่วง 52-78 ppm) สูงกว่าดินบน (ช่วง 53-74 ppm) ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ระหว่าง 301-1,311 ppm โดยพบในดินล่าง (ช่วง 319-1,313 ppm) มากกว่าดินบน (ช่วง 301-890 ppm) และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้มีค่าเป็น 9-75 ppm พบมากในดินชั้นล่าง (ช่วง 9-76 ppm) มากกว่าดินบน (ช่วง 9-51 ppm) ตารางที่ 15

ผลการประเมินคุณสมบัติทางเคมีดิน พบว่าดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกรดจัดมากทั้งในดินบนดินล่าง ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำมากถึงค่อนข้างสูงในดินบน ส่วนดินล่างอยู่ในระดับต่ำถึงค่อนข้างต่ำ สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับค่อนข้างสูงถึงสูงมากทั้งดินบนและดินล่าง ขณะที่ปริมาณโพแทสเซียมและแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลางทั้งดินล่างและดินบน ตารางที่ 16

ผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียม พบว่ามีค่าอะลูมิเนียมที่สกัดได้อยู่ระหว่าง 2.58-17.54 me/100g โดยเมื่อนำมาคำนวณดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน มีค่าอยู่ในพิสัย 25.94-82.20 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรพบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 48.63-82.20 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืช และที่ระดับความลึกมากกว่า 30 เซนติเมตร พบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 25.94-

72.21 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีมากกว่าดินชั้นบนถือว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืชเป็นอย่างมาก ดังตารางที่ 17

กลุ่มชุดดินที่ 48

คุณสมบัติทางเคมีของดิน พบว่าในดินล่าง (>30 ซม.) มีค่าความเป็นกรดด่าง (3.65-4.43) มากกว่าในดินชั้นบน (0-30 ซม.) (4.07-5.36) มีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในช่วง 3.65-5.36 ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุมีค่าอยู่ในช่วง 0.24-4.06 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีการสะสมของปริมาณอินทรียวัตถุในดินชั้นบน (0.71-4.06 เปอร์เซ็นต์) มากกว่าในดินล่าง (0.24-1.24 เปอร์เซ็นต์) สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้มีค่าเป็น 21-175 ppm ซึ่งพบว่าในดินบนมีการสะสมของปริมาณอินทรียวัตถุ (ช่วง 28-175 ppm) สูงกว่าในดินล่าง (ช่วง 21-79 ppm) ขณะที่ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้มีค่าระหว่าง 21-96 ppm โดยพบในดินชั้นบน (ช่วง 21-96 ppm) มากกว่าดินชั้นล่าง (ช่วง 21-78 ppm) และปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในช่วง 175-360 ppm พบในดินบน (ช่วง 213-360 ppm) มากกว่าดินล่าง (ช่วง 175-322 ppm) ส่วนปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในระหว่าง 6-15 ppm และพบมากในดินบน (ช่วง 6-15 ppm) มากกว่าดินล่าง (ช่วง 6-9 ppm) ดังตารางที่ 15

ผลการประเมินคุณสมบัติทางเคมีดิน ในดินบนพบว่าเป็นกรดจัดถึงกรดรุนแรงมาก ขณะที่ดินล่างเป็นกรดรุนแรงมาก มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงในดินบน ส่วนดินล่างอยู่ในระดับต่ำมากถึงค่อนข้างต่ำ สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงถึงสูงมากในดินบน และดินล่างอยู่ในระดับค่อนข้างสูงถึงสูงมาก ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำถึงสูงในดินบน ส่วนดินล่างอยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง ขณะที่ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากทั้งดินบนและดินล่าง ตารางที่ 16

ผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียม พบว่ามีค่าอะลูมิเนียมที่สกัดได้อยู่ระหว่าง 2.22-15.47 โดยเมื่อนำมาคำนวณดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน มีค่าอยู่ในพิสัย 50.59-92.60 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรพบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 50.59-74.10 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืช และที่ระดับความลึกมากกว่า 30 เซนติเมตร พบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 87.11-92.62 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีมากกว่าดินชั้นบนถือว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืชเป็นอย่างมาก ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 15 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติคุณสมบัติทางเคมีของดิน ในพื้นที่จังหวัดแพร่

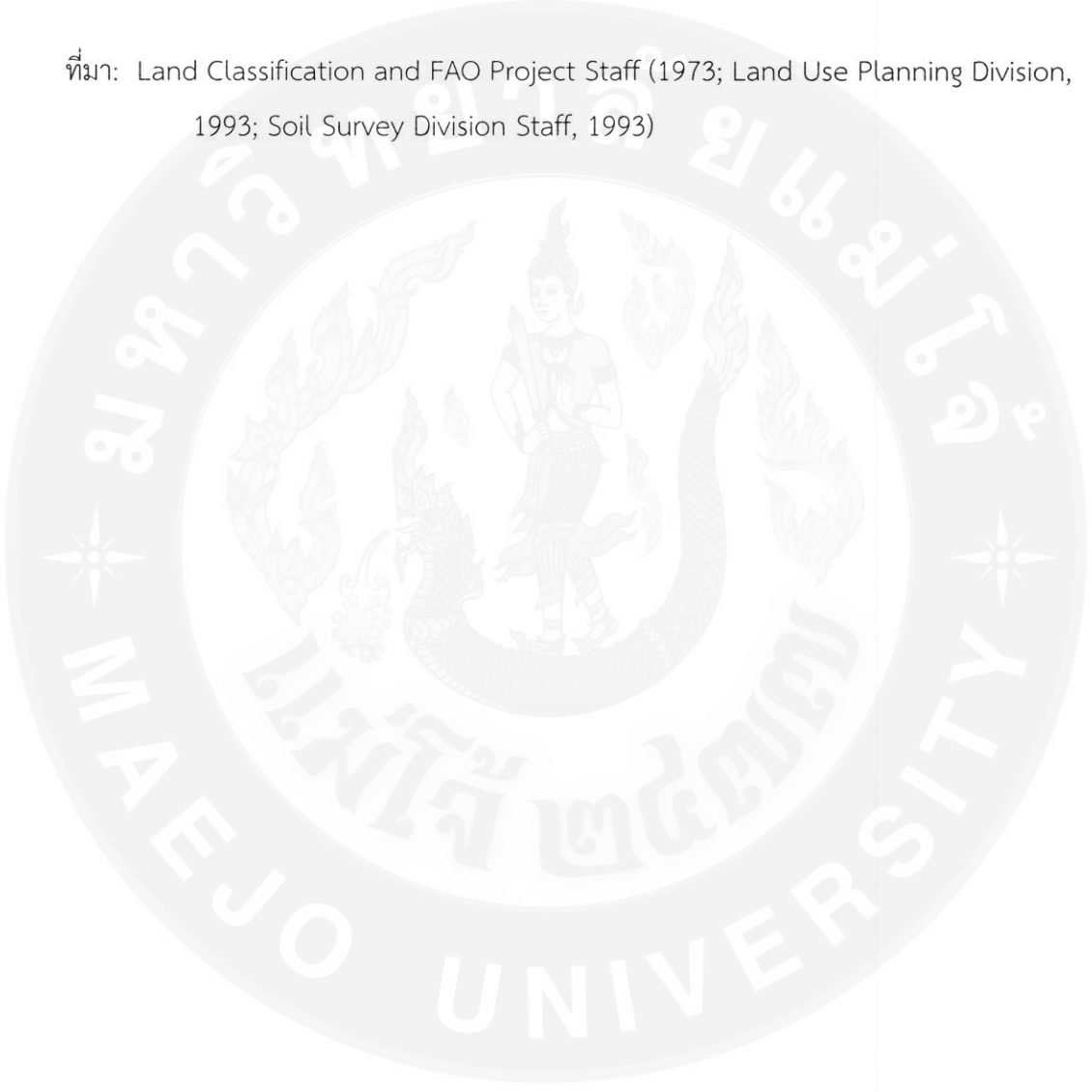
site	Dept (cm)	pH	% OM	Ext. P	Ext. K	Ext. Ca	Ext. Mg
				(----------ppm----------)			
PR 1	0-15	5.71	1.74	50	70	768	36
	15-30	5.18	1.24	34	53	601	36
SoilGroup	30-45	5.13	1.1	26	52	596	38
35	45-60	5.33	0.85	31	55	724	54
	60-80	5.45	0.78	35	65	864	76
	80-	-	-	-	-	-	-
PR 2	0-15	4.65	0.82	43	74	638	40
	15-30	4.77	0.67	23	67	890	51
SoilGroup	30-45	5.05	0.71	24	66	1,009	55
35	45-60	5.60	0.67	23	70	1,311	75
	60-80	-	-	-	-	-	-
	80-	-	-	-	-	-	-
PR 5	0-15	4.79	1.63	60	76	330	12
	15-30	4.68	1.35	51	73	301	9
SoilGroup	30-45	4.65	1.03	34	78	319	9
35	45-60	4.65	1.03	50	61	319	9
	60-80	4.60	0.55	50	73	322	9
	80-	-	-	-	-	-	-
PR 3	0-15	4.83	1.28	28	27	354	14
	15-30	4.07	0.71	115	21	301	9
SoilGroup	30-45	3.84	0.49	79	21	260	8
48	45-60	3.70	0.24	43	22	237	8
	60-80	3.65	0	36	22	228	9
	80-	-	-	-	-	-	-
PR 4	0-15	5.36	4.06	175	96	360	15
	15-30	4.58	1.88	51	50	213	6
SoilGroup	30-45	4.43	1.24	36	55	181	6
48	45-60	4.41	0.85	21	63	175	7
	60-80	-	-	-	-	-	-
	80-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 16 ผลการประเมินระดับของคุณสมบัติทางเคมีดิน ในพื้นที่จังหวัดแพร่

site	Depth (cm)	pH	%OM	Ext P	Ext K	Ext Ca	Ext Mg
				(----------ppm----------)			
PR 1	0-15	Mo.ac	M	VH	M	L	VL
	15-30	St.ac	ML	H	L	L	VL
	30-45	St.ac	ML	H	L	L	L
	45-60	St.ac	L	H	L	L	L
SoilGroup 35	60-80	St.ac	L	H	M	L	L
	80-100	-	-	-	-	-	-
PR 2	0-15	v.st.ac	VL	H	M	L	L
	15-30	v.st.ac	L	MH	M	L	L
	30-45	v.st.ac	L	MH	M	L	L
	45-60	Mo.ac	L	MH	M	L	L
SoilGroup 35	60-80	-	-	-	-	-	-
	80-100	-	-	-	-	-	-
PR 5	0-15	v.st.ac	M	VH	M	VL	VL
	15-30	v.st.ac	ML	VH	M	VL	VL
	30-45	v.st.ac	ML	H	M	VL	VL
	45-60	v.st.ac	ML	VH	M	VL	VL
SoilGroup 35	60-80	v.st.ac	L	VH	M	VL	VL
	80-100	-	-	-	-	-	-
PR 3	0-15	v.st.ac	ML	H	VL	VL	VL
	15-30	Ex.ac	L	VH	VL	VL	VL
	30-45	Ex.ac	VL	VH	VL	VL	VL
	45-60	Ex.ac	VL	H	VL	VL	VL
SoilGroup 48	60-80	Ex.ac	VL	H	VL	VL	VL
	80-100	-	-	-	-	-	-
PR 4	0-15	St.ac	H	VH	H	VL	VL
	15-30	v.st.ac	M	VH	L	VL	VL
	30-45	Ex.ac	ML	H	L	VL	VL
	45-60	Ex.ac	L	MH	M	VL	
SoilGroup 48	60-80	-	-	-	-	-	-
	80-100	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ Sl.ac.= Slightly acid, Mo.ac.= Moderately acid, St.ac.=Strongly acid, V.st.ac.=Very stronger acid, Ex.ac.=Extremely acid. *VL= very low, L= low, ML= moderately low, M = medium, MH= moderately high, H= high, VH= very high, VL = very low, L = low, ML = moderately low, M = medium, MH = moderately high, H = high, VH = very high

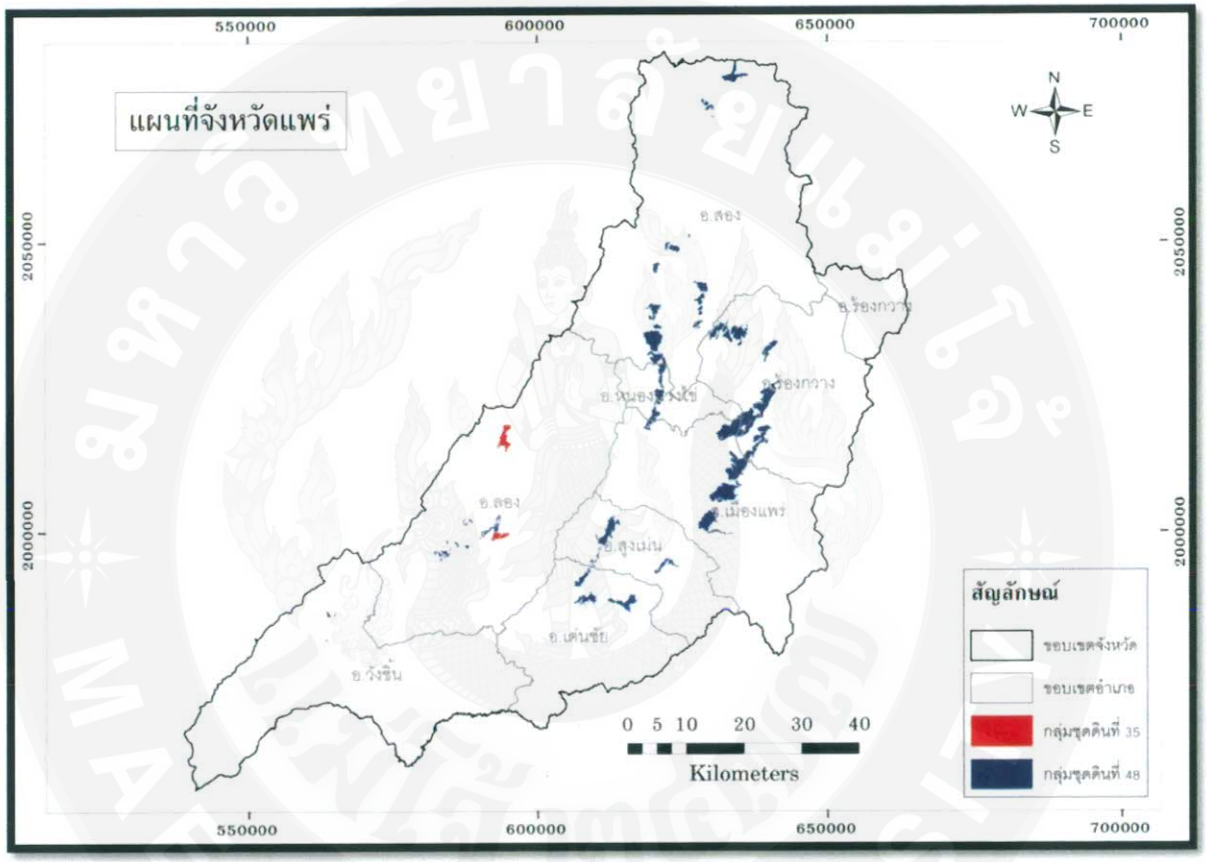
ที่มา: Land Classification and FAO Project Staff (1973; Land Use Planning Division, 1993; Soil Survey Division Staff, 1993)



ตารางที่ 17 แสดงผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียมและความอิ่มของอะลูมิเนียมในดิน (ร้อยละ) ในพื้นที่จังหวัดแพร่

site	Depth (cm)	K	Ca	Mg	Al	SAI
		(----------me/100g soil----------)				%
PR 1 SoilGroup 35	0-15	0.18	3.84	0.30	4.09	48.63
	15-30	0.14	3.01	0.30	9.90	74.21
	30-45	0.13	2.98	0.32	8.91	72.21
	45-60	0.14	3.62	0.45	4.43	51.29
	60-80	0.17	4.32	0.63	2.61	33.78
	80-100	-	-	-	-	-
PR 2 SoilGroup 35	0-15	0.19	3.19	0.33	17.14	82.20
	15-30	0.17	4.45	0.43	11.60	69.68
	30-45	0.17	5.05	0.46	5.87	50.84
	45-60	0.18	6.56	0.63	2.58	25.94
	60-80	-	-	-	-	-
	80-100	-	-	-	-	-
PR 5 SoilGroup 35	0-15	0.19	1.65	0.10	3.66	65.28
	15-30	0.19	1.51	0.08	4.90	73.50
	30-45	0.20	1.60	0.08	4.50	70.65
	45-60	0.15	1.60	0.08	4.73	72.19
	60-80	0.19	1.61	0.08	3.67	66.20
	80-100	-	-	-	-	-
PR 3 SoilGroup 48	0-15	0.07	1.77	0.12	3.24	62.39
	15-30	0.05	1.51	0.08	4.16	71.78
	30-45	0.05	1.30	0.07	9.60	87.11
	45-60	0.06	1.19	0.07	14.69	91.82
	60-80	0.06	1.14	0.08	15.47	92.40
	80-100	-	-	-	-	-
PR 4 SoilGroup 48	0-15	0.25	1.80	0.13	2.22	50.59
	15-30	0.13	1.07	0.05	3.56	74.10
	30-45	0.14	0.91	0.05	7.84	87.74
	45-60	0.16	0.88	0.06	13.73	92.62
	60-80	-	-	-	-	-
	80-100	-	-	-	-	-

หมายเหตุ SAI หมายถึง ความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน (ร้อยละ)



ภาพที่ 6 แผนที่แสดงพื้นที่กลุ่มชุดดินจังหวัดแพร่

จังหวัดน่าน

จังหวัดน่านมีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ปลูกข้าวโพดประมาณ 519,138 ไร่ พบว่ามีพื้นที่ที่ปลูกข้าวโพดบนดินกรดประมาณ 131,136 ไร่ ลักษณะของดินกรดส่วนใหญ่อยู่บนลักษณะภูมิประเทศ Qt และเกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของหินดินดาน หินดินดานสีเทาและหินทรายแป้ง จากการคัดเลือกพื้นที่ในจังหวัดได้พบพื้นที่ที่ได้ทำการศึกษาและได้เลือกตัวแทนของดินจากเขตพื้นที่ตำบลจอมพระ อำเภอท่าวังผา พื้นที่ตำบลบ้านป่ากลาง อำเภอปัว พื้นที่ ตำบลบ้านฟ้า อำเภอบ้านหลวงและพื้นที่ตำบลบ้านฝายแก้ว ตำบลบ้านเมืองจัง อำเภอภูเพียงใน 2 กลุ่มชุดดินได้แก่กลุ่มชุดดินที่ 35 และ 47แล้วทำการวิเคราะห์และประเมินสมบัติทางเคมีของดินดังนี้

กลุ่มชุดดินที่ 35

คุณสมบัติทางเคมีของดิน พบว่ามีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในช่วง 4.09-4.70 โดยที่ดินบนมีความเป็นกรด (4.09-4.28) สูงกว่าดินล่าง (4.37-4.70) มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ระหว่าง 0.82-1.60 เปอร์เซ็นต์ โดยพบในดินบน (0.96-1.60 เปอร์เซ็นต์) มากกว่าดินล่าง (0.82-0.89 เปอร์เซ็นต์) ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้มีค่าอยู่ในช่วง 49-147 ppm พบว่าดินบนมีการสะสมของฟอสฟอรัส (ช่วง 91-147 ppm) สูงกว่าในดินล่าง (ช่วง 49-63 ppm) สำหรับปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้มีค่าระหว่าง 61-90 ppm พบว่าในดินล่างมีปริมาณ (ช่วง 72-90 ppm) สูงกว่าดินบน (ช่วง 61-72 ppm) ส่วนปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในช่วง 319-470 ppm พบว่าในดินล่างมีการสะสมของปริมาณแคลเซียม (ช่วง 319-322 ppm) สูงกว่าในดินบน (ช่วง 365-470 ppm) และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้มีค่าเป็น 9-23 ppm ซึ่งดินบนมีปริมารแมกนีเซียม (ช่วง 9-11 ppm) น้อยกว่าดินล่าง (ช่วง 14-23 ppm) ดังตารางที่ 18

ผลการประเมินคุณสมบัติทางเคมีดิน พบว่าดินชั้นล่าง (>30 ซม.) เป็นกรดจัดมากถึงกรดรุนแรงมาก ขณะที่ในดินบน (0-30 ซม.) เป็นกรดรุนแรงมาก ปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลางในดินบน ส่วนดินล่างอยู่ในระดับต่ำ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงมากทั้งดินบนและดินล่าง ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ทั้งดินบนและดินล่างอยู่ในระดับปานกลาง ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากในดินบน ส่วนดินล่างอยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ทั้งดินบนและล่างอยู่ในระดับต่ำมาก ตารางที่ 19

ค่าอะลูมิเนียมที่สกัดได้อยู่ระหว่าง 2.22-15.47 me/100g โดยเมื่อนำมาคำนวณดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน มีค่าอยู่ในพิสัย 86.50-91.27 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรพบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 90.61-91.27 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืช และที่ระดับความลึกมากกว่า 30 เซนติเมตร พบว่าดัชนีร้อย

ละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 86.50-89.64 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีมากกว่าดินชั้นบนถือว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืชเป็นอย่างมาก ดังตารางที่ 20

กลุ่มชุดดินที่ 47

คุณสมบัติทางเคมีของดิน ค่าความเป็นกรดด่างของดินพบว่าในดินล่าง (>30 ซม.) มีความเป็นกรด (3.85-4.70) สูงกว่าดินบน (0-30 ซม.) (4.06-5.37) มีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในช่วง 3.85-5.37 ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ที่ 0.64-2.70 เปอร์เซ็นต์ โดยดินบนมีการสะสมของอินทรียวัตถุ (0.67-2.70 เปอร์เซ็นต์) มากกว่าดินล่าง (0.64-1.85 เปอร์เซ็นต์) มีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 23-171 ppm โดยปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้พบในดินบน (ช่วง 31-171 ppm) มากกว่าในดินล่าง (ช่วง 23-52) สำหรับปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในช่วง 31-106 ppm โดยพบในดินบน (ช่วง 32-106 ppm) มากกว่าดินล่าง (ช่วง 31-70 ppm) ส่วนปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้มีค่าเป็น 266-575 ppm ซึ่งพบว่าในดินล่างมีค่า (ช่วง 266-575) มากกว่าดินบน (ช่วง 351-544 ppm) และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดมีค่าอยู่ระหว่าง 7-32 ppm พบว่าดินบนมีปริมาณแมกนีเซียม (ช่วง 7-32 ppm) มากกว่าดินล่าง (ช่วง 7-24 ppm) ดังตารางที่ 18

ผลการประเมินคุณสมบัติทางเคมีดิน พบว่าในดินบน (0.-30 ซม.) มีความเป็นกรดจัดถึงกรดรุนแรงมากและในดินล่าง (>30 ซม.) เป็นกรดจัดมากถึงกรดรุนแรงมาก ปริมาณอินทรียวัตถุในดินบนอยู่ในระดับต่ำถึงค่อนข้างสูงและในดินล่างอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้อยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก สำหรับปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำถึงสูงในดินบน และดินล่างอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง ส่วนปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ทั้งในดินบนและดินล่างอยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ ขณะที่ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมาก ตารางที่ 19

ผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียม พบว่ามีค่าอะลูมิเนียมที่สกัดได้อยู่ระหว่าง 2.22-15.47 me/100g โดยเมื่อนำมาคำนวณดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน มีค่าอยู่ในพิสัย 66.68-92.78 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรพบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 82.33-88.91 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืช และที่ระดับความลึกมากกว่า 30 เซนติเมตร พบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 85.97-92.78 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีมากกว่าดินชั้นบนถือว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืชเป็นอย่างมาก ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 18 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติคุณสมบัติทางเคมีของดิน ในพื้นที่จังหวัดน่าน

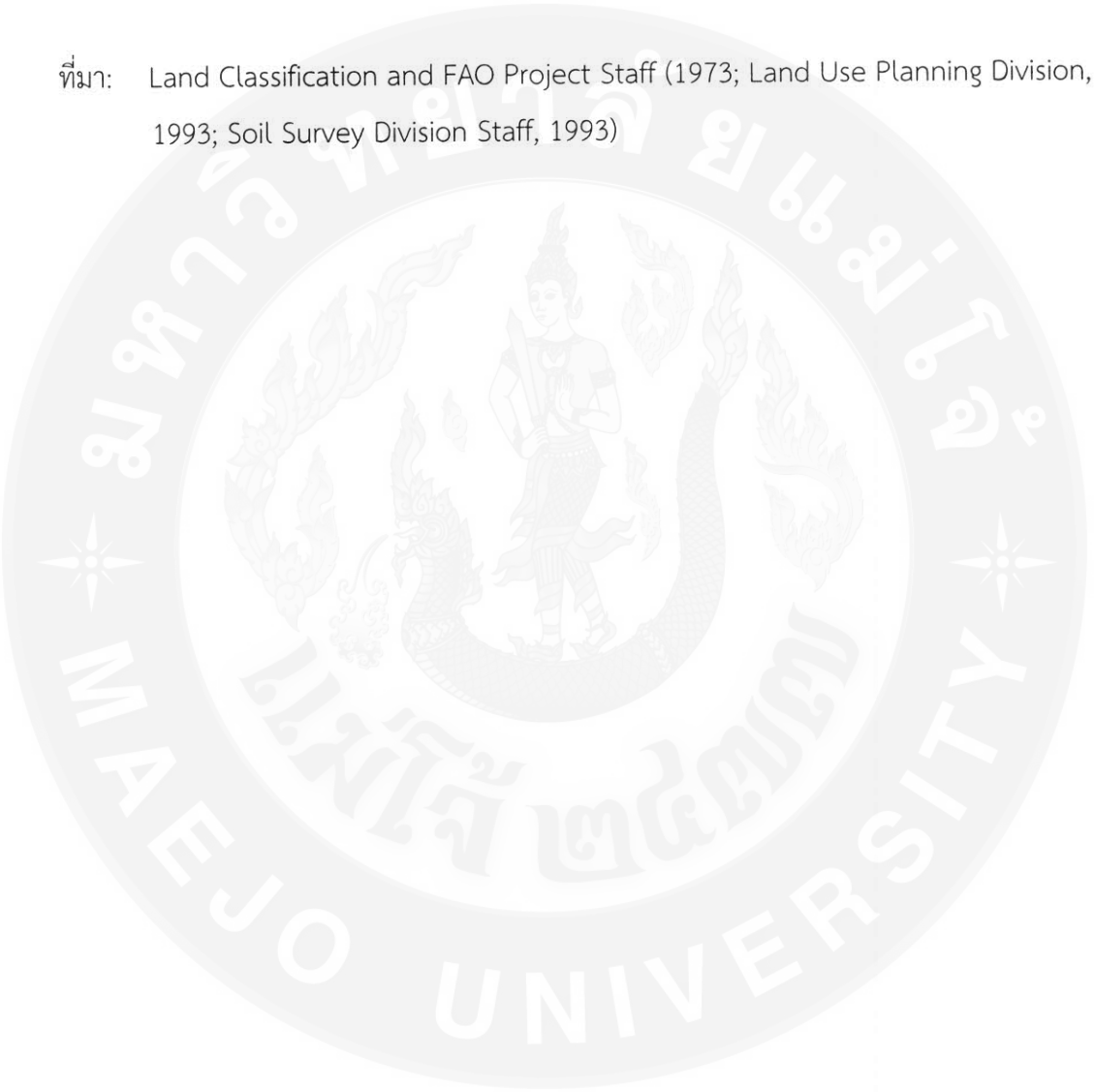
site	Depth (cm)	pH	%OM	Ext P	Ext. K	Ext. Ca	Ext. Mg
				(----------ppm----------)			
NN 3	0-15	4.28	1.60	147	72	322	9
SoilGroup	15-30	4.09	0.96	91	61	319	11
35	30-45	4.37	0.89	63	72	365	14
	45-60	4.64	0.82	57	73	436	22
	60-80	4.68	0.82	57	87	465	23
	80-100	4.70	0.86	49	90	470	23
NN 1	0-15	4.70	1.67	53	58	488	15
SoilGroup	15-30	4.67	1.06	31	52	480	17
47	30-45	4.59	1.03	31	45	480	15
	45-60	4.68	0.92	30	47	363	16
	60-80	4.70	0.89	23	48	438	16
	80-100	4.70	0.93	27	48	429	16
NN 2	0-15	4.33	2.28	105	35	360	9
SoilGroup	15-30	4.06	2.06	68	32	351	7
47	30-45	3.85	1.85	48	31	357	7
	45-60	3.88	1.53	35	31	357	7
	60-80	3.87	1.39	31	40	325	7
	80-100	3.87	1.14	31	49	275	7
NN 4	0-15	5.37	2.70	148	106	544	32
SoilGroup	15-30	4.75	0.67	110	86	383	21
47	30-45	4.56	1.03	38	70	357	18
	45-60	4.58	0.64	52	55	409	24
	60-80	4.60	0.93	52	59	575	24
	80-100	-	-	-	-	-	-
NN 5	0-15	4.69	2.10	171	49	363	13
SoilGroup	15-30	4.37	1.03	52	41	386	15
47	30-45	4.24	0.78	42	46	322	13
	45-60	4.24	0.74	30	47	266	11
	60-80	-	-	-	-	-	-
	80-100	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 19 ผลการประเมินระดับของคุณสมบัติทางเคมีดิน ในพื้นที่จังหวัดน่าน

site	Depth (cm)	pH	%OM	Ext P	Ext K	Ext Ca	Ext Mg
				(----------ppm----------)			
NN 3	0-15	Ex.ac	M	VH	M	VL	VL
SoilGroup 35	15-30	Ex.ac	L	VH	M	VL	VL
	30-45	Ex.ac	L	VH	M	VL	VL
	45-60	v.st.ac	L	VH	M	L	VL
	60-80	v.st.ac	L	VH	M	L	VL
	80-100	v.st.ac	L	VH	M	L	VL
NN 1	0-15	v.st.ac	M	VH	L	L	VL
SoilGroup 47	15-30	v.st.ac	ML	H	L	L	VL
	30-45	v.st.ac	ML	H	L	L	VL
	45-60	v.st.ac	L	H	L	VL	VL
	60-80	v.st.ac	L	H	L	L	VL
	80-100	v.st.ac	L	H	L	L	VL
NN 2	0-15	Ex.ac	M	VH	L	VL	VL
SoilGroup 47	15-30	Ex.ac	M	VH	L	VL	VL
	30-45	Ex.ac	M	VH	L	VL	VL
	45-60	Ex.ac	M	H	L	VL	VL
	60-80	Ex.ac	ML	H	L	VL	VL
	80-100	Ex.ac	ML	H	L	VL	VL
NN 4	0-15	St.ac	MH	VH	H	L	VL
SoilGroup 47	15-30	v.st.ac	L	VH	M	VL	VL
	30-45	v.st.ac	ML	H	M	VL	VL
	45-60	v.st.ac	L	VH	L	L	VL
	60-80	v.st.ac	L	VH	L	L	VL
	80-100	-	-	-	-	-	-
NN 5	0-15	v.st.ac	M	VH	L	VL	VL
SoilGroup 47	15-30	v.st.ac	ML	VH	L	VL	VL
	30-45	Ex.ac	L	H	L	VL	VL
	45-60	Ex.ac	L	H	L	VL	VL
	60-80	-	-	-	-	-	-
	80-100	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ Sl.ac.= Slightly acid, Mo.ac.= Moderately acid, St.ac.=Strongly acid, V.st.ac.=Very stronger acid, Ex.ac.=Extremely acid. *VL= very low, L= low, ML= moderately low, M = medium, MH= moderately high, H= high, VH= very high, VL = very low, L = low, ML = moderately low, M = medium, MH = moderately high, H = high, VH = very high

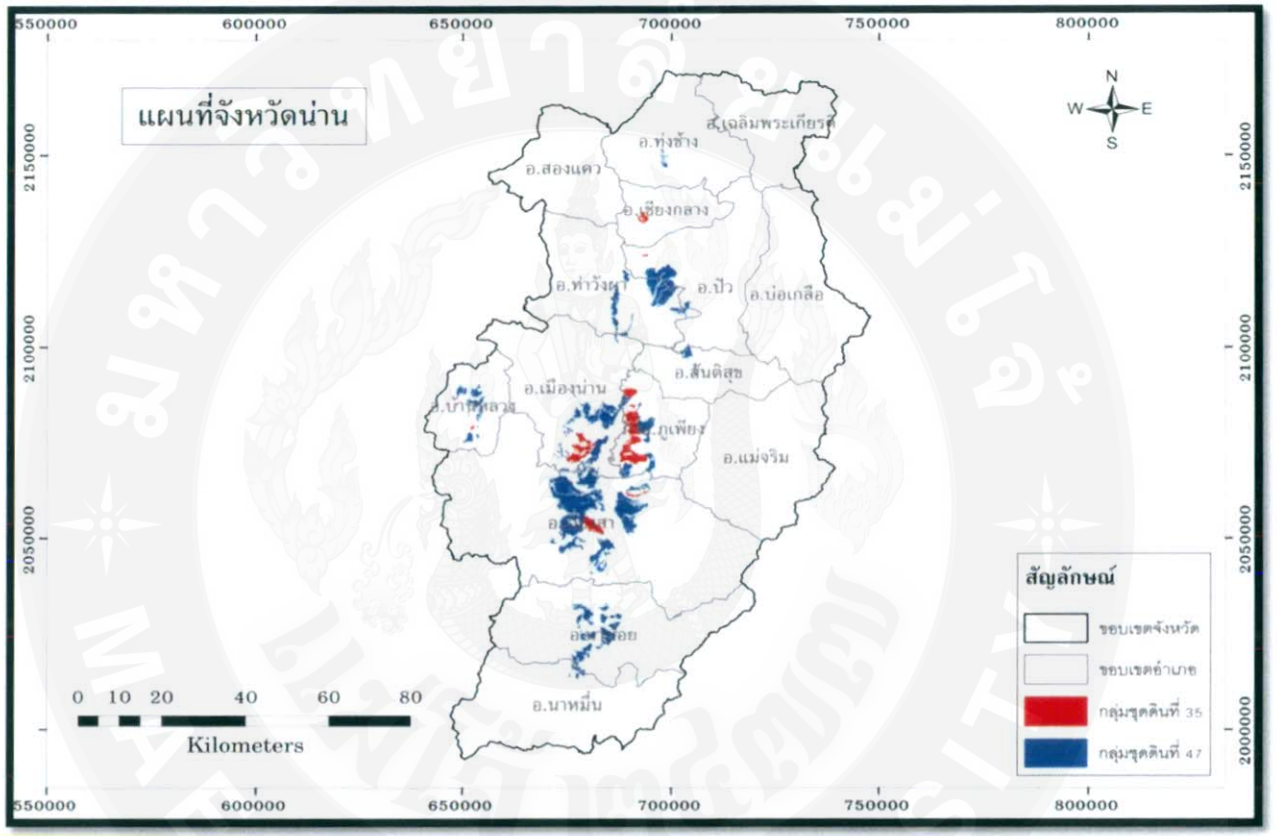
ที่มา: Land Classification and FAO Project Staff (1973; Land Use Planning Division, 1993; Soil Survey Division Staff, 1993)



ตารางที่ 20 แสดงผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียมและความอิ่มของอะลูมิเนียมในดิน (ร้อยละ) ในพื้นที่จังหวัดน่าน

site	Depth (cm)	K	Ca	Mg	Al	SAI
		(----------me/100g soil----------				%
NN 3 SoilGroup 35	0-15	0.18	1.61	0.08	18.04	90.61
	15-30	0.16	1.60	0.09	19.26	91.27
	30-45	0.18	1.83	0.12	18.40	89.64
	45-60	0.19	2.18	0.18	16.53	86.64
	60-80	0.22	2.32	0.19	17.73	86.62
	80-100	0.23	2.35	0.19	17.76	86.50
NN 1 SoilGroup 47	0-15	0.15	2.44	0.13	17.54	86.61
	15-30	0.13	2.40	0.14	18.91	87.61
	30-45	0.12	2.40	0.13	19.34	87.99
	45-60	0.12	1.82	0.13	19.30	90.32
	60-80	0.12	2.19	0.13	19.13	88.65
	80-100	0.12	2.15	0.13	19.06	88.80
NN 2 SoilGroup 47	0-15	0.09	1.80	0.08	11.89	85.82
	15-30	0.08	1.76	0.06	17.52	90.24
	30-45	0.07	1.79	0.06	20.07	91.28
	45-60	0.08	1.79	0.06	21.42	91.76
	60-80	0.10	1.62	0.06	21.61	92.38
	80-100	0.13	1.37	0.06	16.14	91.19
NN 4 SoilGroup 47	0-15	0.27	2.72	0.27	15.18	82.33
	15-30	0.22	1.92	0.18	18.51	88.91
	30-45	0.18	1.79	0.15	19.67	90.29
	45-60	0.14	2.05	0.20	19.79	89.24
	60-80	0.15	2.87	0.20	19.78	85.97
	80-100	-	-	-	-	-
NN 5 SoilGroup 47	0-15	0.13	1.82	0.11	4.10	66.68
	15-30	0.10	1.93	0.13	10.18	82.49
	30-45	0.12	1.61	0.11	17.88	90.69
	45-60	0.12	1.33	0.09	19.82	92.78
	60-80	-	-	-	-	-
	80-100	-	-	-	-	-

หมายเหตุ SAI หมายถึง ความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน (ร้อยละ)



ภาพที่ 7 แผนที่แสดงพื้นที่กลุ่มชุดดินจังหวัดน่าน

จังหวัดเชียงใหม่

จังหวัดเชียงใหม่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ปลูกข้าวโพดประมาณ 248,147 ไร่ พบว่ามีพื้นที่ที่ปลูกข้าวโพดบนดินกรดประมาณ 82,167 ไร่ ลักษณะของดินกรดส่วนใหญ่อยู่บนลักษณะภูมิประเทศ Qtและเกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของหินดินดานสีดำ หินเชิร์ต หินทรายแป้งสีเทาเข้ม หินไบโอไทด์แกรนิตและหินไนส์ (อ.แม่แจ่ม อ.เวียงแหง และ อ.พร้าว) จากการคัดเลือกพื้นที่ในจังหวัดได้พบพื้นที่ที่ได้ทำการศึกษาและได้เลือกตัวแทนของดินจากเขตพื้นที่ตำบลแม่ศึก ตำบลบ้านช่างเคิ่ง ในอำเภอแม่แจ่ม พื้นที่ตำบลโหล่งขอด ในอำเภอพร้าว และพื้นที่ตำบลเมืองนะ อำเภอเวียงแหง มีลักษณะของเนื้อดินผันแปรไปตั้งแต่หยาบถึงละเอียดที่ลึกถึงลึกมากบางแห่งก็พดกลุ่มดินตื้นถึงก้อนหินหรือเศษหินและลูกรังปน ใน 3 กลุ่มชุดดิน ได้แก่กลุ่มชุดดินที่ 29, 35 และ 56 แล้วทำการวิเคราะห์และประเมินสมบัติทางเคมีของดินดังนี้

กลุ่มชุดดินที่ 29

คุณสมบัติทางเคมีของดิน พบว่ามีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในช่วง 4.70-6.09 โดยในหลุม CM1 และ CM5 ดินบน (0-30 ซม.) มีความเป็นกรดสูงกว่าดินล่าง (>30 ซม.) แต่ในหลุม CM 4 พบว่าในดินล่างมีความเป็นกรดมากกว่าดินบน สำหรับปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าอยู่ที่ 0.57-3.95 เปอร์เซ็นต์ พบการสะสมของปริมาณอินทรียวัตถุในดินบน (2.06-3.95 เปอร์เซ็นต์) มากกว่าดินล่าง (0.57-1.56 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าอยู่ในพิสัย 27-172 ppm ซึ่งพบว่าดินบนมีการสะสมของปริมาณฟอสฟอรัส (ช่วง 48-172 ppm) สูงกว่าในดินล่าง (ช่วง 27-63 ppm) ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ที่ 35-162 ppm พบในดินบน (ช่วง 56-162 ppm) มากกว่าดินล่าง (ช่วง 35-93 ppm) และปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้เป็น 143-415 ppm โดยในดินล่างมีปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ (ช่วง 143-415 ppm) สูงกว่าในดินบน (ช่วง 199-406 ppm) และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ที่ 11-28 ppm ซึ่งพบว่าดินล่างมีปริมาณแมกนีเซียม (ช่วง 11-24 ppm) สูงกว่าดินบน (ช่วง 11-14 ppm) ในหลุม CM1 และ CM4 ขณะที่ในหลุม CM5 พบว่าในดินบนมีปริมาณแมกนีเซียม (ช่วง 24-28 ppm) สูงกว่าดินล่าง (ช่วง 21-26 ppm) ดังตารางที่ 21

ผลการประเมินคุณสมบัติทางเคมีดิน พบว่าดินเป็นกรดปานกลางถึงกรดจัดมาก โดยในดินบนเป็นกรดจัดถึงกรดจัดมาก ส่วนดินล่างอยู่ในระดับกรดปานกลางถึงกรดจัดมาก ปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำถึงสูง โดยในดินชั้นบนพบการสะสมของปริมาณอินทรียวัตถุสูงกว่าดินชั้นล่าง ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้อยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก โดยในดินอยู่ในระดับสูงมาก และดินล่างอยู่ในระดับสูง สำหรับปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำถึงสูงมาก ซึ่งดินบนมีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในระดับต่ำถึงสูงมาก ส่วนดินล่างอยู่ในระดับต่ำถึงสูง และปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้

อยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำทั้งในดินบนและดินล่าง ขณะที่ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากทั้งดินบนและดินล่าง ดังตารางที่ 22

ผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียม พบว่ามีค่าอะลูมิเนียมที่สกัดได้อยู่ระหว่าง 2.22-7.58 โดยเมื่อนำมาคำนวณดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน มีค่าอยู่ในพิสัย 47.54–83.80 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรพบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 48.24-80.79 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืช และที่ระดับความลึกมากกว่า 30 เซนติเมตร พบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 47.54-83.80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีมากกว่าดินชั้นบนถือว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืชเป็นอย่างมาก (ตารางที่ 23)

กลุ่มชุดดินที่ 35

คุณสมบัติทางเคมีของดิน พบว่ามีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในช่วง 4.81-5.50 โดยดินบน (0-30 ซม.) มีค่าความเป็นกรด (4.81-5.03) สูงกว่าดินล่าง (>30 ซม.) (5.38-5.50) มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ที่ 0.42-1.10 เปอร์เซ็นต์ โดยพบปริมาณสะสมของอินทรียวัตถุในดินบน (0.89-1.10 เปอร์เซ็นต์) มากกว่าดินล่าง (0.42-0.71 เปอร์เซ็นต์) สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้มีค่าเป็น 40-97 ppm ซึ่งพบในดินบน (ช่วง 59-79 ppm) น้อยกว่าดินล่าง (40-97) ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ระหว่าง 17-30 ppm พบปริมาณโพแทสเซียมในดินบน (ช่วง 22-30 ppm) มากกว่าดินล่าง (ช่วง 17-24 ppm) สำหรับปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในช่วง 187-234 ppm พบในดินล่าง (ช่วง 193-234 ppm) มากกว่าดินบน (ช่วง 199-211 ppm) และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้มีค่าเป็น 21-32 ppm พบในดินล่าง (ช่วง 21-32 ppm) มากกว่าดินบน (ช่วง 21-25 ppm) ดังตารางที่ 21

ผลการประเมินคุณสมบัติทางเคมีดิน ในดินชั้นบนพบว่าดินเป็นกรดจัดมากส่วนในดินชั้นล่างดินเป็นกรดจัด มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินบนอยู่ในระดับต่ำและต่ำมากในดินล่าง ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ในดินบนอยู่ในระดับสูงมากและดินล่างอยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก สำหรับปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินบนอยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำส่วนในดินล่างอยู่ในระดับต่ำมาก ขณะที่ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากทั้งดินบนและดินล่าง ดังตารางที่ 22

ผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียม พบว่ามีค่าอะลูมิเนียมที่สกัดได้อยู่ระหว่าง 2.22-6.04 me/100g โดยเมื่อนำมาคำนวณดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน มีค่าอยู่ในพิสัย 61.83-82.81 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรพบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 62.74-72.85 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืช และที่ระดับความลึกมากกว่า 30 เซนติเมตร พบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 61.83-82.81 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีมากกว่าดินชั้นบนถือว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืชเป็นอย่างมาก (ตารางที่ 23)

กลุ่มชุดดินที่ 56

คุณสมบัติทางเคมีของดิน พบว่ามีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในช่วง 4.57-5.20 โดยดินบน (0-30 ซม.) มีค่าความเป็นกรด (4.57-5.06) สูงกว่าดินล่าง (>30 ซม.) (5.20-5.32) ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าเป็น 0.50-1.74 เปอร์เซ็นต์ โดยพบปริมาณการสะสมของอินทรียวัตถุในดินบน (0.99-177 เปอร์เซ็นต์) มากกว่าดินล่าง (0.50-0.67 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้มีค่าระหว่าง 86-138 ppm ซึ่งพบว่าดินบน (ช่วง 92-138 ppm) มีมากกว่าดินล่าง (ช่วง 94-108 ppm) ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ที่ 45-82 ppm โดยพบปริมาณสะสมในดินล่าง (ช่วง 45-89 ppm) มากกว่าดินบน (ช่วง 45-82 ppm) ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้มีค่าเป็น 213-307 ppm พบว่าในดินล่างมีปริมาณของแคลเซียม (ช่วง 213-307 ppm) สะสมอยู่มากกว่าดินบน (ช่วง 243-249 ppm) และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในพิสัย 10-37 ppm โดยพบมากในดินบน (ช่วง 34-37 ppm) มากกว่าดินล่าง (ช่วง 10-35 ppm) ดังตารางที่ 21

