การฟื้นสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินในระบบไร่หมุนเวียน บนที่สูง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

วุฒิพงษ์ นาชัยเวียง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาปฐพีศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาปฐพีศาสตร์

ชื่อเรื่อง

การฟื้นสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินในระบบไร่หมุนเวียน บนที่สูง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

โดย

วุฒิพงษ์ นาชัยเวียง

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา .....

(อาจารย์ ดร.จีราภรณ์ อินทสาร)

วันที่ 27 เดือน มี.ค. พ.ศ. 2556

กรรมการที่ปรึกษา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร)

วันที่ 27 เดือน มี.ค. พ.ศ. 2556

กรรมการที่ปรึกษา .....

(รองศาสตราจารย์สมชาย องค์ประเสริฐ)

วันที่ 27 เดือน มี.ค. พ.ศ. 2556

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร .....

(อาจารย์ ดร.จีราภรณ์ อินทสาร)

วันที่ 27 เดือน มี.ค. พ.ศ. 2556

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จาตุพงศ์ วาฤทธิ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 28 เดือน มี.ค. พ.ศ. 56

ชื่อเรื่อง การฟื้นสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินในระบบไร่หมุนเวียนบนที่สูง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ชื่อผู้เขียน นายวุฒิพงษ์ นาชัยเวียง

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาปฐพีศาสตร์

ประธานกรรมการที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.จีราภรณ์ อินทสาร

บทคัดย่อ

การศึกษาระยะเวลาการฟื้นตัวความอุดมสมบูรณ์ในดินในระยะไร่เหล่า บริเวณหมู่บ้านหนองขาวกลาง อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ทำการศึกษาบริเวณพื้นที่มีระยะไร่เหล่าที่มีความแตกต่างกันทั้งหมด 6 ตำรับการทดลองตามระยะเวลาการพักตัวของดิน 1, 3, 6, 8, 10 ปี และไร่ข้าว โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial Two Factor in CRD 3 ซ้ำ โดยทำการเก็บตัวอย่างดิน 3 ระดับได้แก่ดินชั้นที่ 1, ดินชั้นที่ 2 และดินชั้นที่ 3 เพื่อทำการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินทางกายภาพ ได้แก่ ความลึกของชั้น A, เนื้อดิน และความหนาแน่นรวมของดิน เป็นต้น และคุณสมบัติทางเคมีของดินบางประการ พบว่าไร่เหล่าทุกตำรับการทดลองไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคของดินทุกประเภท (Sand, Silt and Clay) และเนื้อดินที่ตรวจสอบได้เป็นดินประเภทดินเหนียวทั้งหมด ความลึกของชั้น A-horizon อยู่ในช่วง 5-8 เซนติเมตร ความหนาแน่นรวมของดินจะมีปริมาณมากที่สุดเมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 6 ปีในดินทั้ง 3 ระดับตามระดับชั้นของดิน และน้อยที่สุดเมื่อไร่เหล่าอายุ 3 ปี เสถียรภาพของเม็ดดินจะมีค่าสอดคล้องกับปริมาณอินทรียวัตถุ ค่าความเป็นกรดค่างสูงที่สุดเมื่อไร่เหล่าอายุ 1 ปี คือ 5.37, 5.05, และ4.83 ในดินชั้นที่ 1, 2 และ3 ตามลำดับ ปริมาณอินทรียวัตถุจะมีปริมาณสูงเมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 3 และ 8 ปี ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงสุดเมื่อไร่เหล่าอายุครบ 3 ปีคือ 31.97, 28.20 และ30.16 meq/100g ในดินทั้ง 3 ชั้นตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้เมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 3 ปี จะมีค่ามากที่สุด ปริมาณของแคลเซียมที่สกัด และความเป็นประโยชน์ฟอสฟอรัสจะมีปริมาณมากที่สุดในไร่เหล่าอายุ 1 ปี ในดินทั้ง 3 ชั้น ส่วนปริมาณแมกนีเซียมจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุนาน 10 ปี จำนวนของวัชพืชจะพบมากเมื่อไร่เหล่าอายุ 3 และ 8 ปี ซึ่งจะสอดคล้องกับปริมาณของอินทรียวัตถุ โดยภาพรวมพบว่าไร่เหล่าอายุ 6-10 ปีเป็นระยะเวลาที่มีผลคุณสมบัติทางเคมีของดินบางประการพร้อมสำหรับการเพาะปลูกมากกว่าการไร่เหล่าระยะสั้นๆ เพราะในช่วง 6 และ 10 ปีจะเป็นระยะเวลาที่เหมาะต่อการทำการเกษตรอีกครั้ง เนื่องจากจำนวนของวัชพืชมีจำนวนน้อย

Title	Soil Fertility Recovery Rotation Period under Fallow Phase in Highland, Mae Hong Son Province
Author	Mr. Woottipong Nachaiwieng
Degree of	Master of Science in Soil Science
Advisory Committee Chairperson	Dr. Jiraporn Inthasan

ABSTRACT

The study on soil fertility recovery rotation period under fallow phase was conducted in the surroundings of Nong Khao Klang, Muang district, Mae Hong Son province using 6 different rotation periods of fallow areas after harvest of upland rice, namely: 0, 1, 3, 6, 8 and 10 years fallow in a Factorial Two Factor in CRD with 3 replications each. Soil samples were taken from 3 levels (1, 2 and 3) for analysis of soil physical properties such as A horizon-depth, soil texture and bulk density and others, including some soil chemical properties. Results showed that all restoration periods in the trial did not affect at any percentage to all types of soil particles (Sand, Silt and Clay) and the only soil texture analyzed was the clay type. The range depth of horizon-A was recorded at 5-8 cm. Bulk density was at a peak at 6 year-fallow period in 3 levels and was at the lowest at the 3 year-fallow period. Percentage of soil aggregate stability was related to its percent organic matter. The one-year fallow period gave the highest pH at 5.37, 5.05 and 4.83 in 1, 2, and 3 soil levels, respectively. Percentage of organic matter was at the highest when recovery rotation period reached the 3 and 8 year-fallow periods. Cation Exchange Capacity was shown to be the highest at 31.97, 28.20 and 30.16 meq/100g soil in 3 levels, respectively, during a 3 year-fallow period. Extractable K was found the highest at a 3 year-fallow period while the extractable Ca and available P were the highest at the one year fallow in 3 levels. Meanwhile, extractable Mg was shown the highest when the soil was abandoned for 10 years. Weed population was observed at the highest at 3 and 8 year-fallow period depending on the amount of organic matter. Overall, 6-10 year-fallow periods were shown to have greater influence towards chemical properties of the soil and crop cultivation than shorter fallow periods and were better suited for next planting season since weed population was at the lowest.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.จีราภรณ์ อินทสาร ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษา และแนะนำ ตลอดจนการตรวจเล่มวิทยานิพนธ์ และขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ สมชาย องค์ประเสริฐ เป็นอย่างยิ่งที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษาและแนะนำมาโดยตลอดตั้งแต่เริ่มต้นทำวิทยานิพนธ์ จนวิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ และ ขอขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษาและเสนอแนวความคิดที่เป็นประโยชน์ในการเขียนเล่มวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ และบุคลากรสาขาวิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อมทุกท่านที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการทำวิยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ กฤติยา ทองคุ้ม และโครงการอัพแลนด์ โปรแกรม ที่ให้ความรู้ คำแนะนำ และงบประมาณสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่ ที่สนับสนุนด้านค่าใช้จ่ายในการศึกษา และให้กำลังใจมาโดยตลอดที่ผ่านมา

วุฒิพงษ์ นาชัยเวียง

มีนาคม 2556

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
สารบัญตาราง	(8)
สารบัญภาพ	(9)
สารบัญตารางผนวก	(11)
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
ไร่เลื่อนลอยหรือไร่หมุนเวียน	3
ความหมายและบทบาทของไร่เหล่า (Fallow period) ต่อระบบไร่เลื่อนลอย	4
วิธีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความอุดมสมบูรณ์ของดินในไร่เหล่าระยะต่างๆ	7
อายุไร่เหล่ากับความอุดมสมบูรณ์ในระบบไร่หมุนเวียน	8
ความหลากหลายทางชีวภาพป่าไม้	9
ดินป่า	11
ผลของการถางและเผาต่อคุณสมบัติของดิน	21
ผลของการพักดินต่อคุณสมบัติของดิน	25
ข้าวไร่	26
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	27
พื้นที่ศึกษา	27
ลักษณะของพื้นที่โดยทั่วไป	28
แผนการทดลอง	29
การเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำมาวิเคราะห์	30
หน้าตัดดินในพื้นที่ศึกษา (Soil profile)	37
การวิเคราะห์คุณสมบัติของดินทางกายภาพดิน	49
การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีดิน	49
ปริมาณของวัชพืช	49

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย 50

คุณสมบัติของดิน 50

คุณสมบัติของดินทางกายภาพ 50

คุณสมบัติของดินทางเคมี 59

วัชพืช 73

ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรวมของดิน เสถียรภาพของเม็ดดิน, ปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณวัชพืช 75

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการวิจัย 77

คุณสมบัติทางกายภาพของดิน 77

คุณสมบัติทางเคมีของดิน 79

จำนวนวัชพืช 84

ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรวมของดิน เสถียรภาพของเม็ดดิน, ปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณวัชพืช 85

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย 86

บรรณานุกรม 88

ภาคผนวก 97

ภาคผนวก ก ตารางผนวก 98

ภาคผนวก ข ประวัติผู้วิจัย 109

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	ความลึกของการเก็บดินแต่ละชั้น ของแต่ละซ้ำ โดยละเอียดของไร่เหล่าอายุ 0 ปี (ปลูกไร่ข้าว)และไร่เหล่าอายุ 1 ปี	32
2	ความลึกของการเก็บดินแต่ละชั้น ของแต่ละซ้ำ โดยละเอียดของไร่เหล่าอายุ 3 ปี และไร่เหล่าอายุ 6 ปี	33
3	ความลึกของการเก็บดินแต่ละชั้น ของแต่ละซ้ำ โดยละเอียดของไร่เหล่าอายุ 8 ปี และไร่เหล่าอายุ 10 ปี	34
4	สถานที่ตั้งของหน้าตัดดินแต่ละตำรับการทดลอง	38
5	คำอธิบายหน้าตัดดินบริเวณไร่เหล่าอายุ 0 ปี (ไร่ข้าว)	40
6	คำอธิบายหน้าตัดดินบริเวณพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 1 ปี	42
7	คำอธิบายหน้าตัดดินบริเวณพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 3 ปี	44
8	คำอธิบายหน้าตัดดินบริเวณพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 6 ปี	46
9	คำอธิบายหน้าตัดดินบริเวณพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 8 ปี	48
10	แสดงอนุภาคดินแต่ละชนิด และการประเมินเนื้อดิน	52
11	ความหนาแน่นรวมของดิน	56
12	เสถียรภาพของเม็ดดิน	58
13	ความเป็นกรดค่างวิเคราะห์โดย 1:1 น้ำ	60
14	ปริมาณอินทรียวัตถุ	62
15	ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก	64
16	ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส	66
17	ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้	68
18	ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้	70
19	ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้	72
20	ปริมาณวัชพืชในดิน 500 กรัม	74

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	แสดงขอบเขตพื้นที่ในการศึกษา	28
2	แผนที่ธรณีวิทยาในบริเวณบางส่วนของจังหวัดแม่ฮ่องสอน	29
3	แสดงภาพตำแหน่งการเก็บตัวอย่างดิน	31
4	จำลองหน้าตัดดินขนาด 800 ลูกบาศก์เซนติเมตร	35
5	แสดงการใช้มีกรีดตามกรอบไม้ขนาด 20x20 เซนติเมตร ลึก 2 เซนติเมตร	35
6	แสดงภาพร่างการกรีดตามกรอบไม้	36
7	การลอกบริเวณผิวดิน	36
8	หลังจากการลอกหน้าดิน	37
9	ภาพเปรียบเทียบหน้าตัดของดินในบริเวณไร่เหล่าที่มีอายุต่างกัน	37
10	หน้าตัดดินพื้นที่ปลูกข้าวไร่	39
11	หน้าตัดดินพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 1 ปี	41
12	หน้าตัดดินพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 3 ปี	43
13	หน้าตัดดินพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 6 ปี	45
14	หน้าตัดดินพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 8 ปี	47
15	กราฟแสดงความลึกของดินในชั้น A ในแต่ละตำรับการทดลอง	50
16	กราฟแสดงอนุภาคของดินในแต่ชั้นดินตามระดับความลึก และพื้นที่ที่แตกต่างกัน	54
17	สัดส่วนของเปอร์เซ็นต์ดินเหนียวระหว่างชั้นดินที่ 1 กับ 3	55
18	กราฟแสดงความหนาแน่นของดิน	57
19	กราฟแสดงความเสถียรภาพของเม็ดดิน	58
20	กราฟแสดงความเป็นกรดด่าง	61
21	กราฟแสดงปริมาณอินทรียวัตถุ	63
22	กราฟแสดงความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก	65
23	กราฟแสดงความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส	67
24	กราฟแสดงปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้	69
25	กราฟแสดงปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้	71
26	กราฟแสดงปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้	73

ภาพ		หน้า
27	กราฟแสดงจำนวนของต้นวัชพืชในแต่ละตำรับการทดลอง	75
28	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรวมของดิน เสถียรภาพของเม็ดดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณวัชพืช ในระยะเวลาที่ต่างกันของไร่เหล่า	76