ผลการประเมินคุณสมบัติทางเคมีดิน พบว่าดินเป็นกรดจัดในดินชั้นล่างและกรดจัดมากในดินชั้นบน มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินบนอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลางและระดับต่ำในดินชั้นล่าง ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้อยู่ในระดับที่สูงมาก สำหรับปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำถึงสูงในดินบน ส่วนดินล่างอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง ขณะที่ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากทั้งดินบนและดินล่าง และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำในดินบน ส่วนดินล่างอยู่ในระดับต่ำมาก ดังตารางที่ 22

ผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียม พบว่ามีค่าอะลูมิเนียมที่สกัดได้อยู่ระหว่าง 2.44-5.90 me/100g โดยเมื่อนำมาคำนวณดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน มีค่าอยู่ในพิสัย 62.48-77.30 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรพบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 64.18-77.30 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืช และที่ระดับความลึกมากกว่า 30 เซนติเมตร พบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 62.42-64.43 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีมากกว่าดินชั้นบนถือว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืชเป็นอย่างมาก (ตารางที่ 23)

ตารางที่ 21 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติคุณสมบัติทางเคมีของดิน ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่

site	Depth (cm)	pH	%OM	Ext. P	Ext K	Ext. Ca	Ext. Mg
				(----------ppm----------)			
CM 3	0-15	4.81	1.1	79	30	199	21
SoilGroup	15-30	5.03	0.89	59	22	211	25
35	30-45	5.50	0.71	54	18	208	21
	45-60	5.46	0.53	41	17	193	23
	60-80	5.40	0.46	40	23	234	32
	80-100	5.38	0.42	97	24	187	31
CM 2	0-15	4.57	1.74	92	82	243	37
SoilGroup	15-30	5.06	0.99	138	45	249	34
56	30-45	5.32	0.67	108	45	213	35
	45-60	5.22	0.60	103	53	246	10
	60-80	5.20	0.57	94	79	307	20
	80-100	5.20	0.5	86	89	301	20
CM 1	0-15	5.17	2.53	92	162	365	14
SoilGroup	15-30	5.20	2.13	79	93	406	14
29	30-45	5.71	0.99	44	92	415	17
	45-60	6.09	0.67	32	86	371	22
	60-80	6.12	0.57	27	93	360	24
	80-100	-	-	-	-	-	-
CM 4	0-15	5.03	2.74	75	70	263	13
SoilGroup	15-30	4.92	2.06	48	56	263	11
29	30-45	5.00	1.39	28	50	234	11
	45-60	4.79	1.21	32	52	216	12
	60-80	4.75	1.14	29	54	211	15
	80-100	4.70	0.92	52	60	243	16
CM 5	0-15	4.87	3.95	172	75	199	28
SoilGroup	15-30	4.87	2.67	141	67	202	24
29	30-45	4.99	1.56	63	52	202	25
	45-60	5.03	1.31	48	45	143	21
	60-80	5.05	1.21	41	39	181	23
	80-100	5.10	0.96	28	35	184	26

ตารางที่ 22 ผลการประเมินระดับของคุณสมบัติทางเคมีดิน ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่

site	Depth (cm)	pH	%OM	Ext P	Ext K	Ext Ca	Ext Mg
				(----------ppm----------)			
CM 3	0-15	v.st ac	L	VH	L	VL	VL
SoilGroup 35	15-30	v.st ac	L	VH	VL	VL	VL
	30-45	St.ac	L	VH	VL	VL	VL
	45-60	St.ac	L	H	VL	VL	VL
	60-80	St.ac	VL	H	VL	VL	VL
	80-100	St.ac	VL	VH	VL	VL	VL
CM 2	0-15	v.st ac	M	VH	H	VL	L
SoilGroup 56	15-30	v.st ac	L	VH	L	VL	VL
	30-45	St.ac	L	VH	L	VL	VL
	45-60	St.ac	L	VH	L	VL	VL
	60-80	St.ac	L	VH	M	VL	VL
	80-100	St.ac	L	VH	M	VL	VL
CM 1	0-15	St.ac	MH	VH	VH	VL	VL
SoilGroup 29	15-30	St.ac	M	VH	H	L	VL
	30-45	Mo.ac	L	H	H	L	VL
	45-60	Mo.ac	L	H	M	VL	VL
	60-80	St.ac	L	H	H	VL	VL
	80-100	-	-	-	-	-	-
CM 4	0-15	v.st ac	MH	VH	M	VL	VL
SoilGroup 29	15-30	v.st ac	M	VH	L	VL	VL
	30-45	v.st ac	ML	H	L	VL	VL
	45-60	v.st ac	ML	H	L	VL	VL
	60-80	v.st ac	ML	H	L	VL	VL
	80-100	v.st ac	L	VH	L	VL	VL
CM 5	0-15	v.st ac	H	VH	M	VL	VL
SoilGroup 29	15-30	v.st ac	MH	VH	M	VL	VL
	30-45	v.st ac	M	VH	L	VL	VL
	45-60	v.st ac	ML	VH	L	VL	VL
	60-80	v.st ac	ML	H	L	VL	VL
	80-100	St.ac	L	H	L	VL	VL

หมายเหตุ Sl.ac.= Slightly acid, Mo.ac.= Moderately acid, St.ac.=Strongly acid, V.st.ac.=Very stronger acid, Ex.ac.=Extremely acid. *VL= very low, L= low, ML= moderately low, M = medium, MH= moderately high, H= high, VH= very high, VL = very low, L = low, ML = moderately low, M = medium, MH = moderately high, H = high, VH = very high

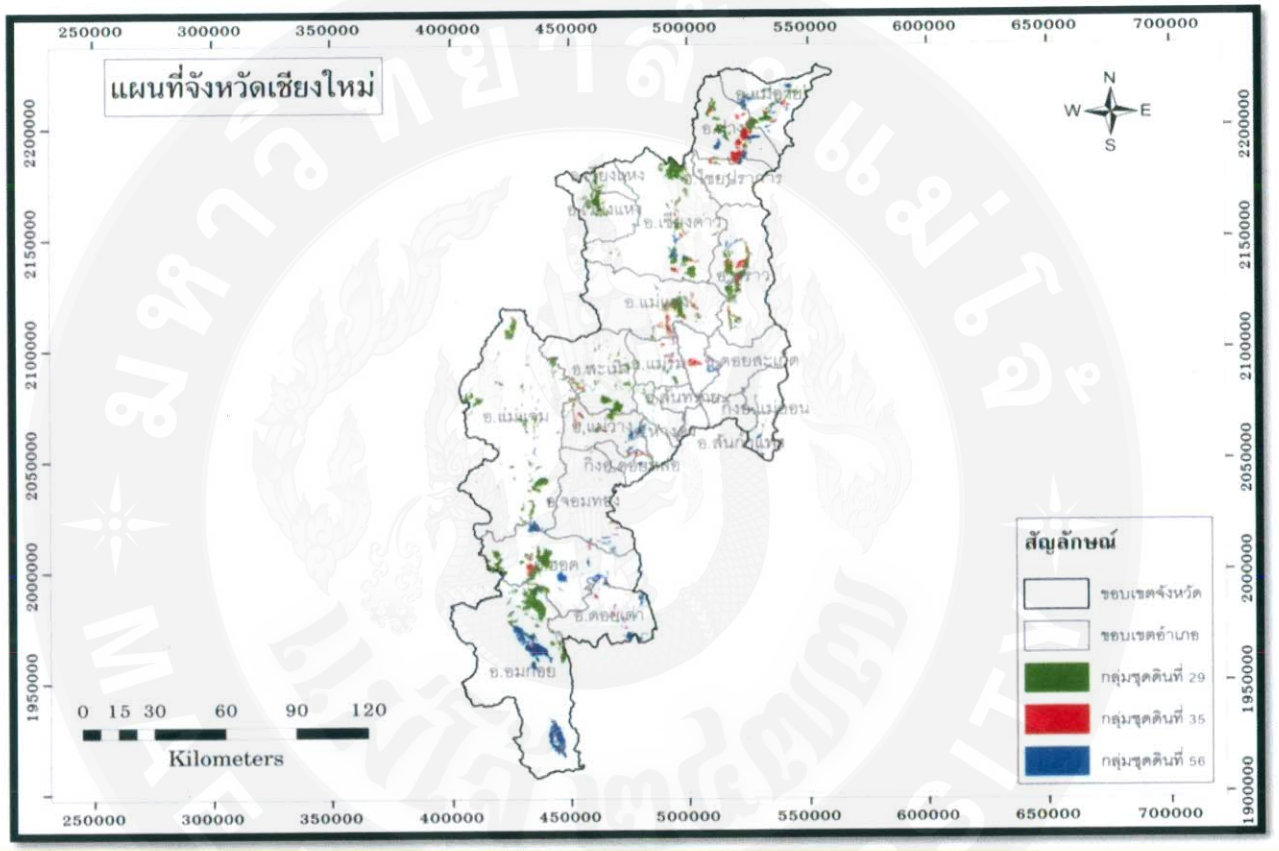
ที่มา: Land Classification and FAO Project Staff (1973; Land Use Planning Division, 1993; Soil Survey Division Staff, 1993)



ตารางที่ 23 แสดงผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียมและความอิ่มของอะลูมิเนียมในดิน (ร้อยละ) ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่

site	Depth (cm)	K	Ca	Mg	Al	SAI
		(----------me/100g soil----------				%
CM 3 SoilGroup 35	0-15	0.08	1.00	0.18	3.34	72.85
	15-30	0.06	1.06	0.21	2.22	62.74
	30-45	0.05	1.04	0.18	2.22	63.80
	45-60	0.04	0.97	0.19	2.22	64.93
	60-80	0.06	1.17	0.27	2.42	61.83
	80-100	0.06	0.94	0.26	6.04	82.81
CM 2 SoilGroup 56	0-15	0.21	1.22	0.31	5.90	77.30
	15-30	0.12	1.25	0.28	2.94	64.18
	30-45	0.12	1.07	0.29	2.44	62.42
	45-60	0.14	1.23	0.08	2.44	62.79
	60-80	0.20	1.54	0.17	3.18	62.54
	80-100	0.23	1.51	0.17	3.44	64.43
CM 1 SoilGroup 29	0-15	0.41	1.83	0.12	2.43	50.81
	15-30	0.24	2.03	0.12	2.22	48.24
	30-45	0.24	2.08	0.14	2.22	47.54
	45-60	0.22	1.86	0.18	2.22	49.60
	60-80	0.24	1.80	0.20	2.22	49.82
	80-100	-	-	-	-	-
CM 4 SoilGroup 29	0-15	0.18	1.32	0.11	2.74	63.14
	15-30	0.14	1.32	0.09	3.09	66.59
	30-45	0.13	1.17	0.09	1.47	51.35
	45-60	0.13	1.08	0.10	3.11	70.32
	60-80	0.14	1.06	0.13	3.20	70.83
	80-100	0.15	1.22	0.13	7.58	83.46
CM 5 SoilGroup 29	0-15	0.19	1.00	0.23	2.67	65.25
	15-30	0.17	1.01	0.20	5.81	80.79
	30-45	0.13	1.01	0.21	2.60	65.80
	45-60	0.12	0.72	0.18	5.20	83.80
	60-80	0.10	0.91	0.19	5.07	80.90
	80-100	0.09	0.92	0.22	4.26	77.63

หมายเหตุ SAI หมายถึง ความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน (ร้อยละ)



ภาพที่ 8 แผนที่แสดงพื้นที่กลุ่มชุดดินจังหวัดเชียงใหม่

จังหวัดเชียงราย

จังหวัดเชียงรายมีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ปลูกข้าวโพดที่มีฐานข้อมูลชุดดินของกรมพัฒนาที่ดินประมาณ 995,753 ไร่ กระจายตัวอยู่ในทุกอำเภอส่วนใหญ่ปลูกพืชอยู่บนพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน และพบว่ามีพื้นที่ที่ปลูกข้าวโพดบนดินกรดประมาณ 247,513 ไร่ ลักษณะของดินกรดส่วนใหญ่อยู่บนลักษณะภูมิประเทศ Qtและเกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของหินแกรนิต (อ.แม่สรวย) และเกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของหินเนื้อภูเขาไฟ (อ.เทิง) และเกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของ หินกรวดมน หินทราย (อ.เวียงป่าเป้า) มีลักษณะของเนื้อดินผันแปรไปตั้งแต่หยาบถึงละเอียดที่ลึกถึงลึกมาก จากการคัดเลือกพื้นที่ในจังหวัดได้พบพื้นที่ที่ได้ทำการศึกษาและได้เลือกตัวแทนของดินจากเขตพื้นที่ตำบล แม่ลอยในอำเภอเทิง พื้นที่ตำบลแม่พริก ตำบลป่าแดด อำเภอแม่สรวย พื้นที่อำเภอเวียงเชียงรุ้ง และพื้นที่ตำบลแม่เจดีย์ใหม่ อำเภอเวียงป่าเป้า ใน 4 กลุ่มชุดดิน ได้แก่กลุ่มชุดดินที่ 29, 35, 47 และ 56แล้วทำการวิเคราะห์และประเมินสมบัติทางเคมีของดินดังนี้

กลุ่มชุดดินที่ 29

คุณสมบัติทางเคมีของดิน พบว่ามีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ที่ 4.77-5.57 โดยหลุม CR4 พบว่าในดินล่างมีความเป็นกรด (4.35-4.60) มากกว่าดินบน (4.41-4.79) ตรงกันข้ามกับหลุม CR5 ที่พบว่าดินบนมีความเป็นกรด (4.25-4.42) มากกว่าดินล่าง (4.38-4.61) มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าเป็น 0.64-4.03 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในดินบนมีปริมาณสะสมของอินทรียวัตถุ (0.75-3.39 เปอร์เซ็นต์) มากกว่าดินล่าง (0.46-2.42 เปอร์เซ็นต์) ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้มีค่าอยู่ในช่วง 2-6 ppm ซึ่งพบว่าดินบน (0-30 ซม.) มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงกว่าดินล่าง (>30 ซม.) สำหรับปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ระหว่าง 28-63 ppm โดยดินบนมีปริมาณโพแทสเซียม (ช่วง 42-63 ppm) มากกว่าในดินล่าง (ช่วง 28-31 ppm) ในหลุม CR5 ส่วนหลุม CR4 พบว่าในดินล่างมีปริมาณโพแทสเซียม (ช่วง 49-58 ppm) สูงกว่าในดินบน (ช่วง 41-45 ppm) ขณะที่ปริมาแคลเซียมที่สกัดได้มีค่าเป็น 64-970 ppm หลุม CR4 พบว่าในดินบนมีปริมาณแคลเซียม (ช่วง 258-292 ppm) น้อยกว่าดินล่าง (ช่วง 793-970 ppm) ขณะที่หลุม CR5 พบว่าดินบนมีปริมาณแคลเซียม (ช่วง 83-92 ppm) สูงกว่าดินล่าง (ช่วง 64-75 ppm) และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ที่ 20-39 ppm ซึ่งพบว่าดินบนมีปริมาณแมกนีเซียม (ช่วง 28-39 ppm) มากกว่าดินล่าง (ช่วง 20-35 ppm) ดังตารางที่ 24

ผลการประเมินคุณสมบัติทางเคมีดิน พบว่าดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดรุนแรงมากทั้งในดินบนและดินล่าง มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำถึงค่อนข้างสูงในดิน ขณะที่ดินล่างอยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำในดินบนและต่ำมากในดินล่าง ปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในระดับปานกลางถึงในดินบนและดินล่างอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงต่ำ สำหรับปริมาณแคลเซียมอยู่ในระดับต่ำมากในดินบน และในระดับต่ำมากถึงต่ำใน

ดินล่าง ส่วนปริมาณแมกนีเซียมจัดอยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำในดินบน ขณะที่ในดินล่างมีปริมาณแคลเซียมในระดับต่ำ ดังตารางที่ 25

ผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียม พบว่ามีค่าอะลูมิเนียมที่สกัดได้อยู่ระหว่าง 0.48-5.71 me/100g โดยเมื่อนำมาคำนวณดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน มีค่าอยู่ในพิสัย 9.87-75.0 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรพบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 59.03-75.08 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืช และที่ระดับความลึกมากกว่า 30 เซนติเมตร พบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 9.87-73.06 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีมากกว่าดินชั้นบนถือว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืชเป็นอย่างมาก ดังตารางที่ 26

กลุ่มชุดดินที่ 35

คุณสมบัติทางเคมีของดิน พบว่ามีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในช่วง 4.37-4.82 โดยดินบนมีความเป็นกรด (4.37-4.82) น้อยกว่าดินล่าง (4.42-4.82) ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าเป็น 1.92-2.96 เปอร์เซ็นต์ โดยดินบนมีปริมาณอินทรียวัตถุ (2.67-2.96 เปอร์เซ็นต์) มากกว่าดินล่าง (1.92-2.89 เปอร์เซ็นต์) สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้มีค่าอยู่ในช่วง 4-7 ppm ซึ่งในดินบนมีปริมาณฟอสฟอรัส (ช่วง 5-6 ppm) น้อยกว่าดินล่าง (ช่วง 4-7 ppm) ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ระหว่าง 33-65 ppm โดยพบว่าดินบนมีปริมาณโพแทสเซียม (ช่วง 44-65 ppm) มากกว่าในดินล่าง (ช่วง 33-46 ppm) ส่วนปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้มีค่าเป็น 208-609 ppm ซึ่งดินบนมีปริมาณแคลเซียม (ช่วง 208-609 ppm) มากกว่าในดินล่าง (ช่วง 208-605 ppm) และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ที่ 28-91 ppm โดยพบว่าในดินล่างมีปริมาณแมกนีเซียม (ช่วง 32-39 ppm) มากกว่าดินบน (ช่วง 28-32 ppm) ดังตารางที่ 24

ผลการประเมินคุณสมบัติทางเคมีดิน พบว่าดินเป็นกรดรุนแรงมากในดินชั้นบน ส่วนในดินล่างจัดอยู่ในกรดจัดมาก มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง โดยในดินบนมีการสะสมของปริมาณอินทรียวัตถุในระดับค่อนข้างสูง ส่วนดินล่างอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำถึงค่อนข้างต่ำ ซึ่งในดินบนจัดอยู่ในระดับต่ำและดินล่างพบว่าอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงต่ำ ปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำโดยในดินบนอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำและในดินล่างอยู่ในระดับต่ำ ปริมาณแคลเซียมอยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ โดยในดินบนอยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำและในดินล่างอยู่ในระดับต่ำมาก และปริมาณแมกนีเซียมอยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ โดยดินบนอยู่ในระดับต่ำมากและดินล่างอยู่ในระดับต่ำ ดังตารางที่ 25

ผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียม พบว่ามีค่าอะลูมิเนียมที่สกัดได้อยู่ระหว่าง 0.16-2.75 me/100g โดยเมื่อนำมาคำนวณดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน มีค่าอยู่ในพิสัย 4.43-66.45 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร พบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน

อยู่ในระดับ 16.04-66.45 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืช และที่ระดับความลึกมากกว่า 30 เซนติเมตร พบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 4.43-17.81 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าดินชั้นบนและถือว่าอยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อพืช ดังตารางที่ 26

กลุ่มชุดดินที่ 47

คุณสมบัติทางเคมีของดิน พบว่ามีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในช่วง 5.02-5.61 โดยดินล่าง (>30 ซม.) มีความเป็นกรด (5.02-5.22) มากกว่าดินบน (0-30 ซม.) (5.17-5.61) ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าเป็น 0.33-1.64 เปอร์เซ็นต์ โดยในดินบนมีการสะสมของปริมาณอินทรียวัตถุ (0.57-1.64 เปอร์เซ็นต์) มากกว่าดินล่าง (0.33-0.50 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้อยู่ที่ 0-3 ppm ซึ่งดินบนมีการสะสมของฟอสฟอรัส (ช่วง 2-3 ppm) มากกว่าดินล่าง (ช่วง 0-1 ppm) สำหรับปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้มีค่าระหว่าง 63-107 ppm โดยพบว่าดินบนมีปริมาณโพแทสเซียม (ช่วง 80-107 ppm) มากกว่าดินล่าง (ช่วง 63-76 ppm) ส่วนปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในช่วง 25-458 ppm ซึ่งดินบนมีปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ (ช่วง 233-458 ppm) มากกว่าดินล่าง (ช่วง 25-200 ppm) และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้มีค่าเป็น 44-69 ppm พบว่าในดินบนมีปริมาณแมกนีเซียม (ช่วง 58-69 ppm) มากกว่าดินล่าง (ช่วง 44-55 ppm) ดังตารางที่ 24

ผลการประเมินคุณสมบัติทางเคมีดิน พบว่าดินเป็นกรดปานกลางถึงกรดจัดในดินบน ขณะที่ในดินล่างเป็นกรดจัดถึงกรดจัดมาก มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินบนอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง ส่วนดินล่างอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมากทั้งดินบนและดินล่าง ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับปานกลางถึงสูงในดินบนและในดินล่างอยู่ในระดับปานกลาง สำหรับปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำในดินบนและในดินล่างอยู่ในระดับต่ำมาก และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำทั้งดินบนและดินล่าง ตารางที่ 25

ผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียม พบว่ามีค่าอะลูมิเนียมที่สกัดได้อยู่ระหว่าง 1.32-2.76 me/100g โดยเมื่อนำมาคำนวณดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน มีค่าอยู่ในพิสัย 29.64-78.05 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรพบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 29.64-58.11 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืช และที่ระดับความลึกมากกว่า 30 เซนติเมตร พบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 62.65-78.25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีมากกว่าดินชั้นบนถือว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืชเป็นอย่างมาก ดังตารางที่ 26

กลุ่มชุดดินที่ 56

คุณสมบัติทางเคมีของดิน พบว่ามีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในช่วง 4.70-5.00 โดยดินบนมีความเป็นกรด (4.70-4.71) มากกว่าดินล่าง (4.87-5.00) มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าเป็น 1.56-2.71 เปอร์เซ็นต์ โดยในดินบนมีการสะสมของปริมาณอินทรียวัตถุ (2.07-2.71 เปอร์เซ็นต์) มากกว่าดินล่าง (1.56-1.64 เปอร์เซ็นต์) ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าอยู่ระหว่าง 1-4 ppm ในดินบนมีปริมาณฟอสฟอรัส (ช่วง 3-4 ppm) มากกว่าดินล่าง (1 ppm) ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้มีค่าเป็น 80-110 ppm พบว่าในดินบนมีปริมาณโพแทสเซียม (ช่วง 87-110 ppm) มากกว่าดินล่าง (ช่วง 80-83 ppm) ขณะที่ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ระหว่าง 607-739 ppm ซึ่งในดินบนมีปริมาณแคลเซียม (ช่วง 655-730 ppm) มากกว่าดินล่าง (ช่วง 607-739 ppm) สำหรับปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้มีค่าเป็น 65-91 ppm พบว่าดินบนก็มีปริมาณแมกนีเซียม (ช่วง 79-91 ppm) มากกว่าในดินชั้นล่าง (ช่วง 65-70 ppm) ดังตารางที่ 24

ผลการประเมินคุณสมบัติทางเคมีดิน พบว่าดินเป็นกรดจัดมากทั้งดินชั้นบนและดินชั้นล่าง มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินบนอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง ส่วนในดินล่างมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมากในดินบน และในระดับต่ำมากในดินล่าง ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับปานกลางถึงสูงในดินบนและในดินล่างอยู่ในระดับปานกลาง สำหรับปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำทั้งดินบนและดินล่างดังตารางที่ 25

ผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียม พบว่ามีค่าอะลูมิเนียมที่สกัดได้อยู่ระหว่าง 0.60-2.56 โดยเมื่อนำมาคำนวณดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน มีค่าอยู่ในพิสัย 11.39-40.28 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรพบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 11.39-24.76 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืช และที่ระดับความลึกมากกว่า 30 เซนติเมตร พบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 25.30-40.28 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีมากกว่าดินชั้นบนถือว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืชเป็นอย่างมาก ดังตารางที่ 26

ตารางที่ 24 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติคุณสมบัติทางเคมีของดิน ในพื้นที่จังหวัดเชียงราย

site	Dept (cm)	pH	%OM	Ext P	Ext K	Ext Ca	Ext Mg
				(----------ppm----------)			
CR 1	0-15	5.61	1.64	3	107	458	69
Soil	15-30	5.17	0.57	2	80	233	58
Group 47	30-45	5.02	0.50	1	73	200	55
	45-60	5.19	0.46	1	76	108	49
	60-80	5.20	0.36	1	68	133	47
	80-	5.22	0.33	0	63	25	44
CR 2	0-15	4.70	2.71	3	110	730	91
Soil	15-30	4.71	2.07	4	87	655	79
Group 56	30-45	4.87	1.64	1	80	739	68
	45-60	4.87	1.64	1	81	626	70
	60-80	4.89	1.58	1	81	620	67
	80-	5.00	1.56	1	83	607	65
CR 3	0-15	4.37	2.96	5	65	609	32
Soil	15-30	4.42	2.67	6	44	208	28
Group 35	30-45	4.42	2.39	7	46	208	32
	45-60	4.79	1.92	5	45	208	37
	60-80	4.80	2.89	4	33	308	39
	80-	4.82	2.60	4	39	605	39
CR 4	0-15	4.79	2.03	6	41	258	28
Soil	15-30	4.41	0.75	0	45	292	39
Group 29	30-45	4.35	0.61	0	50	793	35
	45-60	4.45	0.53	0	58	940	30
	60-80	4.50	0.46	0	55	950	28
	80-	4.60	0.50	0	49	970	26
CR 5	0-15	4.25	3.35	3	63	92	36
Soil	15-30	4.42	3.39	2	42	83	31
Group 29	30-45	4.61	2.42	0	31	75	28
	45-60	4.38	1.64	0	29	70	23
	60-80	4.40	1.71	0	28	66	22
	80-	4.45	1.35	0	28	64	20

ตารางที่ 25 ผลการประเมินระดับของคุณสมบัติทางเคมีดิน ในพื้นที่จังหวัดเชียงราย

site	Depth (cm)	pH	%OM	Ext P	Ext K	Ext Ca	Ext Mg
				(----------ppm----------)			
CR 1	0-15	mo ac	M	VL	H	L	L
Soil	15-30	st ac	L	VL	M	VL	L
Group 47	30-45	v st ac	L	VL	M	VL	L
	45-60	st ac	VL	VL	M	VL	L
	60-80	st ac	VL	VL	M	VL	L
	80-100	st ac	VL	VL	M	VL	L
CR 2	0-15	v.st.ac	MH	VL	H	L	L
Soil	15-30	v.st.ac	M	L	M	L	L
Group 56	30-45	v.st.ac	M	VL	M	L	L
	45-60	v.st.ac	M	VL	M	L	L
	60-80	v.st.ac	M	VL	M	L	L
	80-100	v.st.ac	M	VL	M	L	L
CR 3	0-15	Ex.ac	MH	L	M	L	VL
Soil	15-30	Ex.ac	MH	L	L	VL	VL
Group 35	30-45	Ex.ac	M	ML	L	VL	VL
	45-60	v.st.ac	M	L	L	VL	L
	60-80	v.st.ac	MH	L	L	VL	L
	80-100	v.st.ac	MH	L	L	L	L
CR 4	0-15	v.st.ac	M	L	L	VL	VL
Soil	15-30	Ex.ac	L	VL	L	VL	L
Group 29	30-45	Ex.ac	L	VL	L	L	VL
	45-60	v.st.ac	L	VL	L	L	VL
	60-80	v.st.ac	VL	VL	L	L	VL
	80-100	v.st.ac	VL	VL	L	L	VL
CR 5	0-15	Ex.ac	MH	VL	M	VL	VL
Soil	15-30	Ex.ac	MH	VL	L	VL	VL
Group 29	30-45	v.st.ac	M	VL	L	VL	VL
	45-60	Ex.ac	ML	VL	VL	VL	VL
	60-80	Ex.ac	M	VL	VL	VL	VL
	80-100	v.st.ac	ML	VL	VL	VL	VL

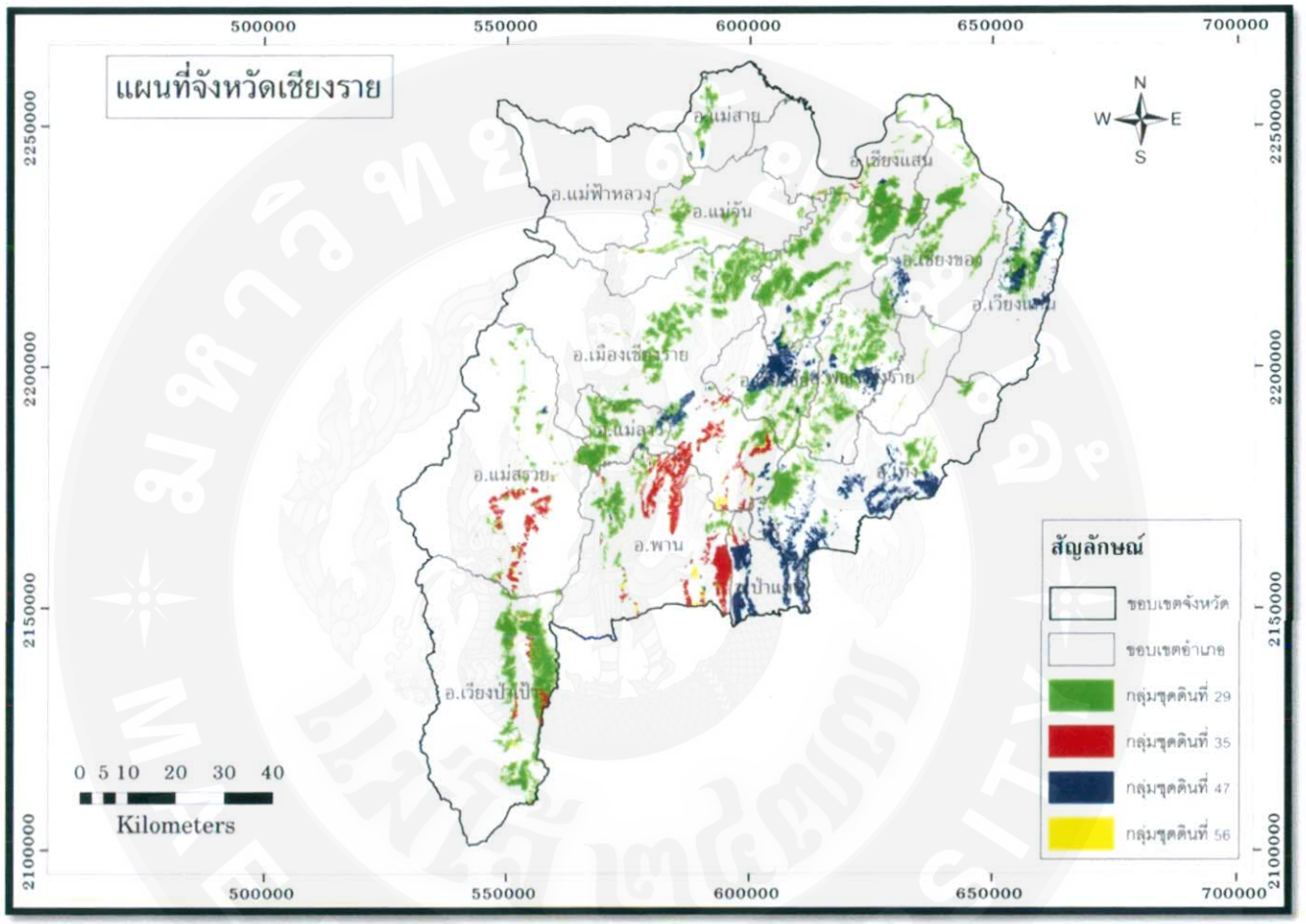
หมายเหตุ Sl.ac.= Slightly acid, Mo.ac.= Moderately acid, St.ac.=Strongly acid, V.st.ac.=Very stronger acid, Ex.ac.=Extremely acid. *VL= very low, L= low, ML= moderately low, M = medium, MH= moderately high, H= high, VH= very high, VL = very low, L = low, ML = moderately low, M = medium, MH = moderately high, H = high, VH = very high

ที่มา: Land Classification and FAO Project Staff (1973; Land Use Planning Division, 1993; Soil Survey Division Staff, 1993)

ตารางที่ 26 แสดงผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียมและความอิ่มของอะลูมิเนียมในดิน (ร้อยละ) ในพื้นที่จังหวัดเชียงราย

site	Depth (cm)	K	Ca	Mg	Al	SAI
		(----------me/100g soil----------)				%
CR 1 Soil Group 47	0-15	0.27	2.29	0.57	1.32	29.64
	15-30	0.20	1.17	0.49	2.58	58.11
	30-45	0.19	1.00	0.46	2.76	62.65
	45-60	0.19	0.54	0.41	2.42	67.91
	60-80	0.17	0.67	0.39	2.39	65.97
	80-100	0.16	0.13	0.37	2.35	78.25
CR 2 Soil Group 56	0-15	0.28	3.65	0.76	0.60	11.39
	15-30	0.22	3.28	0.66	1.37	24.76
	30-45	0.15	3.69	0.57	1.49	25.30
	45-60	0.21	3.13	0.59	2.46	38.49
	60-80	0.21	3.10	0.56	2.50	39.27
	80-100	0.21	3.04	0.54	2.56	40.28
CR 3 Soil Group 35	0-15	0.17	3.04	0.26	0.66	16.04
	15-30	0.11	1.04	0.24	2.75	66.45
	30-45	0.12	1.04	0.26	0.31	17.81
	45-60	0.11	1.04	0.31	0.25	14.85
	60-80	0.08	1.54	0.33	0.30	13.19
	80-100	0.10	3.02	0.33	0.16	4.43
CR 4 Soil Group 29	0-15	0.10	1.29	0.23	2.67	62.11
	15-30	0.11	1.46	0.32	5.71	75.08
	30-45	0.13	3.97	0.29	0.48	9.87
	45-60	0.15	4.70	0.25	1.88	26.92
	60-80	0.14	4.75	0.23	1.30	20.26
	80-100	0.13	4.85	0.22	5.66	52.15
CR 5 Soil Group 29	0-15	0.16	0.46	0.30	1.32	59.03
	15-30	0.11	0.42	0.26	1.49	65.49
	30-45	0.08	0.38	0.23	1.47	68.16
	45-60	0.07	0.35	0.19	1.53	71.42
	60-80	0.07	0.33	0.18	1.54	72.48
	80-100	0.07	0.32	0.17	1.51	73.06

หมายเหตุ SAI หมายถึง ความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน (ร้อยละ)



ภาพที่ 9 แผนที่แสดงพื้นที่กลุ่มชุดดินจังหวัดเชียงราย

จังหวัดแม่ฮ่องสอน

จังหวัดแม่ฮ่องสอนมีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ปลูกข้าวโพดที่มีฐานข้อมูลชุดดินของกรมพัฒนาที่ดินประมาณ 91,258 ไร่ กระจายตัวอยู่ในทุกอำเภอส่วนใหญ่ปลูกพืชอยู่บนพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อนและพบว่ามีพื้นที่ที่ปลูกข้าวโพดบนดินกรดประมาณ 8,181 ไร่ ลักษณะของดินกรดส่วนใหญ่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของหินหลายนิด ได้แก่หินทราย หินกรวดมน หินดินดาน จากการคัดเลือกพื้นที่และสำรวจการกระจายตัวของดินที่มีศักยภาพจะนำเอายิปซัมสังเคราะห์ไปใช้ประโยชน์ และได้เลือกตัวแทนของดินจากเขตพื้นที่ตำบลห้วยโป่ง อำเภอเมือง ตำบลเวียงใต้และตำบลแม่นาเติง อำเภอปาย ใน 3 กลุ่มชุดดินได้แก่กลุ่มชุดดินที่ 29, 38 และ 48 แล้วทำการวิเคราะห์และประเมินสมบัติทางเคมีของดินดังนี้

กลุ่มชุดดินที่ 29

คุณสมบัติทางเคมีของดิน พบว่ามีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ที่ 4.77-5.57 ซึ่งในดินล่าง (>30 ซม.) มีความเป็นกรด (4.77-5.34) มากกว่าดินบน (0-30 ซม.) (5.38-5.57) ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าเป็น 0.64-4.03 เปอร์เซ็นต์ โดยในดินบนมีปริมาณสะสมของอินทรียวัตถุ (2.49-4.03 เปอร์เซ็นต์) มากกว่าดินล่าง (0.64-2.10 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าอยู่ในช่วง 1-3 ppm โดยในดินบนมีปริมาณฟอสฟอรัส (ช่วง 2-3 ppm) มากกว่าในดินล่าง (1 ppm) สำหรับปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ระหว่าง 88-194 ppm ซึ่งในดินบนมีปริมาณโพแทสเซียม (ช่วง 153-194 ppm) มากกว่าดินล่าง (ช่วง 88-108 ppm) ขณะที่ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้มีค่าเป็น 865-1,774 ppm ซึ่งพบว่าดินบนมีปริมาณของแคลเซียม (ช่วง 88-1,175 ppm) น้อยกว่าดินล่าง (ช่วง 1,250-1,774 ppm) และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ที่ 216-293 ppm โดยในดินบนมีปริมาณแมกนีเซียม (ช่วง 274-293 ppm) สูงกว่าในดินล่าง (ช่วง 216-279 ppm) ดังตารางที่ 27

ผลการประเมินคุณสมบัติทางเคมีดิน พบว่าดินเป็นกรดจัดถึงกรดจัดมากโดยในดินบนพบว่าดินเป็นกรดจัดและในดินล่างดินเป็นกรดจัดมาก มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำถึงสูง โดยในดินบนพบว่าปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับค่อนข้างสูงถึงสูงและในดินล่างอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำโดยในดินบนอยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำส่วนดินล่างอยู่ในระดับต่ำมาก ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับปานกลางถึงสูงมาก ซึ่งในดินบนมีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในระดับสูงมากและในดินล่างมีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ขณะที่ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลางโดยในดินบนอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลางและในดินล่างอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับปานกลางทั้งดินบนดินล่าง ดังตารางที่ 28

ผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียม พบว่ามีค่าอะลูมิเนียมที่สกัดได้อยู่ระหว่าง 0.36-14.65 me/100g โดยเมื่อนำมาคำนวณดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน มีค่าอยู่ในพิสัย 4.17-

62.85 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรพบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 4.18-4.79 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืช และที่ระดับความลึกมากกว่า 30 เซนติเมตร พบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 4.17-62.85 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีมากกว่าดินชั้นบนถือว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืชเป็นอย่างมาก ดังตารางที่ 29

กลุ่มชุดดินที่ 35

คุณสมบัติทางเคมีของดิน พบว่ามีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในช่วง 4.62-5.16 โดยดินล่างมีความเป็นกรด (4.62-4.97) มากกว่าดินบน (4.88-5.16) ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 0.43-2.96 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในดินบนมีปริมาณอินทรียวัตถุ (1.60-2.96 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าในดินล่าง (0.43-1.00 เปอร์เซ็นต์) สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้มีค่าอยู่ในช่วง 0-3 ppm ซึ่งดินบนมีกาสะสมของปริมาณฟอสฟอรัส (ช่วง 2-3 ppm) สูงกว่าดินล่าง (ช่วง 0-1 ppm) ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ระหว่าง 65-157 ppm พบว่าดินล่างมีปริมาณโพแทสเซียม (ช่วง 65-157 ppm) สูงกว่าดินบน (ช่วง 91-151 ppm) ส่วนปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้มีค่าเป็น 292-1,290 ppm ซึ่งพบว่าดินล่างมีปริมาณแคลเซียม (ช่วง 383-1,290 ppm) มากกว่าดินบน (ช่วง 292-865 ppm) และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ที่ 141-270 ppm โดยในดินบนมีปริมาณแมกนีเซียม (ช่วง 217-262 ppm) น้อยกว่าดินล่าง (ช่วง 141-270 ppm) ดังตารางที่ 27

ผลการประเมินคุณสมบัติทางเคมีดิน พบว่าดินเป็นกรดจัดถึงกรดจัดมากในดินบนดินและในดินล่างดินเป็นกรดจัดมาก มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินบนอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง ส่วนในดินล่างอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ในดินบนอยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำในดินล่างอยู่ในระดับต่ำ ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับปานกลางถึงสูงมากทั้งในดินบนและดินล่าง ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ในดินบนอยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำและในดินล่างอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ และมีปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับปานกลางทั้งดินบนและดินล่าง ตารางที่ 28

ผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียม พบว่ามีค่าอะลูมิเนียมที่สกัดได้อยู่ระหว่าง 0.27-23.55 me/100g โดยเมื่อนำมาคำนวณดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน มีค่าอยู่ในพิสัย 4.56-77.72 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรพบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 4.56-32.55 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อพืช และที่ระดับความลึกมากกว่า 30 เซนติเมตร พบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 24.05-77.72 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีมากกว่าดินชั้นบนถือว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืชเป็นอย่างมาก ดังตารางที่ 29

กลุ่มชุดดินที่ 48

คุณสมบัติทางเคมีของดิน พบว่ามีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ที่ 4.37-5.00 โดยในหลุม MH1 ดินบน (0-30 ซม.) มีความเป็นกรดมากกว่าดินล่าง (>30 ซม.) ตรงกันข้ามกับหลุม MH5 ที่พบว่าดินล่างมีความเป็นกรดสูงกว่าดินบน มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินเป็น 0.21-2.54 เปอร์เซ็นต์ โดยในดินบนมีปริมาณอินทรียวัตถุ (0.61-2.54 เปอร์เซ็นต์) มากกว่าดินล่าง (0.21-0.85 เปอร์เซ็นต์) สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้มีค่าอยู่ในช่วง 1-7 ppm โดยในดินบนพบว่ามีปริมาณฟอสฟอรัส (ช่วง 1-7 ppm) มากกว่าดินล่าง (1 ppm) ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ระหว่าง 56-202 ppm ซึ่งในดินล่างมีปริมาณโพแทสเซียม (ช่วง 68-202 ppm) สูงกว่าดินบน (ช่วง 56-168 ppm) ส่วนปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้มีค่าเป็น 231-988 ppm พบมากในดินล่างมากกว่าดินบน และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ที่ 54-233 ppm พบว่าดินบนมีปริมาณแมกนีเซียม (ช่วง 54-233 ppm) สูงกว่าดินล่าง (ช่วง 59-212 ppm) ดังตารางที่ 27

ผลการประเมินคุณสมบัติทางเคมีดิน พบว่าดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดรุนแรงมากทั้งในดินดินบนและดินล่าง มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำถึงค่อนข้างสูงในดินบน และในดินล่างอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก ขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ในดินบนอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงต่ำมากและในดินล่างมีฟอสฟอรัสต่ำมาก ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำถึงสูงมากในดินบนและในดินล่างอยู่ในระดับปานกลางถึงสูงมาก ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำทั้งดินบนและดินล่าง และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลางทั้งดินบนและดินล่าง ดังตารางที่ 28

ผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียม พบว่ามีค่าอะลูมิเนียมที่สกัดได้อยู่ระหว่าง 0.08-10.89 me/100g โดยเมื่อนำมาคำนวณดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน มีค่าอยู่ในพิสัย 1.91-87.17 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรพบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 1.91-30.54 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืช และที่ระดับความลึกมากกว่า 30 เซนติเมตร พบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 60.65-87.17 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีมากกว่าดินชั้นบนถือว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืชเป็นอย่างมาก ดังตารางที่ 29

ตารางที่ 27 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติคุณสมบัติทางเคมีของ ในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน

site	Depth	pH	O.M.	Ext. P	Ext. K	Ext. Ca	Ext. Mg
	(cm)		%	(----------ppm----------)			
MH 3	0-15	5.57	4.03	3	194	865	293
SoilGroup	15-30	5.38	2.49	2	153	1.175	274
29	30-45	5.34	2.10	1	108	1.250	279
	45-60	4.77	1.00	1	88	1.774	220
	60-80	4.82	0.86	1	93	1.418	235
	80-100	4.84	0.64	1	89	1.325	216
MH 2	0-15	4.88	2.96	3	151	308	217
SoilGroup	15-30	5.16	2.00	1	151	292	241
35	30-45	4.97	1.00	1	153	383	250
	45-60	4.85	0.93	0	157	654	268
	60-80	4.84	0.68	0	154	694	268
	80-100	4.80	0.65	0	150	695	270
MH 4	0-15	4.99	2.92	3	99	623	265
SoilGroup	15-30	4.92	1.60	2	91	865	262
35	30-45	4.70	0.75	1	94	1.041	157
	45-60	4.62	0.57	1	68	1.232	141
	60-80	4.74	0.43	1	89	1.267	165
	80-100	4.76	0.43	0	65	1.290	208
MH 1	0-15	4.66	1.03	7	168	668	60
SoilGroup	15-30	4.37	0.61	3	151	663	54
48	30-45	4.44	0.43	1	151	714	59
	45-60	4.51	0.21	1	186	525	62
	60-80	4.60	0.32	1	202	392	85
	80-100	4.60	0.21	1	173	399	147
MH 5	0-15	5.00	2.54	3	56	231	124
SoilGroup	15-30	4.90	1.54	1	82	555	233
48	30-45	4.92	0.85	1	68	723	212
	45-60	4.87	0.63	1	78	987	211
	60-80	4.85	0.60	1	76	988	210
	80-100	4.80	0.54	1	74	988	209