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวก		หน้า
1	Analysis Two Factors Factorial ของความหนาแน่นรวมของดินในดินระดับที่ 1, 2 และ 3 โดยมีระยะเวลาของไร่เหล่าที่แตกต่างกัน เป็นปัจจัย A และตำแหน่งของความชัน เป็นปัจจัย B	99
2	Analysis Two Factors Factorial ของเสถียรภาพของเม็ดดิน โดยมีระยะเวลาของไร่เหล่าที่แตกต่างกัน เป็นปัจจัย A และตำแหน่งของความชัน เป็นปัจจัย B	100
3	Analysis Two Factors Factorial ของความเป็นกรดด่างของดินในดินระดับที่ 1, 2 และ 3 โดยมีระยะเวลาของไร่เหล่าที่แตกต่างกัน เป็นปัจจัย A และตำแหน่งของความชัน เป็นปัจจัย B	101
4	Analysis Two Factors Factorial ของอินทรียวัตถุของดินในดินระดับที่ 1, 2 และ 3 โดยมีระยะเวลาของไร่เหล่าที่แตกต่างกัน เป็นปัจจัย A และตำแหน่งของความชัน เป็นปัจจัย B	102
5	Analysis Two Factors Factorial ของความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินในดินระดับที่ 1, 2 และ 3 โดยมีระยะเวลาของไร่เหล่าที่แตกต่างกัน เป็นปัจจัย A และตำแหน่งของความชัน เป็นปัจจัย B	103
6	Analysis Two Factors Factorial ของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินในดินระดับที่ 1, 2 และ 3 โดยมีระยะเวลาของไร่เหล่าที่แตกต่างกัน เป็นปัจจัย A และตำแหน่งของความชัน เป็นปัจจัย B	104
7	Analysis Two Factors Factorial ของปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ของดินในดินระดับที่ 1, 2 และ 3 โดยมีระยะเวลาของไร่เหล่าที่แตกต่างกัน เป็นปัจจัย A และตำแหน่งของความชัน เป็นปัจจัย B	105
8	Analysis Two Factors Factorial ของปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ของดินในดินระดับที่ 1, 2 และ 3 โดยมีระยะเวลาของไร่เหล่าที่แตกต่างกัน เป็นปัจจัย A และตำแหน่งของความชัน เป็นปัจจัย B	106
9	Analysis Two Factors Factorial ของปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ของดินในดินระดับที่ 1, 2 และ 3 โดยมีระยะเวลาของไร่เหล่าที่แตกต่างกัน เป็นปัจจัย A และตำแหน่งของความชัน เป็นปัจจัย B	107

ตารางผนวก หน้า

10 Analysis Two Factors Factorial ของจำนวนวัชพืชในดิน 500 กรัม โดยมีระยะเวลาของไร่เหล่าที่แตกต่างกัน เป็นปัจจัย A และตำแหน่งของความชัน เป็นปัจจัย B 108

บทที่ 1
บทนำ

ระบบไร่หมุนเวียน หรือไร่เหล่าเป็นระบบที่เก่าแก่ที่สุดระบบหนึ่งของโลก มีพื้นที่ประมาณ 18.1 พันล้านไร่ หรือ 30เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่เพาะปลูกในโลก (Sanchez,1976) ในประเทศไทยพบมากบริเวณบนพื้นที่สูงของภาคเหนือ และตะวันออกเฉียงเหนือ การทำการเกษตรในระบบไร่หมุนเวียนเริ่มจากการถางและเผาเพื่อเตรียมแปลงเพาะปลูก จากนั้นใช้ประโยชน์ในพื้นที่ระยะเวลาหนึ่ง จึงเปลี่ยนพื้นที่ทำกินใหม่แล้วปล่อยให้พื้นที่เดิมนั้นฟื้นตัวเองตามธรรมชาติจนกระทั่งดินเริ่มฟื้นตัวและมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มมากขึ้นจึงกลับเข้ามาใช้ประโยชน์ในพื้นที่เดิมอีกครั้งหนึ่ง เมื่อ 150 ปีก่อนการทำไร่หมุนเวียนไม่ได้เป็นสาเหตุทำให้ดินเกิดความเสื่อมโทรม เนื่องด้วยประชากรมีจำนวนน้อยจึงทำให้มีพื้นที่ทำการเกษตรมาก โดยจะทำการเกษตรเพียง 1-2 ปี หลังจากนั้นก็ปล่อยพื้นที่ฟื้นฟูโดยธรรมชาตินานถึง 10-30 ปี จึงกลับมาใช้พื้นที่เดิมอีกครั้ง แต่โดยทั่วไปแล้วเกษตรกรจะปล่อยให้ดินมีการฟื้นตัวประมาณ 5-7 ปีหรือมากกว่านั้น ซึ่งในปัจจุบันรอบของการหมุนเวียนมีระยะเวลาที่สั้นลงเนื่องจากมีการเพิ่มตัวของประชากรในโลกมากขึ้น เป็นผลทำให้ความต้องการพื้นที่ทำการเกษตรมากขึ้น จึงทำให้ระยะเวลาในการพักฟื้นตัวของดินเหลือเพียง 2-3 ปี จึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ดินมีความเสื่อมโทรมเร็วมากขึ้น สำหรับการแผ้วถางและการเผา (Slash and burn agriculture) มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของดิน เนื่องจากสูญเสียธาตุอาหารพืชบางตัวจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นจากการเผา เช่น ธาตุไนโตรเจน, ธาตุคาร์บอน และธาตุซัลเฟอร์ การถางและเผายังส่งผลทำให้หน้าดินตื้น เนื่องจากบริเวณหน้าดินจะไม่มีอะไรปกคลุม เมื่อมีฝนตกลงมาก็จะเกิดโอกาสกร่อนพังทลาย (Soil erosion) หรือการนำหน้าดินไหลออกจากพื้นที่ได้ง่าย การที่หน้าดินถูกกร่อนออกจากพื้นที่ (Erosion) ทำให้ธาตุอาหารที่อยู่บริเวณผิวดินถูกเคลื่อนย้ายออกไปด้วย ถ้ามีการเผามากขึ้นดินในบริเวณนั้นก็มีเกิดความเสื่อมโทรม (Soil degradation) มากขึ้นด้วย การทำไร่หมุนเวียนที่มีรอบการพักตัวสั้นในปัจจุบันเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ดินเกิดความเสื่อมโทรมเร็วขึ้นกว่าดินที่มีการพักฟื้นตัวที่นานกว่า