ตารางที่ 28 ผลการประเมินระดับของคุณสมบัติทางเคมีดิน ในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน

site	Depth (cm)	pH	%OM	Ext P	Ext K	Ext Ca	Ext Mg
				(----------ppm----------)			
MH 3	0-15	St.ac	H	L	VH	L	M
SoilGroup	15-30	St.ac	MH	VL	VH	M	M
29	30-45	St.ac	M	VL	H	M	M
	45-60	v.st.ac	L	VL	M	M	M
	60-80	v.st.ac	L	VL	H	M	M
	80-100	v.st.ac	L	VL	M	M	M
MH 2	0-15	v.st.ac	MH	L	VH	VL	M
SoilGroup	15-30	St.ac	M	VL	VH	VL	M
35	30-45	v.st.ac	ML	VL	VH	VL	M
	45-60	v.st.ac	L	VL	VH	L	M
	60-80	v.st.ac	L	VL	VH	L	M
	80-100	v.st.ac	L	VL	VH	L	M
MH 4	0-15	v.st.ac	MH	L	H	L	M
SoilGroup	15-30	v.st.ac	M	VL	H	L	M
35	30-45	v.st.ac	L	VL	H	M	M
	45-60	v.st.ac	L	VL	M	M	M
	60-80	v.st.ac	VL	VL	M	M	M
	80-100	v.st.ac	VL	VL	M	M	M
MH 1	0-15	v.st.ac	ML	ML	VH	L	L
SoilGroup	15-30	Ex.ac	L	L	VH	L	L
48	30-45	Ex.ac	VL	VL	VH	L	L
	45-60	v.st.ac	VL	VL	VH	L	L
	60-80	v.st.ac	VL	VL	VH	VL	L
	80-100	v.st.ac	VL	VL	VH	VL	M
MH 5	0-15	v.st.ac	MH	L	L	VL	M
SoilGroup	15-30	v.st.ac	M	VL	M	L	M
48	30-45	v.st.ac	L	VL	M	L	M
	45-60	v.st.ac	L	VL	M	L	M
	60-80	v.st.ac	L	VL	M	L	M
	80-100	v.st.ac	L	VL	M	L	M

หมายเหตุ Sl.ac.= Slightly acid, Mo.ac.= Moderately acid, St.ac.=Strongly acid, V.st.ac.=Very stronger acid, Ex.ac.=Extremely acid. *VL= very low, L= low, ML= moderately low, M = medium, MH= moderately high, H= high, VH= very high, VL = very low, L = low, ML = moderately low, M = medium, MH = moderately high, H = high, VH = very high

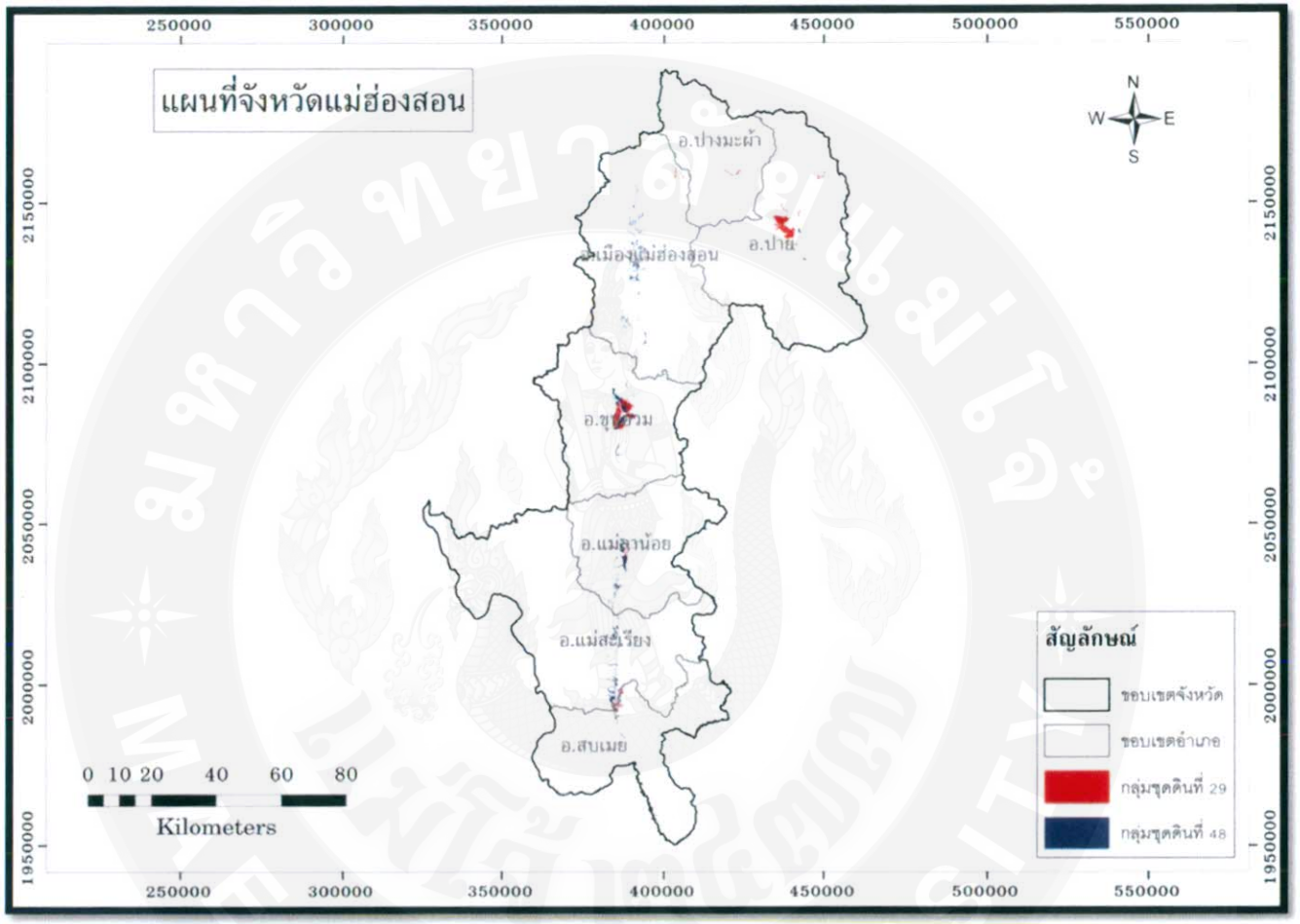
ที่มา: Land Classification and FAO Project Staff (1973; Land Use Planning Division, 1993; Soil Survey Division Staff, 1993)



ตารางที่ 29 แสดงผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียมและความอิ่มของอะลูมิเนียมในดิน (ร้อยละ) ในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน

site	Depth (cm)	K	Ca	Mg	Al	SAI
		(----------me/100g soil----------)				%
MH 3 SoilGroup 29	0-15	0.50	4.32	2.44	0.36	4.79
	15-30	0.39	5.87	2.28	0.37	4.18
	30-45	0.28	6.25	2.32	0.39	4.17
	45-60	0.22	8.87	1.83	11.05	50.29
	60-80	0.24	7.09	1.95	13.60	59.43
	80-100	0.23	6.63	1.80	14.65	62.85
MH 2 SoiGroup 35	0-15	0.39	1.54	1.81	1.80	32.55
	15-30	0.39	1.46	2.01	1.32	25.55
	30-45	0.39	1.92	2.08	1.39	24.05
	45-60	0.40	3.27	2.24	2.05	25.73
	60-80	0.39	3.47	2.24	2.07	25.34
	80-100	0.38	3.48	2.25	2.09	25.52
MH 4 SoilGroup 35	0-15	0.25	3.12	2.21	0.27	4.56
	15-30	0.23	4.33	2.18	1.82	21.26
	30-45	0.24	5.20	1.31	23.55	77.72
	45-60	0.17	6.16	1.18	22.80	75.23
	60-80	0.23	6.33	1.38	23.41	74.68
	80-100	0.17	6.45	1.73	16.33	66.17
MH 1 SoilGroup 48	0-15	0.43	3.34	0.50	0.08	1.91
	15-30	0.39	3.32	0.45	1.83	30.54
	30-45	0.39	3.57	0.50	12.93	74.40
	45-60	0.47	2.63	0.52	19.75	84.53
	60-80	0.52	1.96	0.71	21.62	87.17
	80-100	0.44	2.04	1.22	19.17	83.79
MH 5 SoilGroup 48	0-15	0.14	1.16	1.03	0.27	10.28
	15-30	0.21	2.78	1.94	1.82	26.97
	30-45	0.17	3.62	1.76	9.14	62.21
	45-60	0.20	4.94	1.76	10.63	60.65
	60-80	0.19	4.94	1.75	10.67	60.78
	80-100	0.19	4.94	1.74	10.89	61.31

หมายเหตุ SAI หมายถึง ความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน (ร้อยละ)



ภาพที่ 10 แผนที่แสดงพื้นที่กลุ่มชุดดินจังหวัดแม่ฮ่องสอน

จังหวัดลำปาง

ที่จังหวัดลำปางมีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ปลูกข้าวโพดที่มีฐานข้อมูลชุดดินของกรมพัฒนาที่ดิน ประมาณ 286,537 ไร่ กระจายตัวอยู่ในทุกอำเภอส่วนใหญ่ปลูกพืชอยู่บนพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อนและพบว่ามีพื้นที่ที่ปลูกข้าวโพดบนดินกรดประมาณ 71,131 ไร่ ลักษณะของดินกรดส่วนใหญ่อยู่บนลักษณะภูมิประเทศ Qt เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของหินทรายน้ำตาลแดง หินทรายเนื้อภูเขาไฟ และหินกรวดมน (อ.แม่เมาะ อ.งาว และ อ.แม่ทะ) มีลักษณะของเนื้อดินผันแปรไปตั้งแต่หยาบถึงละเอียดที่ลึกถึงลึกมาก จากการคัดเลือกพื้นที่และสำรวจการกระจายตัวของดินที่มีศักยภาพจะนำเอายิปซัมสังเคราะห์ไปใช้ประโยชน์ และได้เลือกตัวแทนของดินจากเขตพื้นที่ตำบลแม่ตีบและตำบลบ้านหนวดอำเภองาว พื้นที่ตำบลแม่จางเหนือ อำเภอแม่เมาะ ตำบลสันดอกแก้ว อำเภอแม่ทะ ใน 2 กลุ่มชุดดิน ได้แก่กลุ่มชุดดินที่ 35 และ 47 แล้วทำการวิเคราะห์และประเมินสมบัติทางเคมีของดินดังนี้

กลุ่มชุดดินที่ 35

คุณสมบัติทางเคมีของดิน พบว่ามีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ที่ 4.25 -5.33 โดยหลุม LP2 และ LP5 พบว่าในดินบน (0-30 ซม.) มีความเป็นกรดสูงกว่าดินล่าง (>30 ซม.) ส่วน LP1 พบว่าดินล่างมีความเป็นกรดสูงกว่าในดินบน มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าอยู่ในช่วง 0.21-3.49 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าในดินบนมีการสะสมของปริมาณอินทรียวัตถุ (0.29-3.49 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าดินล่าง (0.21-1.71 เปอร์เซ็นต์) สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ค่าอยู่ในพิสัย 82-104 ppm ซึ่งในหลุม LP1 มีปริมาณฟอสฟอรัสมี่สกัดได้ (104 ppm) สูงกว่าในดินล่าง (ช่วง 102-103 ppm) ตรงกันข้ามกับหลุม LP2 และ LP5 พบว่าดินล่างมีปริมาณฟอสฟอรัส (ช่วง 86-100 ppm) สูงกว่าในดินบน (ช่วง 82-99 ppm) ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในพิสัย 39-73 ppm พบว่าในดินบนมีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ (ช่วง 39-82 ppm) สูงกว่าในดินล่าง (ช่วง 39-69 ppm) ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ระหว่าง 167-1442 ppm ซึ่งในหลุม LP2 และ LP5 พบว่าดินล่างมีปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ (ช่วง 176-466 ppm) สูงกว่าดินบน (ช่วง 350-1,652 ppm) ส่วนหลุม LP1 พบว่าดินบนมีปริมาณแคลเซียม (ช่วง 11-12 ppm) สูงกว่าในดินล่าง (ช่วง 10-12 ppm) ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในช่วง 43-224 ppm โดยในหลุม LP1 และ LP2 ดิบบนมีปริมาณแมกนีเซียม (ช่วง 43-142 ppm) สูงกว่าดินล่าง (ช่วง 43-81 ppm) ขณะที่ในหลุม LP5 พบว่าดินล่างมีปริมาณแมกนีเซียม (ช่วง 185-224 ppm) สูงกว่าดินบน (ช่วง 137-219 ppm) ดังตารางที่ 30

ผลการประเมินคุณสมบัติทางเคมีดิน พบว่าดินเป็นกรดปานกลางถึงกรดรุนแรงมากในดินบน (0-30 ซม.) ขณะที่ในดินล่าง (>30 ซม.) มีความเป็นกรดจัดถึงกรดรุนแรงมาก มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำมากถึงค่อนข้างสูงในดินบน และดินล่างอยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้อยู่ในระดับสูงมากทั้งดินบนและดินล่าง และมีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัด

ได้ทั้งในดินบนและดินล่างอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง ส่วนปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำในดินบน และดินล่างอยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง ขณะที่ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ทั้งดินบนและดินล่างจัดอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง ตารางที่ 31

ผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียม พบว่ามีค่าอะลูมิเนียมที่สกัดได้อยู่ระหว่าง 0.18-6.53 me/100g โดยเมื่อนำมาคำนวณดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน มีค่าอยู่ในพิสัย 5.88-69.65 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรพบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 5.88-69.65 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืชและมีบางพื้นที่ไม่เป็นอันตรายต่อพืช ที่ระดับความลึกมากกว่า 30 เซนติเมตร พบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 9.70-62.91 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีมากกว่าดินชั้นบนถือว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืชเป็นอย่างมาก ดังตารางที่ 32

กลุ่มชุดดินที่ 47

ปฏิกิริยาดิน พบว่ามีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในพิสัย 4.35-4.91 ซึ่งในหลุม LP 3 พบว่าดินบน (0-30 ซม.) มีค่าความเป็นกรด (4.37-4.42) มากกว่าดินล่าง (>30 ซม.) (4.42-4.91) ตรงกันข้ามกับในหลุม LP 4 ที่ดินล่างมีค่าความเป็นกรด (4.35-4.60) มากกว่าดินบน (4.41-4.79) ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าอยู่ในพิสัย 0.64-2.99 เปอร์เซ็นต์ โดยดินบนมีการสะสมของอินทรียวัตถุ (ช่วง 1.14-2.99 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าในดินล่าง (ช่วง 0.64-1.60 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้มีค่าระหว่าง 59-101 ppm พบในดินล่าง (ระหว่าง 94-101 ppm) มากกว่าดินบน (59-99 ppm) มีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ระหว่าง 28-376 ppm ซึ่งพบว่ามีมากในดินบน (ช่วง 32-316 ppm) ส่วนปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในพิสัย 458-994 ppm โดยในหลุม LP3 พบว่ามีการสะสมของปริมาณแคลเซียมในดินล่างสูงกว่าดินบน ตรงกันข้ามกับในหลุม LP4 ที่ดินบนมีการสะสมปริมาณแคลเซียมสูงกว่าดินล่าง ขณะที่ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในพิสัย 43-329 ppm ซึ่งดินบนมีปริมาณแมกนีเซียม (ช่วง 56-68 ppm) สูงกว่าดินล่าง (ช่วง 42-60 ppm) ในหลุม LP4 ขณะที่ในหลุม LP 3 พบว่าดินล่างมีปริมาณแมกนีเซียม (ช่วง 262-329 ppm) สูงกว่าดินบน (ช่วง 286-291 ppm) ดังตารางที่ 30

ผลการประเมินคุณสมบัติทางเคมีดิน พบว่าดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดรุนแรงมากทั้งดินบน (0-30 ซม.) และดินล่าง (>30 ซม.) มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำถึงค่อนข้างสูงในดินบน ส่วนดินล่างอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ทั้งในดินบนและดินล่างจัดอยู่ในระดับสูงมาก สำหรับปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำถึงสูงมากทั้งในดินบนและดินล่าง ขณะที่ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ทั้งดินบนและดินล่างอยู่ในระดับต่ำ และมีปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลางพบทั้งในดินบนและดินล่าง ตารางที่ 31

ผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียม พบว่ามีค่าอะลูมิเนียมที่สกัดได้อยู่ระหว่าง 0.48-3.40 me/100g โดยเมื่อนำมาคำนวณดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน มีค่าอยู่ในพิสัย 8.79 - 54.25 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรพบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 8.79-25.87 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อพืช และที่ระดับความลึกมากกว่า 30 เซนติเมตร พบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 12.69-54.25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีมากกว่าดินชั้นบนถือว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืชเป็นอย่างมากและมีบางพื้นที่ไม่เป็นอันตรายต่อพืช ดังตารางที่ 32

ตารางที่ 30 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติคุณสมบัติทางเคมีของดิน ในพื้นที่จังหวัดลำปาง

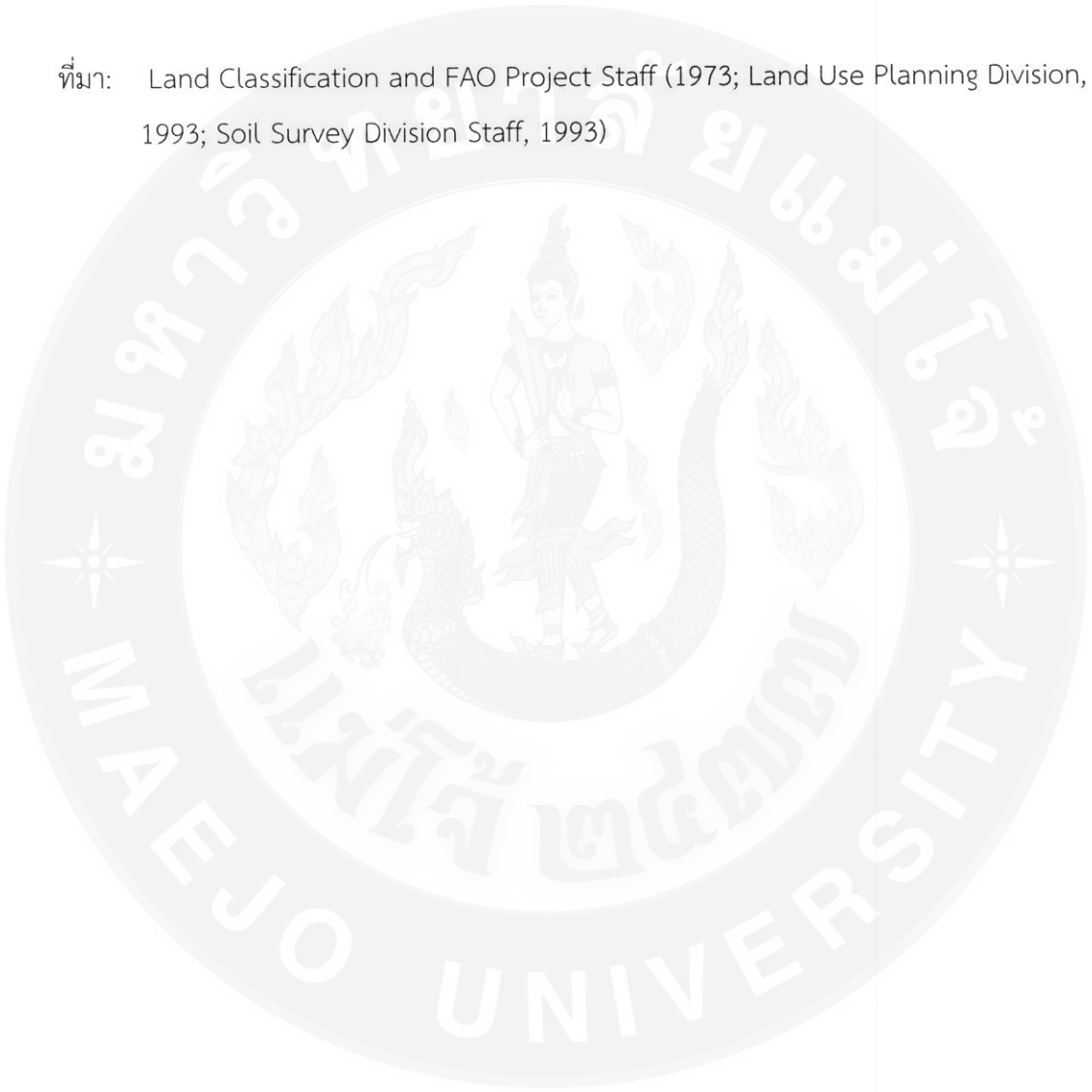
site	Depth (cm)	pH	%OM	Ext P	Ext. K	Ext. Ca	Ext. Mg
				----------ppm----------)			
LP 1	0-15	5.61	3.49	104	73	167	219
Soil	15-30	5.17	0.68	104	70	217	137
Group	30-45	5.02	0.38	102	69	217	185
	45-60	5.19	0.32	102	59	1,072	200
35	60-80	5.21	0.21	102	57	1,442	224
	80-	5.30	0.21	103	48	1,652	219
LP 2	0-15	4.70	1.28	90	82	11	142
Soil	15-30	4.71	0.29	99	39	12	90
Group	30-45	4.87	0.33	100	42	12	81
	45-60	4.87	0.46	99	48	12	70
35	60-80	4.91	0.43	95	48	12	65
	80-	5.00	0.21	86	48	10	61
LP 5	0-15	4.25	2.74	82	61	466	43
Soil	15-30	4.42	2.10	86	49	441	49
Group	30-45	4.61	1.71	94	45	350	48
	45-60	4.38	1.28	96	43	726	46
35	60-80	4.29	1.03	98	39	675	45
	80-	4.27	0.71	98	39	696	43
LP 3	0-15	4.37	2.99	97	316	822	291
Soil	15-30	4.42	2.53	99	204	860	286
Group	30-45	4.42	1.60	100	159	797	280
	45-60	4.79	1.25	100	131	857	262
47	60-80	4.89	0.93	100	151	897	278
	80-	4.91	0.93	101	171	994	329
LP 4	0-15	4.79	1.57	59	52	851	68
Soil	15-30	4.41	1.14	86	32	814	56
Group	30-45	4.35	0.82	94	32	711	43
	45-60	4.45	0.75	96	28	634	49
47	60-80	4.50	0.61	97	31	617	59
	80-	4.60	0.64	96	30	458	60

ตารางที่ 31 ผลการประเมินระดับของคุณสมบัติทางเคมีดิน ในพื้นที่จังหวัดลำปาง

site	Depth (cm)	pH	%OM	Ext P	Ext K	Ext Ca	Ext Mg
				(----------ppm----------)			
PR 1	0-15	Mo.ac	MH	VH	M	VL	M
	15-30	St.ac	L	VH	M	VL	M
SoilGroup 35	30-45	v.st.ac	VL	VH	M	VL	M
	45-60	St.ac	VL	VH	L	M	M
	60-80	St.ac	VL	VH	L	M	M
	80-100	St.ac	VL	VH	L	M	M
PR 2	0-15	v.st.ac	ML	VH	M	VL	M
	15-30	v.st.ac	VL	VH	L	VL	L
SoilGroup 35	30-45	v.st.ac	VL	VH	L	VL	L
	45-60	v.st.ac	VL	VH	L	VL	L
	60-80	v.st.ac	VL	VH	L	VL	L
	80-100	v.st.ac	VL	VH	L	VL	L
PR 5	0-15	Ex.ac	MH	VH	M	L	L
	15-30	Ex.ac	M	VH	L	L	L
SoilGroup 35	30-45	v.st.ac	M	VH	L	L	L
	45-60	Ex.ac	ML	VH	L	L	L
	60-80	Ex.ac	ML	VH	L	L	L
	80-100	Ex.ac	L	VH	L	L	L
PR 3	0-15	Ex.ac	MH	VH	VH	L	M
	15-30	Ex.ac	MH	VH	VH	L	M
SoilGroup 48	30-45	Ex.ac	M	VH	VH	L	M
	45-60	v.st.ac	ML	VH	VH	L	M
	60-80	v.st.ac	L	VH	VH	L	M
	80-100	v.st.ac	L	VH	VH	L	M
PR 4	0-15	v.st.ac	M	VH	L	L	L
	15-30	Ex.ac	ML	VH	L	L	L
SoilGroup 48	30-45	Ex.ac	L	VH	L	L	L
	45-60	Ex.ac	L	VH	L	L	L
	60-80	v.st.ac	L	VH	L	L	L
	80-100	v.st.ac	L	VH	L	L	L

หมายเหตุ Sl.ac.= Slightly acid, Mo.ac.= Moderately acid, St.ac.=Strongly acid, V.st.ac.=Very stronger acid, Ex.ac.=Extremely acid. *VL= very low, L= low, ML= moderately low, M = medium, MH= moderately high, H= high, VH= very high, VL = very low, L = low, ML = moderately low, M = medium, MH = moderately high, H = high, VH = very high

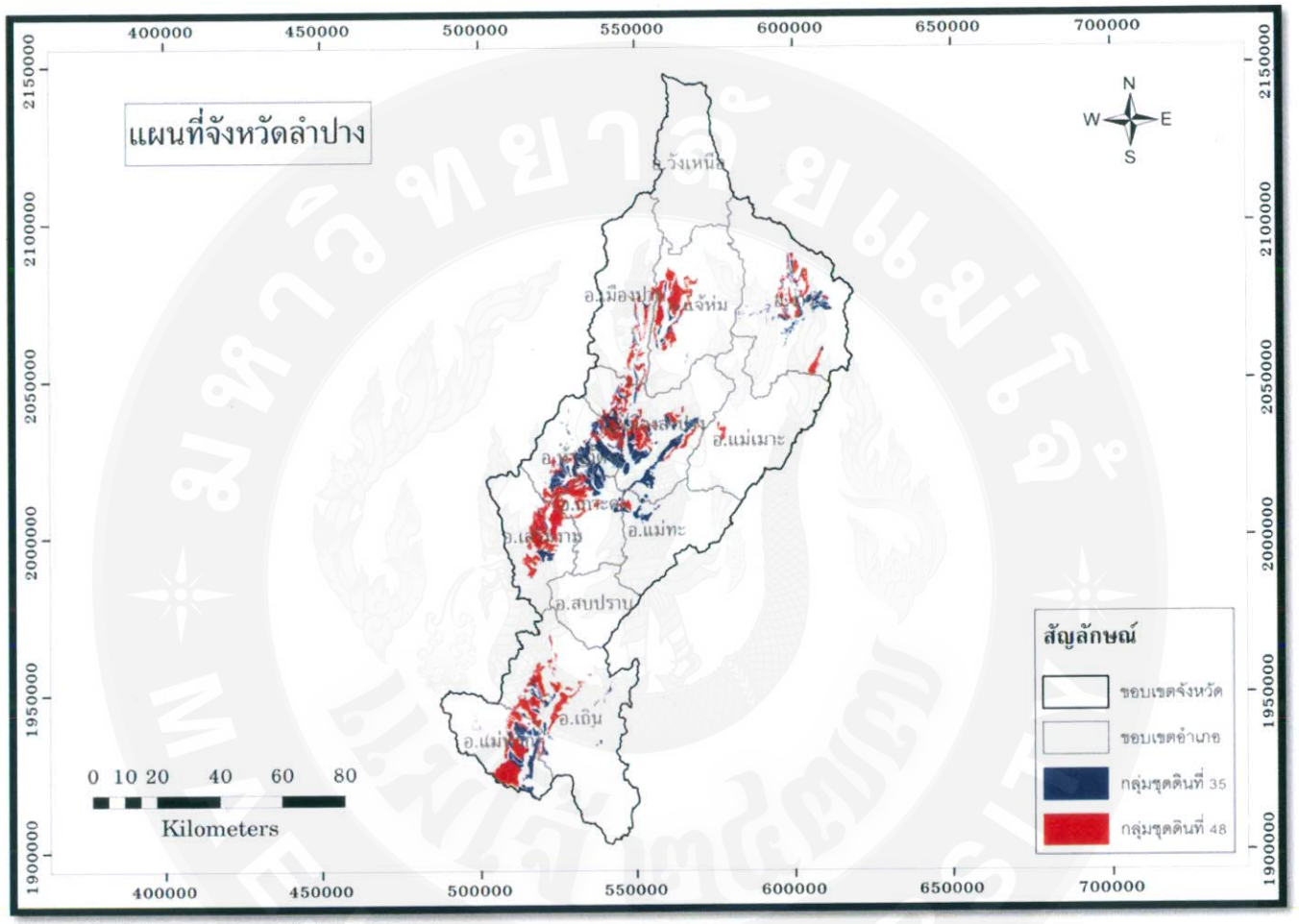
ที่มา: Land Classification and FAO Project Staff (1973; Land Use Planning Division, 1993; Soil Survey Division Staff, 1993)



ตารางที่ 32 แสดงผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียมและความอิ่มของอะลูมิเนียมในดิน (ร้อยละ) ในพื้นที่จังหวัดลำปาง

site	Depth (cm)	K	Ca	Mg	Al	SAI
		(----------me/100g soil----------				%
LP 1 Soil Group 35	0-15	0.19	0.83	1.83	6.53	69.65
	15-30	0.18	1.08	1.14	4.18	63.49
	30-45	0.18	1.08	1.54	2.27	44.77
	45-60	0.15	5.36	1.67	1.98	21.62
	60-80	0.15	7.21	1.87	1.80	16.30
	80-100	0.12	8.26	1.83	1.10	9.70
LP 2 Soil Group 35	0-15	0.21	0.05	1.18	1.03	41.73
	15-30	0.10	0.06	0.75	1.11	54.88
	30-45	0.11	0.06	0.68	1.43	62.91
	45-60	0.12	0.06	0.59	0.77	49.91
	60-80	0.12	0.06	0.54	0.67	47.92
	80-100	0.12	0.05	0.51	0.57	45.42
LP 5 Soil Group 35	0-15	0.16	2.33	0.36	0.18	5.88
	15-30	0.13	2.21	0.41	0.28	9.21
	30-45	0.11	1.75	0.40	2.10	48.12
	45-60	0.11	3.63	0.38	2.78	40.25
	60-80	0.10	3.38	0.38	2.72	41.42
	80-100	0.10	3.48	0.36	2.84	41.93
LP 3 Soil Group 47	0-15	0.81	4.11	2.43	1.07	12.68
	15-30	0.52	4.30	2.38	1.03	12.54
	30-45	0.41	3.99	2.33	0.98	12.69
	45-60	0.34	4.29	2.18	1.53	18.39
	60-80	0.39	4.49	2.32	1.71	19.23
	80-100	0.44	4.97	2.74	2.87	26.02
LP 4 Soil Group 47	0-15	0.13	4.26	0.57	0.48	8.79
	15-30	0.08	4.07	0.47	1.61	25.87
	30-45	0.08	3.56	0.36	2.13	34.81
	45-60	0.07	3.17	0.41	2.40	39.66
	60-80	0.08	3.09	0.49	3.21	46.77
	80-100	0.08	2.29	0.50	3.40	54.25

หมายเหตุ SAI หมายถึง ความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน (ร้อยละ)



ภาพที่ 11 แผนที่แสดงพื้นที่กลุ่มชุดดินจังหวัดลำปาง

จังหวัดลำพูน

จังหวัดลำพูนมีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ปลูกข้าวโพดที่มีฐานข้อมูลชุดดินของกรมพัฒนาที่ดิน ประมาณ 138,075 ไร่ กระจายตัวอยู่ในทุกอำเภอส่วนใหญ่ปลูกพืชอยู่บนพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อนและพบว่ามีพื้นที่ที่ปลูกข้าวโพดบนดินกรดประมาณ 64,986 ไร่ ลักษณะของดินกรดส่วนใหญ่อยู่บนลักษณะภูมิประเทศ Qt เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของหินทราย หินกรวดมน และหินฟิลไลท์เนื้อซิลิกา (อ.ลี้) มีลักษณะของเนื้อดินผันแปรไปตั้งแต่หยาบถึงละเอียดที่ลึกถึงลึกมาก จากการคัดเลือกพื้นที่และสำรวจการกระจายตัวของดินที่มีศักยภาพจะนำเอายิปซัมสังเคราะห์ไปใช้ประโยชน์ และได้เลือกตัวแทนของดินจากเขตพื้นที่ตำบลนาทราย ตำบลศรีวิชัยและตำบลบ้านโฮ่ง อำเภอลี้ และพื้นที่ตำบลบ้านหนองผำ อำเภอทุ่งหัวช้าง ใน 2 กลุ่มชุดดินได้แก่กลุ่มชุดดินที่ 35 และ 48 แล้วทำการวิเคราะห์และประเมินสมบัติทางเคมีของดินดังนี้

กลุ่มชุดดินที่ 35

ปฏิกิริยาคุณสมบัติทางเคมีของดิน พบว่ามีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ที่ 4.18-5.61 โดยในดินบนมีค่าความเป็นกรด (4.70-4.71) สูงกว่าดินล่าง (4.87-4.95) ในหลุม LN-1 ตรงกันข้ามกับหลุม LN-2 และ LN-5 พบว่าดินล่างมีความเป็นกรด (4.18-5.22) สูงกว่าดินบน (4.41-5.61) สำหรับปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าอยู่ในพิสัย 0.07-1.78 เปอร์เซ็นต์ โดยดินบนมีการสะสมของปริมาณอินทรียวัตถุ (0.32-1.78 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าในดินล่าง (0.07-0.64 เปอร์เซ็นต์) สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้มีค่าเป็น 90-103 ppm โดยพบว่าดินล่างมีปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ (ช่วง 55-101 ppm) สูงกว่าดินบน (ช่วง 97-103 ppm) ในทุกหลุม ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในช่วง 22-192 ppm ขณะที่ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ระหว่าง 177-408 ppm และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ที่ 51-219 ppm ซึ่งเมื่อพิจารณาระหว่างชั้นดินพบว่าดินล่าง (>30 ซม.) มีปริมาณของโพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมมากกว่าดินบน (0-30 ซม.) ดังตารางที่ 33

ผลการประเมินคุณสมบัติทางเคมีดิน พบว่าดินเป็นกรดปานกลางถึงกรดรุนแรงมากในดินบน ส่วนดินล่างมีความเป็นกรดจัดมากถึงกรดรุนแรงมาก มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินบนอยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลางและดินล่างมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำถึงต่ำมาก สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้อยู่ในระดับสูงมากทั้งในดินบนและดินล่าง ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงมากทั้งดินบนและดินล่าง ขณะที่ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำทั้งในดินบนและดินล่าง และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ทั้งดินบนและดินล่างอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง ตารางที่ 34

ผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียม พบว่ามีค่าอะลูมิเนียมที่สกัดได้อยู่ระหว่าง 2.49-4.07 me/100g โดยเมื่อนำมาคำนวณดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน มีค่าอยู่ในพิสัย 30.47-65.36 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรพบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน

อยู่ในระดับ 45.27-60.69 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืช และที่ระดับความลึกมากกว่า 30 เซนติเมตร พบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 30.47-65.36 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีมากกว่าดินชั้นบนถือว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืชเป็นอย่างมาก ดังตารางที่ 35

กลุ่มชุดดินที่ 48

ปฏิกิริยาคุณสมบัติทางเคมีของดิน พบว่ามีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ที่ 4.12-4.89 โดยในหลุม LN-3 ดินบน (0-30 ซม.) มีความเป็นกรดมากกว่าดินล่าง (>30 ซม.) ตรงกันข้ามกับหลุม LN-4 ที่พบว่าดินล่างมีความเป็นกรดมากกว่าดินบน มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าเป็น 0.11-1.78 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในดินบนมีการสะสมของอินทรียวัตถุ (0.36-1.78 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าดินล่าง (0.11-1.32 เปอร์เซ็นต์) ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้มีค่าอยู่ในช่วง 55-102 ppm ซึ่งพบว่าและดินล่างมีปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ (ช่วง 95-102 ppm) สูงกว่าดินบน (ช่วง 55-99 ppm) สำหรับปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ที่ 26-98 ppm โดยพบว่าดินบนมีการสะสมของปริมาณโพแทสเซียม (ช่วง 32-98 ppm) สูงกว่าดินล่าง (ช่วง 26-87 ppm) ขณะที่ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้มีค่าเป็น 167-1045 ppm และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในช่วง 40-396 ppm ซึ่งในหลุม LN-3 พบว่าดินล่างมีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าดินบนเช่นเดียวกับปริมาณแมกนีเซียม ตรงกันข้ามกับในหลุม LN-4 ที่พบว่าดินบนมีค่าสูงกว่าดินล่างทั้งปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียม ดังตารางที่ 33

ผลการประเมินคุณสมบัติทางเคมีดิน พบว่าทั้งในดินบนละดินล่างมีความเป็นกรดจัดถึงกรดรุนแรงมาก มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลางในดินบน ส่วนดินล่างอยู่ในระดับต่ำมากถึงค่อนข้างต่ำ สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้อยู่ในระดับสูงมากทั้งดินบนและดินล่าง พบปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำถึงสูงในดินบน ส่วนดินล่างอยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง ขณะที่ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลางทั้งในดินบนและดินล่าง และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลางในดินบน และระดับต่ำถึงสูงในดินล่าง ตารางที่ 34

ผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียม พบว่ามีค่าอะลูมิเนียมที่สกัดได้อยู่ระหว่าง 1.34-1.76 me/100g โดยเมื่อนำมาคำนวณดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน มีค่าอยู่ในพิสัย 15.09–37.98 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรพบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 21.07-37.98 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืช และที่ระดับความลึกมากกว่า 30 เซนติเมตร พบว่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับ 15.09-30.93 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีมากกว่าดินชั้นบนถือว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืชเป็นอย่างมากและมีบางพื้นที่ไม่เป็นอันตรายต่อพืช ดังตารางที่ 35

ตารางที่ 33 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติคุณสมบัติทางเคมีของดิน ในพื้นที่จังหวัดลำพูน

site	Depth (cm)	pH	%OM	Ext. P	Ext. K	Ext. Ca	Ext. Mg
				(----------ppm----------)			
LN 1 SoilGroup 35	0-15	4.70	1.78	95	188	233	214
	15-30	4.71	0.64	101	132	233	163
	30-45	4.87	0.46	102	140	200	174
	45-60	4.87	0.29	102	189	189	219
	60-80	4.90	0.25	103	176	180	201
	80-	4.95	0.07	103	192	177	167
LN 2 SoilGroup 35	0-15	5.61	1.53	55	108	408	83
	15-30	5.17	0.32	97	46	300	95
	30-45	5.02	0.64	97	55	325	115
	45-60	5.19	0.32	99	57	571	118
	60-80	5.21	0.32	100	63	768	152
	80-	5.22	0.29	100	61	817	162
LN 5 SoilGroup 35	0-15	4.79	0.78	90	49	233	55
	15-30	4.41	0.43	97	42	316	51
	30-45	4.35	0.31	98	28	317	65
	45-60	4.25	0.25	99	29	117	90
	60-80	4.20	0.21	103	25	275	95
	80-	4.18	0.14	103	22	325	96
LN 3 SoilGroup 48	0-15	4.37	1.78	96	98	167	214
	15-30	4.42	1.5	99	72	225	311
	30-45	4.42	1.32	100	75	266	366
	45-60	4.79	1.22	100	87	1,015	386
	60-80	4.82	1.14	101	81	1,040	394
	80-	4.89	1.1	102	80	1,045	396
LN 4 SoilGroup 48	0-15	4.79	1.07	55	75	1,091	54
	15-30	4.41	0.36	91	32	1,091	45
	30-45	4.35	0.29	95	39	885	44
	45-60	4.25	0.11	99	36	613	44
	60-80	4.20	0.21	101	31	538	41
	80-	4.12	0.20	102	26	521	40

ตารางที่ 34 ผลการประเมินระดับของคุณสมบัติทางเคมีดิน ในพื้นที่จังหวัดลำพูน

site	Depth (cm)	pH	%OM	Ext P	Ext K	Ext Ca	Ext Mg
				(----------ppm----------)			
LN 1	0-15	v.st.ac	M	VH	VH	VL	M
SoilGroup	15-30	v.st.ac	L	VH	VH	VL	M
35	30-45	v.st.ac	VL	VH	VH	VL	M
	45-60	v.st.ac	VL	VH	VH	VL	M
	60-80	v.st.ac	VL	VH	VH	VL	M
	80-100	v.st.ac	VL	VH	VH	VL	M
LN 2	0-15	Mo.ac	M	VH	VH	L	L
SoilGroup	15-30	St.ac	VL	VH	L	VL	L
35	30-45	v.st.ac	L	VH	L	VL	L
	45-60	St.ac	VL	VH	L	L	L
	60-80	St.ac	VL	VH	M	L	M
	80-100	St.ac	VL	VH	M	L	M
LN 5	0-15	v.st.ac	L	VH	L	VL	L
SoilGroup	15-30	Ex.ac	VL	VH	L	VL	L
35	30-45	Ex.ac	VL	VH	VL	VL	L
	45-60	Ex.ac	VL	VH	VL	VL	L
	60-80	Ex.ac	VL	VH	VL	VL	L
	80-100	Ex.ac	VL	VH	VL	VL	L
LN 3	0-15	Ex.ac	M	VH	H	VL	M
SoilGroup	15-30	Ex.ac	ML	VH	M	VL	M
48	30-45	Ex.ac	ML	VH	M	VL	H
	45-60	v.st.ac	ML	VH	M	M	H
	60-80	v.st.ac	ML	VH	M	M	H
	80-100	v.st.ac	ML	VH	M	M	H
LN 4	0-15	v.st.ac	ML	VH	M	M	L
SoilGroup	15-30	Ex.ac	VL	VH	L	M	L
48	30-45	Ex.ac	VL	VH	L	L	L
	45-60	Ex.ac	VL	VH	L	L	L
	60-80	Ex.ac	VL	VH	L	L	L
	80-100	Ex.ac	VL	VH	VL	L	L

หมายเหตุ Sl.ac.= Slightly acid, Mo.ac.= Moderately acid, St.ac.=Strongly acid, V.st.ac.=Very stronger acid, Ex.ac.=Extremely acid. *VL= very low, L= low, ML= moderately low, M = medium, MH= moderately high, H= high, VH= very high, VL = very low, L = low, ML = moderately low, M = medium, MH = moderately high, H = high, VH = very high

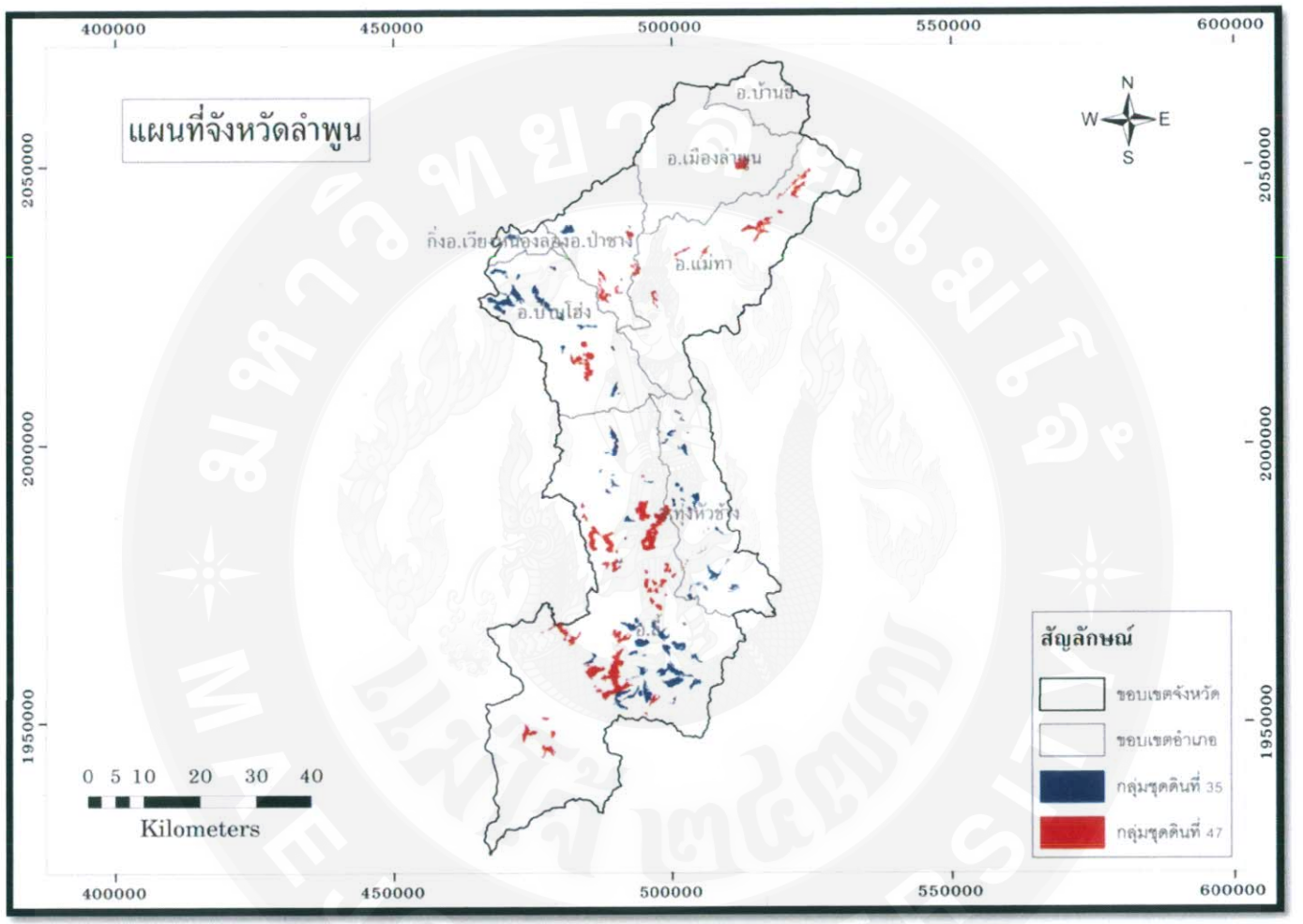
ที่มา: Land Classification and FAO Project Staff (1973; Land Use Planning Division, 1993; Soil Survey Division Staff, 1993)