ในบริเวณหมู่บ้านหนองขาวกลางห่างจากตัวเมืองแม่ฮ่องสอน 35 กิโลเมตร ประชากรในหมู่บ้านเป็นชนเผ่ากระเหรี่ยง ในการทำไร่หมุนเวียนในพื้นที่นี้มีการทำการเกษตรโดยการปลูกข้าวไร่ โดยทำการปลูกข้าวไร่หนึ่งปีแล้วหลังจากนั้นปล่อยพื้นที่ทิ้งไว้ 10 ปีจึงกลับเข้าไปทำการเกษตรอีกครั้งหนึ่ง แต่เนื่องจากหมู่บ้านอยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติ การทำการเกษตรแบบนี้จึงไม่เป็นที่ยอมรับจากภาครัฐ จึงทำให้เกิดปัญหาระหว่างชาวบ้านและภาครัฐ ทำให้ภาครัฐต้อง

กำหนดพื้นที่ทำกินของชาวบ้านไม่ให้บุกรุกป่าเพื่อขยายที่ทำกิน แต่เนื่องด้วยประชากรที่เพิ่มมากขึ้นทำให้ความต้องการใช้พื้นที่สูง ซึ่งการฟื้นตัวและความอุดมสมบูรณ์ของดินอาจจะไม่จำเป็นต้องให้ระยะเวลาของไร่เหล่าอายุถึง 10 ปี แต่อาจจะใช้เวลาน้อยกว่านั้นจึงต้องมีการงานทำวิจัยในครั้งนี้ขึ้นมา เพื่อจะได้ข้อมูลทางด้านผลของระยะเวลาที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการจัดสรรพื้นที่ทำกินให้กับชาวบ้านเกิดประโยชน์อย่างยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารในดินในแต่ละปีของพื้นที่มีการทำการเกษตรแบบไร่หมุนเวียนบริเวณป่าดิบเขา
2. เพื่อกำหนดระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการทำไร่หมุนเวียนในครั้งต่อไป

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ไร่เลื่อนลอยหรือไร่หมุนเวียน

ไร่เลื่อนลอยหรือไร่หมุนเวียนมีลักษณะพิเศษต่างจากการทำไร่ประเภทอื่นๆ คือ ช่วงเวลาของการทำการเกษตรหรือที่เรียกว่ารอบหมุนเวียน (Rotation) จะประกอบไปด้วยช่วงเวลา 2 ช่วง คือช่วงเวลาของการปลูกพืช (Cropping period) ซึ่งเกษตรกรเรียกพื้นที่แปลงที่อยู่ในช่วงการปลูกพืชว่า "ไร่" และแปลงที่อยู่ในช่วงของการพักดินจะเรียกว่า "ไร่เหล่า" ยิ่งจำนวนแปลงมากเท่าไรก็จะทำให้รอบหมุนเวียนมีช่วงเวลายาวมากขึ้นเท่านั้น ซึ่งทำให้ดินมีโอกาสฟื้นตัวสู่ความอุดมสมบูรณ์ได้สูงขึ้น

การทำไร่เลื่อนลอยหรือไร่หมุนเวียนมีมานานกว่า 10,000-12,000 ปีที่ อาจจะเป็นการเกษตรในยุคแรกเลยก็ว่าได้ (วิทูรย์ และ คณะ, 2535) พื้นที่ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทำการเกษตรทั่วโลกเป็นการทำไร่แบบ Shifting cultivation (Sanchesz, 1976) การทำการเกษตรแบบไร่เหล่าเดิมอาจจะถูกเรียกว่าเป็นการทำการเกษตรแบบ Shifting cultivation มักจะถูกเรียกว่าเป็นการเกษตรแบบไร่เลื่อนลอย หรือการทำการเกษตรแบบตัดฟันโค่นเผา (Slash and burn cultivation) (นันทวรรณ, 2550) กล่าวคือเลือกพื้นที่ในฤดูแล้ง จากนั้นจึงตัดต้นไม้ หรือป่าปล่อยเศษต้นไม้ทิ้งไว้ในแปลงรอจนกว่าจะแห้ง หลังจากนั้นทำการเผาก่อนเข้าฤดูฝน หลังจากนั้นจึงทำการเพาะปลูกในช่วงเวลาสั้นๆ แล้วปล่อยให้ที่ดินฟื้นตัวเองตามธรรมชาติ องค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ หรือ Food and Agriculture Organization of the United Nations ได้ให้ความเห็นว่า Shifting cultivation เป็นสาเหตุหลักในการทำให้เกิดการกร่อนของดิน (Soil erosion) และดินเสื่อมโทรม อย่างไรก็ตาม Nye and Greenland (1960) เห็นว่าไร่เลื่อนลอยในป่าเขตร้อนถือว่าเป็นระบบเกษตรที่ยั่งยืนได้ก็ต่อเมื่อมีจำนวนของประชากรหนาแน่นไม่เกิน 20 คนต่อตารางไมล์

Kunstadter and Chapman (1978) แบ่งการเกษตรบนที่สูงออกเป็นไร่เลื่อนลอย 3 ประเภท และพื้นที่ปลูกไม้ยืนต้นถาวร ได้แก่

1. ระบบปลูกสั้น - เว้นยาว (Short cultivation - long fallow)

ระบบการปลูกในระยะสั้น-เว้นในระยะยาว หรือเรียกว่า Forest fallow สามารถพบเห็นระดับความสูงประมาณ 700-1,000 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ชาวเขาที่ทำการเกษตรระบบนี้ได้แก่ ชาวเขาเผ่าปกาเกอะญอ (Karen) และลั่ว (Lua) ซึ่งส่วนมากอยู่ทางภาคเหนือของ

ประเทศไทย โดยจะทำการเกษตรในพื้นที่เพียงปีเดียว หลังจากนั้นทิ้งพื้นที่ให้มีความอุดมสมบูรณ์เองตามธรรมชาติอย่างน้อย 6-7 ปี หรืออาจจะนานถึง 12-15 ปี ในพื้นที่ที่มีประชากรน้อย จึงกลับมาใช้พื้นที่เดิมอีกครั้ง ชาวเขาเผ่าปกาเกอะญอ และลั่วหลายๆหมู่บ้านมีการชลประทานในพื้นที่ เนื่องจากภูมิประเทศส่วนใหญ่จะใช้สำหรับการเกษตรแบบ Hill farming ไร่เลื่อนลอยระบบนี้จะยั่งยืนได้ก็ต่อเมื่อประชากรในเผ่ามีไม่เพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว โดยหมู่บ้านไม่มีการเคลื่อนย้าย

2. ระบบปลูกยาว - เว้นยาวมาก (Long cultivation - very long fallow)

โดยทั่วไปการทำการเกษตรในระบบนี้จะอยู่ในระดับความสูง 1,200-1,500 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง โดยชาวเขาเผ่าที่ทำการเกษตรระบบนี้ได้แก่ ม้ง เย้า ละหู่ ลีซอ และอาข่า เป็นต้น ซึ่งชาวเขาเผ่าดังกล่าวเป็นผู้อพยพเข้ามาใหม่ จึงมีทางเลือกน้อยในการเลือกพื้นที่ โดยจะทำการเกษตรในพื้นที่ติดต่อกันเป็นระยะเวลานานหลายปี (มากกว่า 5 ปี) จนเกิดการเสื่อมโทรมดิน และมีปริมาณของวัชพืชเป็นจำนวนมาก จึงละทิ้งพื้นที่และย้ายไปทำการเกษตรในพื้นที่อื่นแทน ชาวเขาเหล่านี้มักจะตั้งถิ่นฐานในพื้นที่ประมาณ 10-20 ปี หลังจากนั้นจึงย้ายไปพื้นที่อื่น

3. ระบบปลูกสั้น - เว้นสั้น (short cultivation - short fallow)

ระบบการปลูกสั้น-เว้นระยะยาวสามารถพบเห็นทางภาคเหนือของประเทศไทยที่ระดับความสูง 300-600 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง พืชพรรณในบริเวณนี้จะเป็นไม้จำพวกไม้พุ่มมีต้นไม้ขึ้นเล็กน้อย โดยทำการเกษตรในช่วงระยะเวลาสั้นๆคือ 1-2 ปี จากนั้นปล่อยพื้นที่ทิ้งไว้ 3-4 ปี จึงกลับมาใช้พื้นที่อีกครั้ง

4. ใช้พื้นที่ถาวรปลูกไม้ยืนต้น (Permanent field tree crop)

เป็นการทำการเกษตรบนเนินเขา โดยส่วนใหญ่จะเป็นสวนชาหรือการทำสวนเมี่ยง โดยจะมีการอยู่อาศัยเป็นหลักแหล่ง โดยประชากรจะมาจากที่ดอนและที่ลุ่ม

ความหมายและบทบาทของไร่เหล่า (Follow period) ต่อระบบไร่เลื่อนลอย

ในพื้นที่ที่ห่างไกลความเจริญการคมนาคมไม่สะดวก โดยไม่สามารถพึ่งพาปัจจัยภายนอกต้องมีการทำการเกษตรเพื่อยังชีพ โดยทำไร่หมุนเวียนกระจายในพื้นที่ป่า โดยมีการพักตัวของพื้นที่คือปล่อยให้พื้นที่ให้เป็นไร่เหล่า (Follow period) ซึ่งเป็นวิธีเดียวที่เกษตรกรในบริเวณนี้จะทำได้ การเพาะปลูกในพื้นที่ต่อเนื่องกันหลายปี ทำให้เกิดปัญหามากมายหลายประการที่ต้องพึ่งพา

ปัจจัยภายนอกในการแก้ไขปัญหา เช่น ปัญหาโรค แมลง วัชพืช ความอุดมสมบูรณ์ของดิน การเสื่อมโทรมของโครงสร้างดิน และการพังทลายของหน้าดิน

ไร่เหล่าสามารถช่วยแก้ไขปัญหาเบื้องต้นที่กล่าวมาได้พร้อม ๆ กัน การเพาะปลูกในระยะสั้น ๆ และมีระยะไร่เหล่าที่ยาวเพียงพอสามารถช่วยตัดวงจรชีวิตของโรคและแมลง ในปีแรกของการทำการเกษตรหลังจากการถางและเผาไม้ในบริเวณป่าหรือไร่เหล่า จะพบวัชพืชในพื้นที่จะเป็นพวกเถาที่งอกจากหัวใต้ผิวดินและพืชที่งอกจากตอไม้เท่านั้น จึงไม่เสียเวลาในการจัดการมากนัก ทำให้สามารถเพาะปลูกได้เต็มพื้นที่ที่ต้องการ แต่หากมีการใช้พื้นที่โดยการเพาะปลูกนานติดต่อกัน 3-4 ปี จะมีการสะสมของวัชพืชบริเวณผิวดินที่ชอบแสงแดดจัด ซึ่งจะมีการเจริญเติบโตแข่งกับพืชที่ปลูก แม้ว่าจะมีการเผาพื้นที่แล้วก็ตาม จึงต้องใช้แรงงานและเสียเวลาในการกำจัดวัชพืชที่เกิดขึ้น จึงได้ผลผลิตไม่มากพอที่ต้องการ แต่หากปล่อยให้พื้นที่เป็นไร่เหล่าพืชพรรณที่ขึ้นในไร่เหล่าจะปกคลุมดินอย่างแน่นทึบ เมล็ดวัชพืชจะงอกและตายตั้งแต่ยังเล็ก ๆ เพราะเมล็ดวัชพืชไม่ได้รับแสงที่เพียงพอ การทิ้งพื้นที่ให้เป็นไร่เหล่านานพอจึงเป็นการกำจัดวัชพืชหน้าดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ระบบไร่หมุนเวียนแบบปลูกสั้น-เว้นยาวเป็นระบบที่ลดการเกิดการพังทลายของดินเพียงเล็กน้อย โดยในปีแรกหลังจากการถางและเผาป่า ดินค่อนข้างอุดมสมบูรณ์ เนื่องจากดินที่ร่วนซุยและไม่มีวัชพืชจำพวกหญ้า ส่งผลทำให้สามารถเจาะหลุมเพื่อทำการเพาะปลูกได้โดยไม่ต้องขุดหน้าดินให้แตกกระจาย เมื่อใช้พื้นที่เดิมเป็นเวลานาน ๆ ติดต่อกันส่งผลให้จำนวนของวัชพืชเพิ่มมากขึ้นจึงจำเป็นต้องขุดดินเพื่อทำการเพาะปลูก ทำให้การพังทลายของดินเพิ่มมากขึ้น(Watters, 1971)

หลักการทั่วไปการทำไร่หมุนเวียนอย่างยั่งยืนจะต้องให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต้องมีปริมาณเท่ากับปริมาณของธาตุอาหารที่ถูกเติมหลังจากมีการปล่อยให้พื้นที่มีการพักตัวอย่างสมบูรณ์ แต่ในทางกลับกัน ธาตุอาหารพืชจะสูญเสียไปกับผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวรวมถึงการสูญเสียธาตุอาหารโดยการถูกกร่อนออกไปนอกพื้นที่และกร่อนไปสู่ดินชั้นล่าง ธาตุอาหารบางธาตุอาจจะระเหยเมื่อเกิดความร้อนโดยการเผา ควรจะไม่ให้มากไปกว่าธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชที่ถูกเติมเข้าไประหว่างการพักฟื้นตัว (Lawrence and Schlesinger, 2001) การทำไร่หมุนเวียนจะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อมีความหนาแน่นประชากรน้อย ระยะเวลาของไร่เหล่าให้เหมาะสม หรือการปล่อยให้พื้นที่รกร้างนานมากเกินไปจะส่งผลทำให้ดินมีการพักฟื้นตัวอย่างเต็มที่ (Ramakrishnan, 1992; Tanaka et al., 2001; Bruun et al., 2009) แต่อย่างไรก็ตามอายุของไร่เหล่ามีอายุสั้นลงจากเดิม 20-30 ปี ลดลงเหลือ 0-5 ปี ในบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และอีกหลายๆสถานที่ที่มีประชากรเพิ่มมากขึ้น(Ramakrishnan, 1992; Tawnenga, et al., 1996; Cairns and

Garrity, 1999; Kato et al., 1999; Eastmond and Faust, 2006; Schmidt-Vogt et al., 2009) อายุไร่เหล่าที่สั้นจะส่งผลทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เกิดการสูญเสียดินโดยการการกร่อน และปริมาณของผลผลิตจะลดลงไปด้วย(Ramakrishnan, 1992; Bruun et al., 2009; Thomaz, 2009; Ziegler et al., 2009) การปล่อยพื้นที่ทิ้งไว้จนเป็นป่าจะมีผลดี คือ จะช่วยป้องกันการสูญเสียดินจากกษัยการและกลับมีความอุดมสมบูรณ์อีกครั้ง และพื้นที่นี้ยังเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ในท้องถิ่น และยังเป็นตัวแยกปริมาณของคาร์บอนที่จะขึ้นสู่บรรยากาศ (Lugo and Brown, 1993; Andrade and Rubio-Torgler, 1994; Fearnside and Malheiros Guimara˜es, 1996; Szott and Palm, 1996; Kotto-Same et al., 1997) สำหรับชาวบ้านแล้ว การปล่อยพื้นที่รกร้างจะมีพืชพันธุ์ต่างๆมากมาย ชาวบ้านจะใช้ประโยชน์จากทรัพยากรเหล่านี้ โดยจะใช้เป็นซุง, ฟืน, วัสดุที่ใช้ทำบ้านเรือน เป็นแหล่งอาหาร และ สิ่งเหล่านี้คือผลพลอยได้ที่ได้จากการทำการเกษตรแบบไร่หมุนเวียน(Whittlesey, 1937; Conklin, 1957;Watters, 1960; Benneh, 1972) และการวิจัยพร้อมที่จะให้เกิดการละทิ้งที่ดินของระบบไร่หมุนเวียน หรือไร่เหล่า(Denevan et al., 1984; Padoch et al., 1985; Bale´e and Ge´ly, 1989; Irvine, 1989; Dubois, 1990; Kass et al., 1993; De Rouw, 1995)

การฟื้นตัวของดินเป็นสิ่งที่สำคัญ การอนุรักษ์และการฟื้นตัวของดิน ในปัจจุบันอายุของไร่เหล่ามีแนวโน้มที่สั้นลง การทำลายป่าและพืชพันธุ์ในพื้นที่ของไร่เหล่าอาจจะเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ที่เป็นไม้พุ่ม และทุ่งหญ้าเนื่องจากพื้นที่มีการพักตัวในระยะสั้น ซึ่งอาจจะนำไปสู่การพัฒนาการตัวของวัชพืชและแพร่พันธุ์ได้อย่างเร็วมากขึ้น เมื่อไร่เหล่ามีอายุที่สั้นจะทำให้วัชพืชพักตัวในระยะสั้น หรือวัชพืชสามารถมีการเจริญเติบโตได้เร็วขึ้น จึงทำให้เกษตรกร หรือชาวนามีความจำเป็นต้องเปลี่ยนระบบการทำฟาร์มใหม่ (Sankaran and De Datta, 1985; Fresco, 1986; Garrity et al., 1992)

ระยะเวลาของไร่เหล่าทำให้วัชพืชไม่สามารถการเจริญเติบโตเนื่องจากร่มเงาของต้นไม้ โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ระยะในการกำจัดวัชพืช หลังจากการเก็บเกี่ยวพืช วัชพืชส่วนมากจะมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในระยะแรกของการฟื้นตัวของป่าจะพบไม้พุ่ม, เถาวัลย์, ต้นไม้และวัชพืช ในหลายๆพื้นที่ในช่วงระยะแรกใช้เวลา 4-6 ปี (Ahn, 1978; Ramakrishnan and Mishra, 1981) ถึงแม้ว่าระยะเวลาอาจจะมีเวลาที่นาน 10-15 ปี (Adedeji, 1984) หรือในระยะสั้น 2-5 ปี (Staver, 1991) ส่วนในระยะที่สองของระยะเวลานี้จะถูกปกคลุมไปด้วยทรงพุ่มของต้นไม้ซึ่งทำให้ลดจำนวนเมล็ดของวัชพืชที่อยู่ในดินได้ ในระยะนี้จะใช้เวลาอย่างน้อย 10 ปี (Staver, 1991) ส่วนใหญ่ผู้แต่งหลายคนจะศึกษาในระยะแรกเท่านั้น ในช่วงระยะเวลา Forest chokes the weeds ส่วนในระยะที่สอง ระยะเวลาจะลดจำนวนของเมล็ดวัชพืช (Garwood, 1989)

เนื้อดินเป็นสมบัติของดินที่เสถียร การใช้ดินเพื่อการเกษตรโดยปกติในช่วงอายุคน ๆ หนึ่งไม่ทำให้เนื้อดินเปลี่ยนแปลงโดยตรง กล่าวคือไม่มีผลให้อนุภาคดินขนาดทรายแตกละเอียดเล็กลงเป็นทรายแป้งหรือดินเหนียว การกร่อนแบบแผ่น (Sheet erosion) ทำให้เกิดการสูญเสียอนุภาคดินขนาดทรายแป้งและดินเหนียวเป็นสัดส่วนมากกว่าอนุภาคขนาดทราย ดังนั้นการกร่อนแบบแผ่นจึงทำให้ชั้นดินบาง ๆ ที่ใกล้ผิวดินมีเนื้อดินหยาบขึ้น คือมีกลุ่มอนุภาค ขนาดทรายเป็นสัดส่วนมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับดินในที่เดียวกันที่ไม่เกิดการกร่อน Weeraratana (1981) ทดลองในประเทศศรีลังกาเปรียบเทียบผลการกำจัดวัชพืชในสวนกาแฟแบบกำจัดออกหมดทุกสัปดาห์กับการตัดเป็นครั้งคราวและคลุมดินด้วยเศษพืชที่ตัดได้ปรากฏว่าในช่วงระยะเวลา 7 เดือนของฤดูฝนเปอร์เซ็นต์ ทรายของดินที่ความลึก 0-2 ซม. ของแปลงที่กำจัดวัชพืชออกหมดเพิ่มจาก 26 เปอร์เซ็นต์ เป็น 36 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ของอีกแปลงหนึ่ง คงที่ (ทดลองบนพื้นที่ที่มีความลาดเอียง 10 เปอร์เซ็นต์) การกร่อนทำให้เนื้อดินเปลี่ยนแปลงได้โดยอ้อมอีกประการหนึ่งคือ การกร่อนที่เกิดขึ้นจนดินชั้นบน (ชั้น A) สูญเสียไปหมดและมีดินชั้นล่าง (ชั้น B) โผล่เป็นผิวดินแทน ในกรณีนี้ทำให้พื้นที่ นั้นมีเนื้อดินละเอียดขึ้น เนื่องจากดินชั้น B โดยทั่วไปมีเนื้อละเอียดกว่าดินชั้น A

วิธีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความอุดมสมบูรณ์ของดินในไร่เหล่าระยะต่างๆ

วิธีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่อาจจะถูกแบ่งออกเป็นหลายวิธีด้วยกัน เช่น การศึกษาวิธี Longitudinal และวิธี Chronosequence การศึกษาวิธี Longitudinal เป็นการศึกษาการทดลองในระยะยาวในพื้นที่เดิมที่ต้องการความแม่นยำสูง และผลที่แน่นอน อาจจะใช้ระยะเวลาในการทดลองนาน (ทศวรรษหรือศตวรรษ) ส่วนการศึกษาแบบ Chronosequence คือ การศึกษาในหลายพื้นที่ที่มีคุณสมบัติของดิน วัตถุต้นกำเนิดดิน สภาพอากาศ สิ่งมีชีวิตที่คล้ายคลึงกัน แต่จะมีความแตกต่างในเรื่องของระยะเวลา วิธี Chronosequence จึงถูกเลือกที่จะใช้ในการศึกษาเนื่องจากใช้ระเวลาในการศึกษาที่สั้น อย่างไรก็ตามการศึกษาดังกล่าวอาจจะไม่เห็นอัตราการตอบสนองในระยะต่าง ๆ ได้ชัดเจนมากนัก การฟื้นสภาพความอุดมสมบูรณ์จะเป็นไปอย่างช้า ๆ ในช่วง 3-7 ปี หลังจากมีการผางป่า แต่หลังจากนั้นก็จะมีการเปลี่ยนแปลงมากขึ้น (Kunstadter, 1978)

อายุไร่เหล่ากับความอุดมสมบูรณ์ในระบบไร่หมุนเวียน

การทำไร่เลื่อนลอยเป็นการทำการเกษตรแบบพื้นฐานในเขตที่สูง โดยในแต่ละปีในหมู่บ้านจะมีการทำการเกษตร โดยจะเลือกพื้นที่ในหน้าแล้ง ทำการตัดต้นไม้ขนาดเล็กจนถึงปานกลางแต่จะเหลือต้นไม้ใหญ่ทิ้งไว้ ปล่อยเศษซากพืชทิ้งไว้ให้แห้ง พอเศษซากต้นไม้ หรือใบเริ่มแห้งจะเริ่มเผาเศษก่อนเข้าฤดูฝน การเปิดป่าในครั้งแรกอาจจะได้ผลผลิตที่มากและมีปริมาณของวัชพืชน้อย แต่ยากในการตัดและใช้ระยะเวลานานในการทำให้เศษซากเหล่านั้นแห้ง (Nye and Greenland, 1960 ; Toky and Ramakrishnan 1981a) การเผาจะทำลายเศษซากพืชที่บริเวณหน้าดิน ผลการเผาจะมีผลต่อปริมาณธาตุอาหารในดิน โดยส่วนใหญ่ปริมาณของธาตุอาหารจะอยู่ในต้นพืชและเศษซากพืช หากเผาเศษซากพืชเหล่านี้จะได้ขี้เถ้าอยู่บริเวณผิวดินซึ่งขี้เถ้านี่เองจะเป็นแหล่งของธาตุอาหาร ธาตุอาหารเหล่านั้นจะอยู่ในภาพของ คาร์บอนเนต ฟอสเฟต และซิลิเกต แต่อย่างไรก็ตามก็มีธาตุอาหารบางตัวสูญเสียไปในอากาศ ได้แก่ ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ และคาร์บอน การเผาส่งผลทำให้ความเป็นกรดด่างของดินสูงขึ้น และปริมาณของแคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียมสูงขึ้นด้วย ซึ่งธาตุดังกล่าวจะได้จากขี้เถ้า(Nye and Greenland,1960) ในการศึกษาความเป็นกรดด่างของดิน พบว่ามีการขึ้นลงสลับกันไป ซึ่งในปีแรกของการทำการเกษตรจะมีค่าสูงที่สุด แต่จะมีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุของไร่เหล่าเพิ่มขึ้น

ค่าเฉลี่ยของผลผลิตใน 1 ฤดูกาลในระบบหมุนเวียนมีค่าสูงในพื้นที่ที่ไร่เหล่าอายุ 10 และ30 ปี เมื่อเปรียบเทียบกับไร่เหล่าอายุ 5 ปี (Toky and Ramakrishnan, 1981a)

ในการสูญเสียธาตุอาหารหลังโดยการกร่อนออกไปนอกพื้นที่ (Run-off) รวมไปถึงการกร่อนของธาตุอาหารลงสู่ดินชั้นล่างซึ่งไม่มีความแตกต่างกันในพื้นที่ในระยะไร่เหล่า แต่ตะกอนบริเวณผิวดินจะสูญเสียประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ของไร่เหล่าที่มีการพักตัวในระยะสั้น (Toky and Ramakrishnan, 1981b)

ชีวเคมีของดิน (Soil biochemical) จะเป็นตัวบ่งชี้ปริมาณของอินทรีย์คาร์บอน และไนโตรเจนบริเวณผิวดินในความลึก 7 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน และปริมาณน้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ในพื้นที่ของไร่เหล่าที่มีการพักตัวในระยะสั้น และความหนาแน่นของดินจะสูงเมื่ออายุของไร่เหล่าอายุ 5 ปี (Toky and Ramakrishnan, 1981a)

ปริมาณของของฟอสฟอรัสที่สกัดได้ และปริมาณโพแทสเซียมจะมีปริมาณน้อยกว่าในพื้นที่ของไร่เหล่าที่มีอายุสั้น เมื่อมีการเผาเกิดขึ้นในระยะไร่หมุนเวียน พบว่า ปริมาณของเบสเพิ่มมากขึ้นรวมไปถึงปริมาณของฟอสฟอรัสที่สกัดได้ก็เพิ่มสูงขึ้นด้วยหลังจากการเผา 30 วัน ผู้แต่งหลายคนได้รายงานเกี่ยวกับการเผา การเผาจะลดปริมาณของคาร์บอนในดินโดยจะลดลง 15

เปอร์เซ็นต์ในไร่เหล่าที่มีอายุ 10 และ 30 ปี แต่จะไม่มีผลในไร่เหล่าที่มีอายุสั้นๆ เนื่องจากในไร่เหล่าที่มีอายุสั้นจะมีมวลชีวภาพน้อย เศษซากพืช และฮิวมัสจะมีผลต่อไฟ เพราะก่อนที่ทำการเผาปริมาณของคาร์บอนในดินต่ำมาก (Toky and Ramakrishnan, 1981b)

แหล่งคาร์บอนบริเวณผิวดินเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อปริมาณของอินทรียวัตถุซึ่งใช้เป็นตัวกำหนดความอุดมสมบูรณ์ของดิน แม้คาร์บอนได้รับอิทธิพลของ Water holding capacity และ nutrient stock สำหรับกระบวนการของจุลินทรีย์ เป็นแหล่งธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ของพืช (Chapin et al., 2002) อย่างไรก็ตามสรุปว่า

1. อายุของไร่เหล่าต้องมีอายุอย่างน้อย 10 ปี จึงจะเพียงพอสำหรับการทำการเกษตรให้ยั่งยืน

2. ความอุดมสมบูรณ์ของดินจะลดลงเมื่อระยะของไร่เหล่าน้อยกว่า 5 ปี เพราะเกิดการสูญเสียหน้าดิน และธาตุอาหารบริเวณผิวดินโดยการถูกกร่อนออกนอกพื้นที่

3. แหล่งของคาร์บอนในดินจะลดลงเมื่อระยะเวลาของไร่เหล่าน้อยกว่า 5 ปี เนื่องจากมีการลดลงของแหล่งธาตุอาหารพืชที่เป็นประโยชน์

ปัญหาวัชพืชเป็นปัญหาที่สำคัญต่อการทำการเกษตรแบบไร่หมุนเวียน การทำไร่หมุนเวียนสามารถทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น สามารถควบคุมวัชพืชและโรคพืชได้ วัชพืชที่เพิ่มมากขึ้นเป็นปัญหาหลักที่ส่งผลทำให้ต้องย้ายพื้นที่ทำกินใหม่ (Annke, 1995)

ความหลากหลายทางชีวภาพป่าไม้

ความหลากหลายทางชีวภาพป่าไม้ หมายถึง ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตทั้งพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ในป่าไม้ ตั้งแต่ระดับยีน (Genes) ชนิดพันธุ์ (Species) สังคมสิ่งมีชีวิต (Community) และระบบนิเวศ (Ecosystem) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับสัดส่วนขององค์ประกอบที่อยู่ร่วมกัน

1. ความหลากหลายทางพันธุกรรม (Genetic diversity) เป็นความหลากหลายที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนยีน และโครโมโซม ที่เกิดจากการสืบต่อพันธุ์แบบอาศัยเพศ

2. ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Species diversity) เป็นความหลากหลายของชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตในสังคมพืชป่าไม้

3. ความหลากหลานของสังคมสิ่งมีชีวิต (Community diversity) เป็นความหลากหลายของประชากรสิ่งมีชีวิตต่างๆ

4. ความหลากหลายของระบบนิเวศป่าไม้ (Ecosystem diversity) เป็นความหลากหลายของระบบนิเวศที่เกิดจากสังคมสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมทางกายภาพที่แตกต่างกัน อาจเป็นป่าชนิดเดียวกัน หรือว่าต่างชนิดกัน

สังคมพืช (Plant community) หมายถึง กลุ่มประชากรของพืชที่ขึ้นอยู่ร่วมกันในสภาพสิ่งแวดล้อมหนึ่งและต่างก็มีปฏิกิริยาต่อกัน เกิดเป็นระบบสังคมพืชที่แตกต่างจากพื้นที่อื่น ซึ่งมีองค์ประกอบโครงสร้างและสิ่งแวดล้อมเฉพาะ สังคมพืชสามารถอธิบายได้หลายลักษณะ ได้แก่ โครงสร้าง ภาพแบบการเจริญเติบโต การกระจายตามพื้นที่ องค์ประกอบของชนิดพืช ระยะการทดแทน มวลชีวภาพ สังคมพืชมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาและเป็นไปอย่างต่อเนื่อง แต่อย่างไรก็ตามเมื่อระยะเวลาผ่านไปองค์ประกอบสังคมพืชในพื้นที่หนึ่ง ๆ อาจคงที่เป็นระยะเวลานาน (จตุรงค์, 2543)

จำแนกปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพที่สำคัญอย่างคราวๆ ได้ 4 ประการ คือ

1. ปัจจัยเกี่ยวกับเวลา (Time factor) ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในแต่ละพื้นที่มีผลมาจากการวิวัฒนาการ ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะเวลาของการพัฒนาขึ้นของสังคมสิ่งมีชีวิตควบคู่กับความสัมพันธ์ระหว่างสังคมสิ่งมีชีวิตกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่นๆ

2. ปัจจัยเกี่ยวกับความผันแปรของพื้นที่ (Spatial heterogeneity factor) ความผันแปรของพื้นที่เป็นผลมาจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น สภาพภูมิประเทศ ลักษณะทางธรณีวิทยา ลักษณะของดินสภาพภูมิอากาศ การเกิดไฟป่า เป็นต้น

3. ปัจจัยเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต (Biotic factor) กิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในสังคมมีความสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อนทั้งกับสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันกับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ และกับสิ่งแวดล้อมในหลายระดับ ทั้งในระดับชนิดพันธุ์ถึงในระดับระบบนิเวศ โดยมีความสัมพันธ์ทางด้านพฤติกรรม การหมุนเวียนของธาตุอาหาร การถ่ายทอดพลังงาน เป็นต้น ปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต เช่น ปัจจัยเกี่ยวกับการแก่งแย่ง (Competition factor) ปัจจัยเกี่ยวกับการล่าเหยื่อและการเบียดเบียน (Predation and parasitism factor) ปัจจัยความสามารถในการให้ผลผลิต (Productivity factor) เป็นต้น โดยปัจจัยต่างๆ เหล่านี้เป็นตัวควบคุมการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต นำไปสู่การคัดเลือกตามธรรมชาติ (Natural selection) เพื่อให้เกิดความเหมาะสมต่อสิ่งแวดล้อมในแต่ละพื้นที่

4. ปัจจัยเกี่ยวกับความเสถียรสิ่งแวดล้อม (Environmental stability factor) สิ่งแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างคงที่ที่มากยิ่งขึ้น ทำให้สิ่งมีชีวิตปรับตัว (Adaptation) ให้

สามารถอยู่รอดในสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้ดีขึ้น ส่งผลให้มีจำนวนของชนิดสิ่งมีชีวิตที่มากขึ้นด้วย (ณัฐลักษณ์, 2552)

ดินป่า

ดินป่าหรือดินในพื้นที่ป่าปกคลุม ในดินที่มีการพัฒนามานาน ดินที่พบจะเป็นดินลึกและสามารถแบ่งชั้นดินได้อย่างชัดเจน จะประกอบไปด้วยส่วนของชั้นที่เรียกว่า Litter layer ซึ่งจะเป็นชั้นของใบและเศษไม้บริเวณเหนือดิน ป่าไม้หรือต้นไม้มีบทบาทอย่างมากต่อการทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างชั้นดิน หรือ Horizon differences (