ตารางที่ 35 แสดงผลการวิเคราะห์อะลูมิเนียมและความอิ่มของอะลูมิเนียมในดิน (ร้อยละ)ในพื้นที่จังหวัดลำพูน

site	Depth (cm)	K	Ca	Mg	Al	SAI %
		(----------me/100g soil----------)				
LN 1 Soil Group 35	0-15	0.48	1.17	1.78	3.94	53.49
	15-30	0.34	1.17	1.36	3.92	57.82
	30-45	0.36	1.00	1.45	4.07	59.15
	45-60	0.48	0.95	1.83	4.00	55.13
	60-80	0.45	0.90	1.68	3.62	54.48
	80-100	0.49	0.89	1.39	3.61	56.61
LN 2 Soil Group 35	0-15	0.28	2.04	0.69	2.49	45.27
	15-30	0.12	1.50	0.79	2.52	51.16
	30-45	0.14	1.63	0.96	2.64	49.26
	45-60	0.15	2.86	0.98	2.49	38.45
	60-80	0.16	3.84	1.27	2.49	32.09
	80-100	0.02	4.09	1.35	2.39	30.47
LN 5 Soil Group 35	0-15	0.13	1.17	0.46	2.70	60.69
	15-30	0.11	1.58	0.43	2.68	55.92
	30-45	0.07	1.58	0.54	2.67	54.83
	45-60	0.07	0.58	0.75	2.66	65.36
	60-80	0.06	1.38	0.79	2.64	54.26
	80-100	0.06	1.63	0.80	2.63	51.48
LN 3 Soil Group 48	0-15	0.25	0.83	1.78	1.76	37.98
	15-30	0.18	1.13	2.59	1.71	30.49
	30-45	0.19	1.33	3.05	1.57	25.52
	45-60	0.22	5.08	3.22	1.56	15.45
	60-80	0.21	5.20	3.28	1.54	15.09
	80-100	0.02	5.23	3.30	1.53	15.21
LN 4 Soil Group 48	0-15	0.19	5.45	0.45	1.63	21.13
	15-30	0.08	5.45	0.38	1.58	21.07
	30-45	0.10	4.43	0.37	1.47	23.06
	45-60	0.09	3.07	0.37	1.46	29.23
	60-80	0.08	2.69	0.34	1.34	30.19
	80-100	0.07	2.60	0.33	1.34	30.93

หมายเหตุ SAI หมายถึง ความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดิน (ร้อยละ)



ภาพที่ 12 แผนที่แสดงพื้นที่กลุ่มชุดดินจังหวัดลำพูน

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาการกระจายตัวของอะลูมิเนียมในพื้นที่ปลูกข้าวโพดบนพื้นที่ดอนในจังหวัดพะเยา จังหวัดน่านจังหวัดแพร่ จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดเชียงราย จังหวัดแม่ฮ่องสอน จังหวัดลำปาง และจังหวัดลำพูน พบว่าพื้นที่ดังกล่าวจัดอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบทุ่งหญ้าสะวันนา (Tropical savannah: Aw) ตามระบบการจำแนกภูมิอากาศของ Koppen (เอิบ, 2533) ซึ่งมีอากาศร้อนชื้นสลับกับฤดูแล้ง ลักษณะธรณีวิทยาภาคเหนือตอนบนมีลักษณะภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูงสลับซับซ้อน จึงทำให้เกิดลักษณะทางภูมิศาสตร์ตามโครงสร้างทางธรณีวิทยามีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ซึ่งส่วนใหญ่ที่พบหินส่วนใหญ่เป็นหินตะกอน มีหินอัคนีและหินแปรเพียงส่วนน้อย โดยมีชั้นหินที่สำคัญประกอบด้วยหินเชิร์ต หินดินดาน และหินทราย (กรมทรัพยากรธรณี, 2550) ลักษณะดินที่พบในพื้นที่ส่วนใหญ่มีลักษณะดินเป็นบริเวณลานตะพักน้ำ (Terrace) ดินบนตะพักนี้เป็นดินที่มีการพัฒนาการตัวแล้ว ส่วนใหญ่เป็นดินที่สามารถแบ่งชั้นชัดเจน ดินเป็นดินร่วนละเอียด มีสีน้ำตาลจนถึงน้ำตาลปนแดง มีการระบายน้ำดีถึงเลว การใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่ปลูกพืชไร่ เช่น ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น

สำหรับพื้นที่ส่วนใหญ่ที่ทำการศึกษาจัดอยู่ใน 2 อันดับดิน (Order) (เอิบ, 2533; เจริญ และคณะ, 2540) คือ Ultisols และ Alfisols โดยแบ่งเป็นชุดดินที่ 29, 35, 47, 48, 55 และ 56 ซึ่งในกลุ่ม Ultisols นี้สามารถแบ่งกลุ่มชุดดินได้ 4 ชุดดินคือ 29, 35, 48 และ 56 ซึ่งการกระจายตัวความเป็นพิษของอะลูมิเนียม แบ่งได้ดังนี้

กลุ่มชุดกลุ่มชุดดินที่ 29 พบพื้นที่การกระจายตัวความเป็นพิษของอะลูมิเนียมอยู่ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และแม่ฮ่องสอน โดยพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่มีโอกาสที่เกิดการกระจายตัวของความเป็นพิษของอะลูมิเนียมมากที่สุด (3 จุด ระดับ 2) จังหวัดเชียงรายพบระดับการเกิดการกระจายตัวของความเป็นพิษของอะลูมิเนียมรองลงมา (2 จุด ระดับ 2) และจังหวัดแม่ฮ่องสอนพบว่าระดับการเกิดการกระจายตัวของความเป็นพิษของอะลูมิเนียมในดิน 1 จุด (ระดับ 3)

กลุ่มชุดดินที่ 35 พบพื้นที่กระจายตัวความเป็นพิษของอะลูมิเนียมอยู่ใน 7 พื้นที่ ได้แก่ จังหวัดแพร่ น่าน เชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำปาง และลำพูน โดยพื้นที่จังหวัดน่านมีโอกาสที่เกิดการกระจายตัวของความเป็นพิษของอะลูมิเนียมมากที่สุด (1 จุด ระดับ 5) รองลงมาเป็นจังหวัดแพร่ เชียงใหม่ ลำปาง ลำพูน แม่ฮ่องสอน ตามลำดับ ขณะที่จังหวัดเชียงรายพบว่าความเป็นพิษของอะลูมิเนียมไม่เป็นอันตรายต่อพืช (1 จุดระดับ 1)

กลุ่มชุดดินที่ 48 มีพื้นที่พบความเป็นพิษของอะลูมิเนียมกระจายตัวอยู่ในพื้นที่จังหวัดแพร่ แม่ฮ่องสอน และลำพูน โดยพื้นที่จังหวัดแพร่มีโอกาสที่เกิดการกระจายตัวของความเป็นพิษของอะลูมิเนียมมากที่สุด (2 จุด ระดับ 4 และ 3) จังหวัดแม่ฮ่องสอนพบระดับการเกิดการกระจายตัวของความเป็นพิษของอะลูมิเนียมรองลงมา (2 จุด ระดับ 5 และ 3) และตามด้วยจังหวัดลำพูน (2 จุด ระดับ 2)

กลุ่มชุดดินที่ 56 มีพื้นที่พบความเป็นพิษของอะลูมิเนียมกระจายตัวอยู่ใน 2 พื้นที่ ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ และเชียงราย โดยพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดการกระจายตัวของความเป็นพิษของอะลูมิเนียมมากที่สุดพบในจังหวัดเชียงใหม่ (1 จุด ระดับ 2) ส่วนจังหวัดเชียงรายพบระดับการเกิดการกระจายตัวของความเป็นพิษของอะลูมิเนียมน้อยกว่าจังหวัดเชียงใหม่แต่ก็จัดอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืช (1 จุด ระดับ 2) (ตารางที่ 16 ,ภาพ 13)

ขณะที่อันดับดิน Alfisols พบในกลุ่มชุดดินที่ 47 และ 55 โดยกลุ่มชุดดินที่ 47 พบว่ามีพื้นที่พบความเป็นพิษของอะลูมิเนียมกระจายตัวอยู่ในพื้นที่จังหวัดพะเยา น่าน เชียงราย และลำปาง โดยพื้นที่จังหวัดน่านมีโอกาสที่เกิดการกระจายตัวของความเป็นพิษของอะลูมิเนียมมากที่สุด (4 จุด ระดับ 5) จังหวัดพะเยาพบระดับการเกิดการกระจายตัวของความเป็นพิษของอะลูมิเนียมเป็นลำดับที่สอง (2 จุด ระดับ 2 และ 1) รองลงมาเป็นจังหวัดเชียงราย (1 จุด ระดับ 2) ส่วนในจังหวัดลำปางพบว่าระดับการเกิดการกระจายตัวของความเป็นพิษของอะลูมิเนียมในดินเป็นอันรายต่อพืชน้อยสุดในกลุ่มชุดดินนี้ (2 จุด ระดับ 2)

กลุ่มชุดดินที่ 55 พบว่ามีพื้นที่พบความเป็นพิษของอะลูมิเนียมกระจายตัวอยู่ในพื้นที่จังหวัดพะเยาเพียงจังหวัดเดียว โดยมีระดับอะลูมิเนียมที่เป็นอันตรายต่อพืช 2 จุด ซึ่งมีระดับความรุนแรงอยู่ในระดับ 4 และระดับ 3 (ตารางที่ 16, ภาพ 13)

จากงานทดลองครั้งนี้พบว่าระดับความเป็นพิษของอะลูมิเนียมอยู่ในระดับอิ่มตัวช่วง 1.91-92.62 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดได้ว่ามีการกระจายตัวความเป็นพิษของอะลูมิเนียมตั้งแต่ระดับต่ำ (1) ถึงระดับสูง (5) อาจมีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดหรือพืชชนิดอื่นๆ โดยพบว่าความเป็นพิษของอะลูมิเนียมต่อพืช ทำให้ผลผลิตพืชลดลงเมื่อดินอยู่ในสภาพที่เป็นกรด แม้จะมีข้อเท็จจริงที่ว่าอะลูมิเนียมจะไม่ละลายออกมาในช่วงที่ค่า pH เป็นกรดเล็กน้อยไปถึงเป็นกลาง แต่ก็มีข้อบ่งชี้ว่าอะลูมิเนียมยังสามารถเป็นพิษต่อพืชได้ ข้าวโพดที่เจริญเติบโตในเรือนกระจกในดินที่ใช้เพาะปลูกเป็นดินที่มีการผุพังสลายตัวสูง 3 แห่ง (Oxisol และ Ultisols) พบว่ามีปริมาณอะลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้มาก และเมื่อปรับปรุงดินด้วยปูนขาวในอัตราต่างๆ ช่วยปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินให้เพิ่มขึ้นใกล้เคียงความเป็นกลางได้ (Farina *al.*, 2008) นอกจากนี้ Hardy DH *et.al.* (1990) ทำการศึกษาอะลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินของดินชั้นล่างในดิน Ultisols ทางตอนใต้ของสหรัฐอเมริกา โดยมีการศึกษาพื้นที่ 2 แบบคือ ดินที่มีการจัดการการเพาะปลูก (การปลูกพืชระยะยาว

ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกต่อเนื่องเป็นเวลา 15 ปี) และดินที่ไม่มีการจัดการในดินชั้นบน (มีการเพาะปลูกมากกว่า 30 ปี) ศักยภาพของดินชั้นล่างต่อการเจริญเติบโตของพืชถูกประเมินกับข้าวฟ่างที่ขาดธาตุอาหารที่ปลูกทดลองในเรือนกระจก พบว่าในดินล่างของดินที่มีการจัดการมีการแลกเปลี่ยนของ CEC และ %BS สูงกว่าดินที่ไม่มีการจัดการ ในขณะที่ ปริมาณ Ca, Mg, และ K ในดินที่ไม่มีการจัดการดินชั้นบน ไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่เพียงพอในชั้นดินล่างของดินที่มีการจัดการเพาะปลูก เมื่อเทียบกับพื้นที่ที่ไม่มีการจัดการดินบน ค่า KCl-exchangeable Al ในดินล่างของดินที่มีการจัดการลดลงไป 23% ในพื้นที่ที่การจัดการเพาะปลูก และลดลง 65% ในพื้นที่ที่ไม่มีการจัดการดินชั้นบน

นอกจากนี้งานศึกษาของ Michelli, F.B. *et al.* (2012) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของสารละลายธาตุอาหารอะลูมิเนียมต่อความสูงของต้นน้ำหนักแห้งและลักษณะสัณฐานวิทยาของข้าวโพด โดยการปลูกในสารละลายอะลูมิเนียมความเข้มข้น 5 ระดับ (0, 25, 75, 150 และ 300 ไมโครโมลต่อลิตร) พบว่าน้ำหนักแห้งของต้น น้ำหนักแห้งของราก และความสูงลดลงอย่างมีนัยสำคัญสัมพันธ์กับความเข้มข้นของอะลูมิเนียมที่เพิ่มสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบต้นที่ควบคุมพบว่าการเจริญเติบโตของรากข้าวโพดในสารละลายอะลูมิเนียมถูกยับยั้ง รากแขนงน้อยลงและการพัฒนาของระบบรากลดลง ในส่วนของโครงสร้างใบพบว่าข้าวโพดที่ปลูกในสารลายความเข้มข้น 75 และ 300 ไมโครโมลต่อลิตร แตกต่างจากข้าวโพดตำรับควบคุม กาบใบของพืชในสัมผัสกับอะลูมิเนียมพบว่าผิวเนื้อเยื่อไม่มีผิวเคลือบในชั้นเนื้อเยื่อนั้นและเนื้อเยื่อชั้นนอกไม่พัฒนา

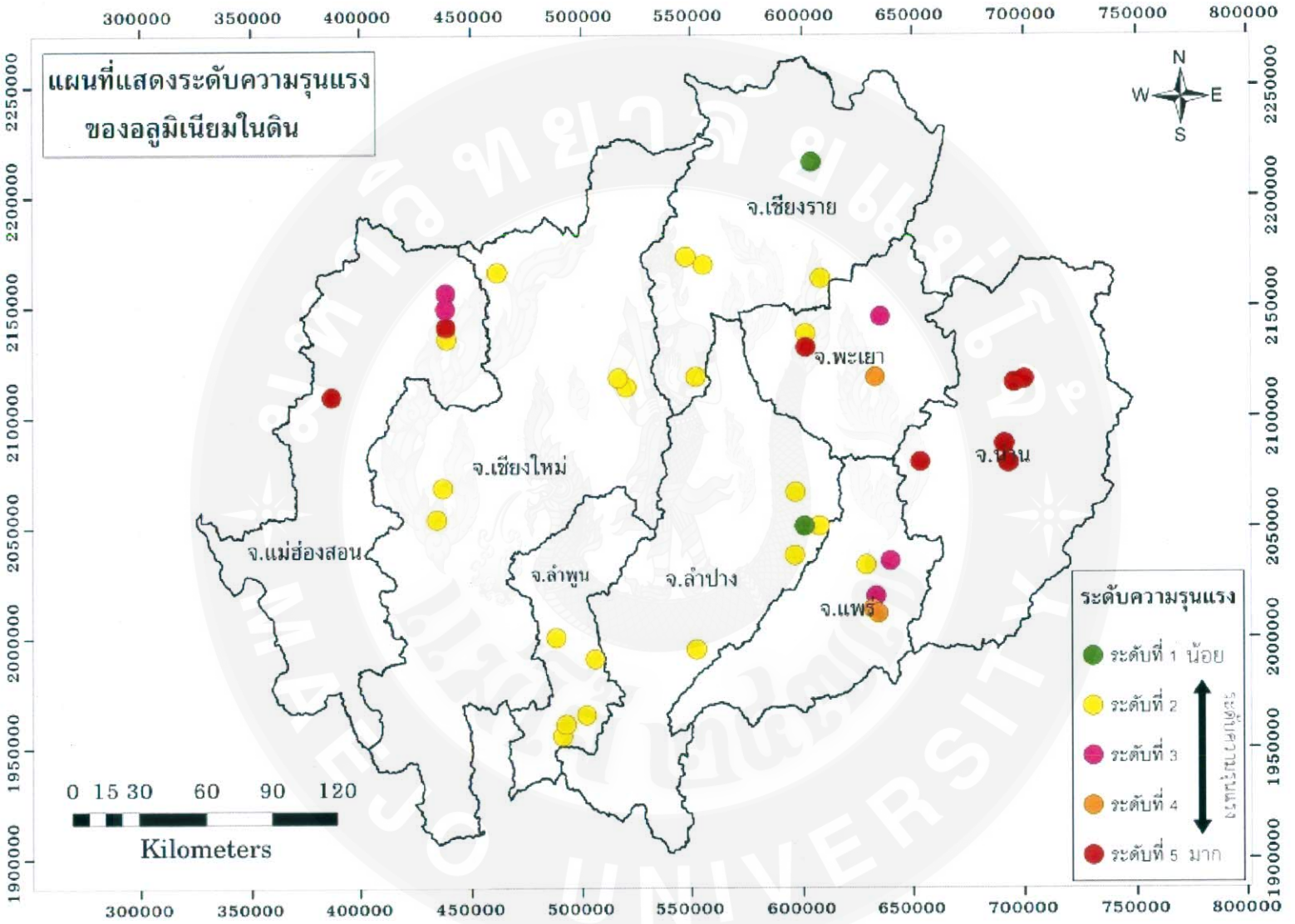
ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากตัวอย่างดินทั้ง 2 อันดับ จากงานทดลองครั้งนี้ โดยข้อมูลส่วนใหญ่ของดินที่ใช้ในการปลูกข้าวโพดจะมีความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในระดับสูง มักจะพบปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้ อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำเช่นเดียวกัน

จากการศึกษาครั้งนี้ทำให้สมารถมองแนวทางในการปรับปรุงดินที่มีค่าความเป็นพิษของอะลูมิเนียมนั้นมักใช้วิธีการปรับปรุงค่าความเป็นกรดด่างของดิน โดยจากการศึกษาการวิเคราะห์ค่าวิกฤตของความเป็นกรดด่างของดินและความเข้มข้นของดิน acidic Ultisol พบว่ามีการนำดินจากมณฑลหูหนานและมณฑลอานฮุย (ทางตะวันออกเฉียงใต้ของจีน) มาทดลอง โดยการปลูกข้าวสาลีและคาโนลาในห้องที่มีการควบคุมการเจริญเติบโต พบว่าการใช้แอมโมเนียมซัลเฟตและปูนขาวช่วยปรับค่าความเป็นกรดด่างของดิน ทำให้ระดับค่าความเป็นกรดด่างจาก 3.7 (หูหนาน) และ 3.97 (อานฮุย) ปรับขึ้นมาเป็น 6.5 ซึ่งความสูงของพืช น้ำหนักแห้งของต้น น้ำหนักของรากและปริมาณคลอโรฟิลล์ ของข้าวสาลีและคาโนลาได้รับผลกระทบจากความเป็นกรดของดินทั้งสองแห่ง ในทำนองเดียวกับงานของ Duruigbo *et.al* (2007) ที่ศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยมูลไก่ 4 อัตรา (0, 5, 10 และ 15 ตันต่อเฮกตาร์) ต่อดินกรดในอันดับดิน Ultisols ที่ Federal Univesity of Technology Research

Farm Owerri พบว่าการใช้ปุ๋ยมูลไก่ในอัตรา 15 ตันต่อเฮกตาร์ช่วยเพิ่ม pH ของดินจาก 4.14 ± 0.9 (ตำรับควบคุม) เป็น 5.80 ± 0.23 (pH ในน้ำ) และจาก 3.62 ± 0.13 ถึง 5.78 ± 0.18 (pH ใน KCl) ตามลำดับ ส่วนอัตราการใช้มูลไก่ 5 ตันต่อเฮกตาร์ไม่มีผลทำให้ pH ของดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (effect of poultry manure rates on soil acidity in an ultisol)

ตารางที่ 36 การแบ่งกลุ่มชุดดินที่พบตามอันดับดิน

Ultisols			Alfisols		
กลุ่มชุดดิน	พื้นที่	จุดเก็บตัวอย่าง	กลุ่มชุดดิน	พื้นที่	จุดเก็บตัวอย่าง
29	เชียงใหม่	CM1, CM4, CM5	47	พะเยา	PY2, PY3
	เชียงราย	CR4, CR5		น่าน	NN1, NN2, NN4, NN5
	แม่ฮ่องสอน	MH3		เชียงราย	CR1
35	แพร่	PR1, PR2, PR5		ลำปาง	LP3, LP4
	น่าน	NN3	55	พะเยา	PY1, PY4
	เชียงใหม่	CM3			
	เชียงราย	CR3			
	แม่ฮ่องสอน	MH2, MH4			
	ลำปาง	LP1, LP2, LP5			
	ลำพูน	LN1, LN2, LN5			
48	แพร่	PR3, PR4			
	แม่ฮ่องสอน	MH1, MH5			
	ลำพูน	LN3, LN4			
56	เชียงใหม่	CM2			
	เชียงราย	CR2			



ภาพที่ 13 แผนที่ระดับความรุนแรงอะลูมิเนียมในดิน

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาและประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ปลูกข้าวโพดที่อาศัยน้ำฝนบริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ทำการสำรวจพื้นที่ทั้งหมด 8 จังหวัด ได้แก่ พะเยา แพร่ น่าน เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปาง และเชียงใหม่ โดยเลือกพื้นที่ดอนปลูกข้าวโพดทำการเกษตรอาศัยน้ำฝน ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ อยู่บนพื้นที่ที่มีลักษณะทางธรณีวิทยา เป็นตะกอนน้ำพาหรือตะกอนที่สะสมตัวโดยการพัดพาของน้ำ (Qt) และบริเวณเกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของหินหลายชนิดการกระจายตัวของดินกรด อยู่ในชุดดินที่ 29, 35, 47, 48, 55 และ 56 ดังต่อไปนี้

กลุ่มชุดดินที่ 29 พบในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และแม่ฮ่องสอน มีผลการประเมินคุณสมบัติทางเคมีดิน พบว่าดินเป็นกรดปานกลางถึงกรดรุนแรงมาก ปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำถึงสูง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงมาก ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงมาก ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง ค่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินพบว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืช

กลุ่มชุดดินที่ 35 พบในจังหวัดแพร่ น่าน เชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำปาง และลำพูน มีผลการประเมินคุณสมบัติทางเคมีดิน พบว่าดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกรดรุนแรงมาก ปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำมากถึงค่อนข้างสูง ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงสูงมาก ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงมาก ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ ค่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืช

กลุ่มชุดดินที่ 47 พบในจังหวัดพะเยา น่าน เชียงราย และลำปาง ผลการประเมินคุณสมบัติทางเคมีดิน พบว่าดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดรุนแรงมาก มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำมากถึงค่อนข้างสูง ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์พบว่าอยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงมาก และปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงมาก ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง ค่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืช

กลุ่มชุดดินที่ 48 พบในจังหวัดแพร่ แม่ฮ่องสอน และลำพูน ผลการประเมินคุณสมบัติทางเคมีดิน พบว่าดินเป็นกรดจัดถึงกรดรุนแรงมาก มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำมากถึงสูง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงสูงมาก ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงมาก ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำถึงสูง ค่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืช

กลุ่มชุดดินที่ 55 พบในจังหวัดพะเยา ผลการประเมินคุณสมบัติทางเคมีดิน พบว่าดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดปานกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้อยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก และมีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำถึงสูง ขณะที่ปริมาณแคลเซียมรวมทั้งแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก ค่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินพบว่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืช

กลุ่มชุดดินที่ 56 พบในจังหวัดเชียงใหม่ และเชียงราย ผลการประเมินคุณสมบัติทางเคมีดิน พบว่าดินเป็นกรดจัดถึงกรดจัดมาก มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำถึงค่อนข้างสูง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับที่ต่ำมากถึงสูงมาก สำหรับปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำถึงสูง ขณะที่ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมาก และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ ค่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืช

การศึกษาการกระจายตัวของอะลูมิเนียมในพื้นที่ปลูกข้าวโพดบนพื้นที่ดอนพบว่าค่าดัชนีร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินนั้นอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืชทุกพื้นที่ซึ่งแต่ละจังหวัดก็จะมีระดับการกระจายตัวที่แตกต่างกันไป โดยจังหวัดที่มีการกระจายตัวของอะลูมิเนียมในดินระดับที่ 5 ได้แก่จังหวัดพะเยา น่าน และแม่ฮ่องสอน จังหวัดที่มีการกระจายตัวของอะลูมิเนียมระดับที่ 4 พบได้ในจังหวัดพะเยา แพร่ จังหวัดที่มีการกระจายตัวของอะลูมิเนียมระดับที่ 3 พบได้ในจังหวัดพะเยา แพร่ และแม่ฮ่องสอน จังหวัดที่มีการกระจายตัวของอะลูมิเนียมระดับที่ 2 พบได้ในจังหวัดพะเยา แพร่ เชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำปาง และลำพูน จังหวัดที่มีการกระจายตัวของอะลูมิเนียมระดับที่ 1 พบได้ในจังหวัดเชียงราย และลำพูน ซึ่งในแต่ละพื้นที่พบการกระจายตัวของอะลูมิเนียมในดินนั้นก็แสดงให้เห็นว่าดินที่ดอนในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยมีโอกาสที่ทำในอะลูมิเนียมกระจายตัวสูงมาก

บรรณานุกรม

กิตติ สัจจาวัฒนา. 2554. **โครงการพัฒนาและขยายผลระบบการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดพันธุ์ผสมเปิดเพื่อ การพึ่งพาตนเองอย่างยั่งยืนของเครือข่ายเกษตรภาคเหนือตอนบน**.เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เขมรัฐ เถลิงศรี และ สิทธิเดช พงศ์กิจวรสิน. 2555. **ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ กลไกสู่ความเหลื่อมล้ำในระดับท้องถิ่น กรณีศึกษา: ห่วงโซ่การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อ.เวียงสา จ.น่าน.** กรุงเทพฯ: คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชูศักดิ์ จอมพุก. 2542. **ข้าวโพด: พืชเศรษฐกิจ**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณัฐพล ศรีอำไพ, สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม, อัญชลี สุทธิประการ และ ศุภิฌา ธนะจิตต์. 2554. สมบัติและร้อยละความอิ่มตัวของอะลูมิเนียมในดินที่สูงพื้นที่ขุนวางและอินทนนท์ จ.เชียงใหม่. **วารสารแก่นเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น,** 39, 209-220.

ดนัย วรรณวนิช. 2537. **ปัจจัยทางดินที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในดินชุดบ้านทอน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____. 2546. การลดความเป็นพิษของอะลูมินัมในดินกรดโดยใช้ปูนยิปซัมและอินทรียวัตถุ. หน้า 42-51 ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นงลักษณ์ ปูระณะพงษ์. 2548. **คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช**. เชียงใหม่: ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

เนาวรัตน์ ศิวะศิลป. 2527. **คู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน พืช ปุ๋ย**. เชียงใหม่: ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษ์ศาสตร์ คณะเกษตรศาตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.พัชรี ธีรจินดาขจร. 2549. **หลักและวิธีการวิเคราะห์ดินทางเคมี**. ขอนแก่น: ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พิสิษฐ์ สินธุนิช. 2557. **แนวทางการวางระบบพัฒนาที่ดินที่มีปัญหาทางการเกษตรของภาคตะวันออกของประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 2 กรมพัฒนาที่ดิน.

ไพบูลย์ วิวัฒน์วงศ์วนา. 2530. **เคมีดิน**. เชียงใหม่: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

_____. 2546. **เคมีดิน**. เชียงใหม่: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิโรจน์ อิ่มพิทักษ์. 2531. **การจัดการดิน**. เล่ม 1. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมชาย องค์ประเสริฐ. 2551. **ดินและการจัดการดินประเทศไทย**. เชียงใหม่: ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2558. **ข้าวโพด: การปลูกข้าวโพด.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www3.rdi.ku.ac.th/?p=8646 (23 มิถุนายน 2557)

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. **รายงานภาวะเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2552**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา Http://www.oae.go.th (27 สิงหาคม 2553).

_____. 2557. **รายงานข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมรุ่นพยากรณ์ไตรมาสที่ 2 เดือน มิถุนายน 2557**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.oae.go.th (23 มิถุนายน 2557).

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. 2548. **มหัศจรรย์พันธุ์ดิน**. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. 2550ก. **รายงานการสำรวจดินเพื่อการเกษตรจังหวัดเชียงใหม่**. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. 2550ข. **รายงานการสำรวจดินเพื่อการเกษตรจังหวัดลำพูน**. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. 2552ก. **รายงานการสำรวจดินเพื่อการเกษตรจังหวัดเชียงราย**. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. 2552ข. **รายงานการสำรวจดินเพื่อการเกษตรจังหวัดพะเยา**. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. 2552ค. **รายงานการสำรวจดินเพื่อการเกษตรจังหวัดแพร่**. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. 2552ง. **รายงานการสำรวจดินเพื่อการเกษตรจังหวัดแม่ฮ่องสอน**. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. 2552จ. **รายงานการสำรวจดินเพื่อการเกษตรจังหวัดลำปาง**. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

สำนักสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรที่ดิน. 2553. **ความรู้เรื่องดินสำหรับเยาวชน**. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

อัญชลี สุทธิประการ. 2534. **แร่ในดิน.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____. 2553. **แร่ในอนุภาคขนาดดินเหนียวของดินเขตร้อน.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อนุสรณ์ มาสกรานต์. 2530. **รูปของอะลูมิเนียมในดินนาภาคกลางตอนใต้และการเจริญเติบโตของข้าว กข.23**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอิบ เขียวรื่นรมย์. 2533. **ดินของประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____. 2547. **คู่มือปฏิบัติการการสำรวจดิน**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรวรรณ ฉัตรสีรุ้ง. 2551. **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน**. เชียงใหม่: ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษ์ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Bertsch, P.M. & Blom, P.R. 1996 Aluminmum. pp. 517-550. In Sparks, D.L., ed. **Methods of Soil Analysis. Part 3.** SSSA Book Ser. 5. N.P.: n.p.

Bray, R.H. & Kurtz, L.T. 1945. Determination of Total Organic and Avarable Forms of Phosphorus. **Soil Sci**, 59, 39 - 45.

Buol, S.W., Southard, R.J., Graham, R.C. & McDaniel, P.A. 2003. **Soil Ginesis and Classification.** N.P.: The lowa State Univ. Press.

Duruigbo, C.I., Obiefuna, J.C. & Onweremadu, E.U. 2007. Effect of Poultry Manure Rates on Soil Acidity in an Ultisol. **International Journal of Soil Science,** 2: 154-158.

Farmer, V.C. & Fraser, A.R. 1982. Chemical and colloidal stability of soil in the Al_2O_3-Fe_2-O_3-SiO_2-H_2O system: their role in podzolization. **J. Soil Sci,** 33: 737-742.

Goldberg, S., Davis, J.A. & Hem, J.D. 1996. The surface chemistry of aluminum oxides and hydroxides. pp. 271-331. In Posito, G., ed. **The environmental Chemistry of aluminum.** N.P.: CRC Press.

Hardy, D.H., Raper, C.D. Jr., & Miner, G.S. 1990. Chemical restrictions of roots in Ultisol subsoils lessened by long-term management. **Soil Sci Soc Am J.,** 54(6), 1657-1660.

Jackie Carroll. 2018. **Information about Aluminum In Garden Soil.** [Online] Available https://www.gardeningknowhow.com/garden-how-to/soil-fertilizers/aluminum-in-garden-soil.htm. (23 July 2014).

Johnston, C.T. & Tombaz, E. 2002. Surface chemistry of soil minerals. pp. 37-68. In Dixonand, J.B., Schulze, D.G., eds. **Soil Mineralogy with Environmental Applications.** SSSA Book Ser. 7. N.P.: n.p.

Kamprath, E.J. 1984. **Crop response to lime on soils in the topic**, pp. 349-368. In Adams, F., ed. **Soil Acidity and limeing.** Agonomy Monograph No.12, Amer. Soc. N.P.: Agron., Madison, Wl.

Kwong, K.F., Kee, N.G. & Huang, P.M. 1979. The relative influence of low-molecular-weight complexing organic acids on the hydrolysis and precipitation of aluminum. **Soil Sci.** 128: 337-342.

Landon, J.R. 1991. **Booker of Tropical Soil Manual.** London: Booker Tate, Longman Scientific and technical.

Lindsay, W.L. 1979. **Chemical Equilibria in Soils.** New York: John Wiley & Sons.

M. Abdulaha-Al Baquy, Jiu-Yu Li, Chen-Yang Xu, Khalid Mehmood & Ren-Kou Xu. 2017. Determination of critical pH and Al concentration of acidic Ultisols for wheat and canola crops. **Solid Earth,** 8, 149–159.

MacLean, A. A. & Chiasson, T. C. 1966. Differential performance of two barley varieties to varying aluminum concentration. **Can. J. Soil Sci,** 46: 147-154.

Michelli, F.B., Ismar, S.M., Carlos, M.B., Marcelo, A.B., Odair, J.G. de A. & Tadeu, T.I. 2002. Aluminium in corn plants: influence on growth and morpho-anatomy of root leaf. R. Bras. **Ci. Solo,** 37: 177-187.

Naidoo, G. J., Stewart, McD. & Lewis, R. J. 1978. Accumulation sites of aluminum in snapbean and cotton roots. **Agron. J,** 70: 489-492.

Poschenrieder, C., Gunse, B., Corrales, I. & Bracelo, J. 2008. A glance into aluminum toxicity and resistance in plants. **Sci. Total Envir,** 400(1-3), 356-368.

Priyanka, Arora, Surabhi, Dixit, Geeta, Singh & Saurabh, Pandey. 2017. Aluminium Toxicity in Maize Crop. **Mini Review. Current trends in biomedical Engineering & Biosciences,** 9(3 september).

Rengel, Z., ed. 2003. **Handbook of soil Acidity**. New York: MarceDekker.

Rodhe, H. 1989. Aciddification in global perspective. **Ambio**, 18: 155-106.

Schulze, D.G. 2002. An Introduction to soil Mineralogy. pp. 1-35. In Dixon, J.B. & Schulze, D.G., eds. **Soil Mineralogy with Environmental application.** No. 7. N.P.: Soil Science Society of America Book Series. SSSa, Inc., Madison, WL.

Shiller, A. M., & Frilot, D. M. 1996. The geochemistry of gallium relative to aluminum in Californian streams. **Geochimica et Cosmochimica Acta,** 60(8), 1323-1328.

Sparks, D.L. 1995. **Environmental soil chemistry**. California: Academic Press.

Spectrum Analytic Inc. 2010. **Spectrum Analytic Inc. Soil Aluminum and Test Interpretation.** [Online] Available https://www.spectrumanalytic.com/support/library/ff/Soil_Aluminum_and_test_interpretation.htm (23 July 2014).

Tabatabai, M.A. 1985. Effect of acid rain on soils. **Crit. Rev. Environ. Control**, 15, 65.

Tan, K.H. 1994. **Principal of Soil Chemistry**. 2nd ed. New York: Marcel Dekker.

Van Breeman, N., Driscoll, C.T. & Mulder, J. 1983. Acidification and alkalinization of soil. **Plante Soil,** 75, 283-308.

Walkley, A. & Black, I.A. 1947. Chromic acid titration method for determination of soil organic metter. **Soil. Sci. Amre. Proc,** 63, 257.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางภาคผนวก

ข้อจำกัดต่างๆ ที่ใช้ในการประเมินระดับสมบัติทางเคมี และการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973; Soil Survey Division Staff, 1993)

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

ระดับ (rating)	พิสัย (pH)
กรดรุนแรงมากที่สุด (ultra acid)	< 3.5
กรดรุนแรงมาก (extremely acid)	3.5-4.4
กรดจัดมาก (very strongly acid)	4.5-5.0
กรดจัด (strongly acid)	5.1-5.5
กรดปานกลาง (moderately acid)	5.6-6.0
กรดเล็กน้อย (slightly acid)	6.1-6.5
เป็นกลาง (neutral)	6.6-7.3
ด่างเล็กน้อย (slightly alkaline)	7.4-7.8
ด่างปานกลาง (moderately alkaline)	7.9-8.4
ด่างจัด (strongly alkaline)	8.5-9.0
ด่างจัดมาก (very strongly alkaline)	> 9.0

ตารางภาคผนวกที่ 2 อินทรียวัตถุ (organic matter) (% organic carbon x 1.724)

ระดับ (rating)	พิสัย ($g\ kg^{-1}$)
ต่ำมาก (very low)	< 5
ต่ำ (low)	5-10
ค่อนข้างต่ำ (moderately low)	10-15
ปานกลาง (medium)	15-25
ค่อนข้างสูง (moderately high)	25-35
สูง (high)	35-45
สูงมาก (very high)	> 45

ตารางภาคผนวกที่ 3 ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ (extractable phosphorus) (Bray II)

ระดับ (rating)	พิสัย (mg kg^{-1})
ต่ำมาก (very low)	< 3
ต่ำ (low)	3-6
ค่อนข้างต่ำ (moderately low)	6-10
ปานกลาง (medium)	10-15
ค่อนข้างสูง (moderately high)	15-25
สูง (high)	25-45
สูงมาก (very high)	> 45

ตารางภาคผนวกที่ 4 ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ (extractable potassium) (NH_4OAc)

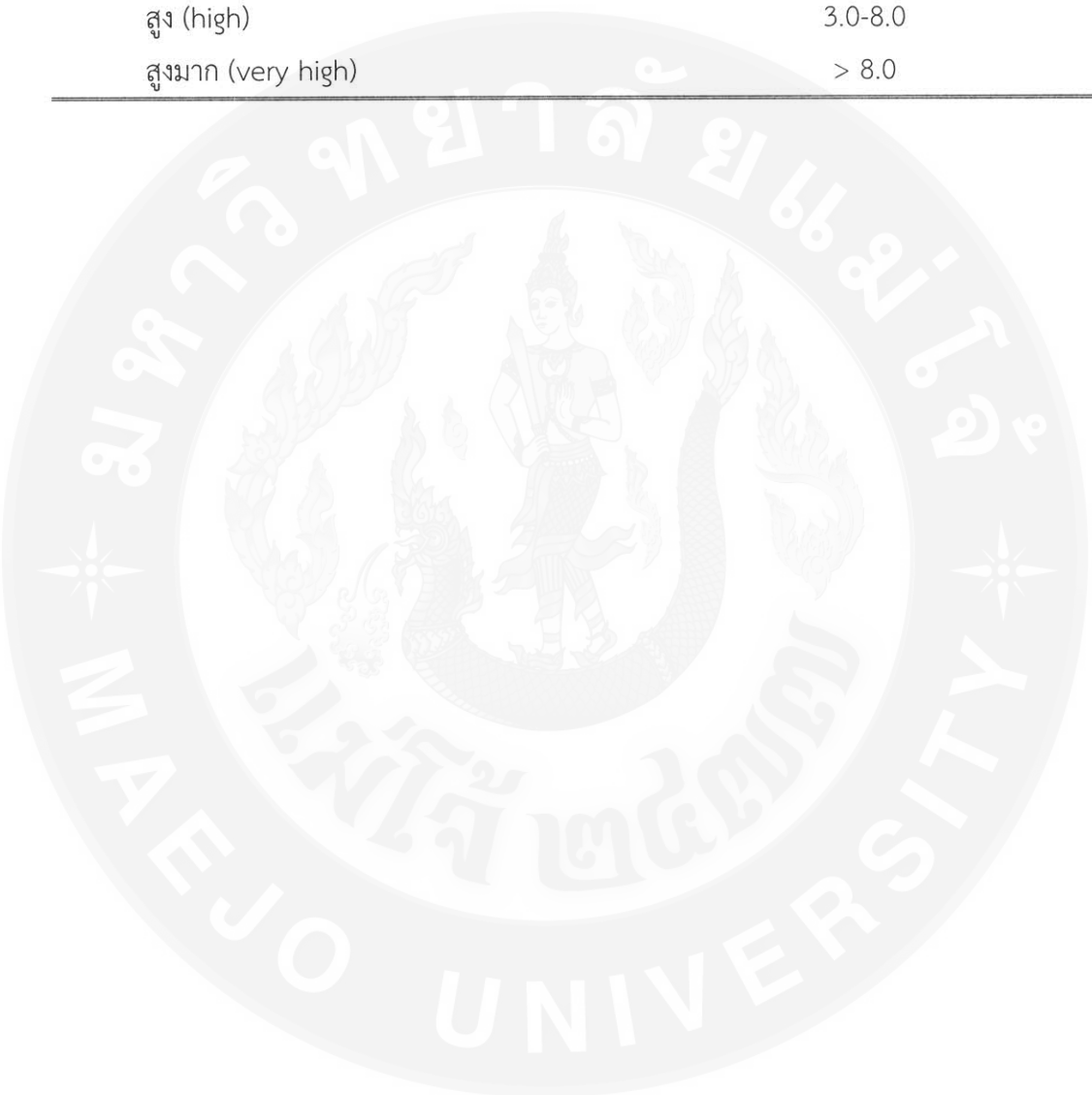
ระดับ (rating)	พิสัย (mg kg^{-1})
ต่ำมาก (very low)	< 30
ต่ำ (low)	30-60
ปานกลาง (medium)	60-90
สูง (high)	90-120
สูงมาก (very high)	> 120

ตารางภาคผนวกที่ 5 ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ (extractable calcium) (NH_4OAc)

ระดับ (rating)	พิสัย (cmol kg^{-1})
ต่ำมาก (very low)	< 2
ต่ำ (low)	2-5
ปานกลาง (medium)	5-10
สูง (high)	10-20
สูงมาก (very high)	> 20

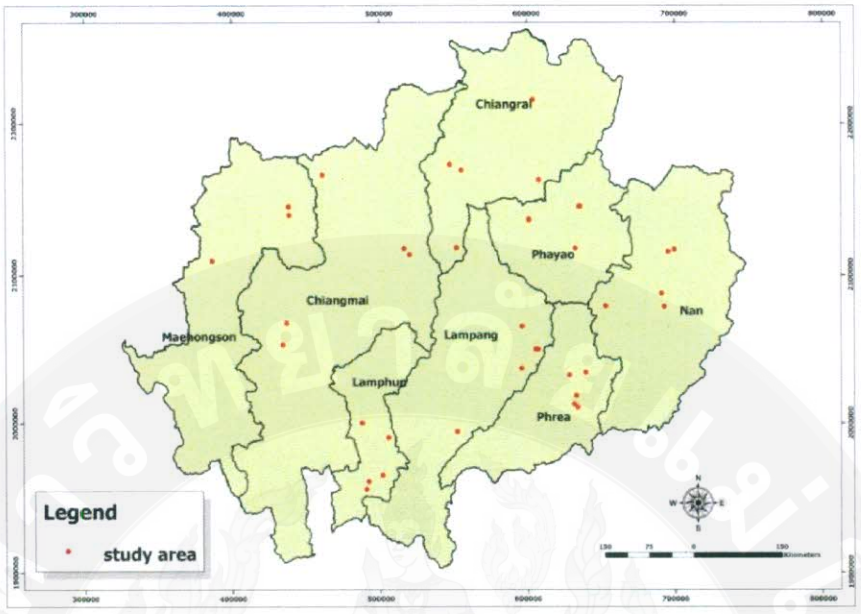
ตารางภาคผนวกที่ 6 ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ (extractable magnesium) (NH_4OAc)

ระดับ (rating)	พิสัย (cmol kg^{-1})
ต่ำมาก (very low)	< 0.3
ต่ำ (low)	0.3-1.0
ปานกลาง (medium)	1.0-3.0
สูง (high)	3.0-8.0
สูงมาก (very high)	> 8.0



ภาคผนวก ข

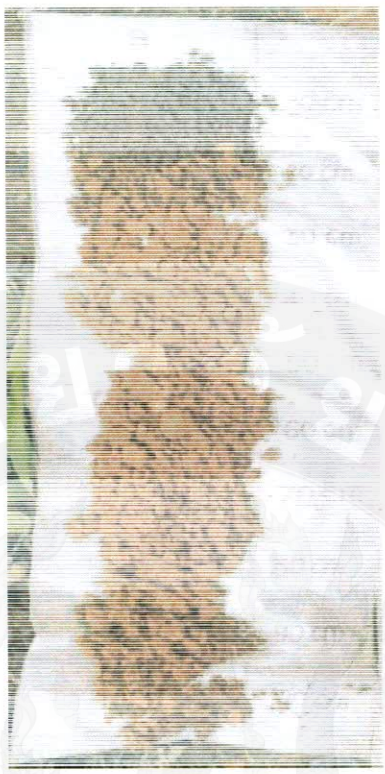
ภาพกิจกรรม



ภาพภาคผนวกที่ 1 แผนที่แสดงพื้นที่ทำการศึกษาและจุดเก็บตัวอย่าง



ภาพภาคผนวกที่ 2 การเก็บตัวอย่างดิน



ภาพภาคผนวกที่ 3 ตัวอย่างดิน



ภาพภาคผนวกที่ 4 การวัดปฏิกิริยาดิน



ภาพภาคผนวกที่ 5 วิเคราะห์หาปริมาณอินทรียวัตถุในดิน



ภาพภาคผนวกที่ 6 การกรองตัวอย่างเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณ P, K , Ca และ Mg



ภาพภาคผนวกที่ 7 การวิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม โดยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

ภาคผนวก ค

ประวัติผู้วิจัย

ประวัตินักศึกษา

ชื่อ-สกุล	นายปราโณตม์ สวมชัยภูมิ	
เกิดเมื่อ	5 มีนาคม 2534	
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2552	ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (วทบ.)
		สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร
		มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่
	พ.ศ. 2549	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนกัลยาณวัตร
		อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY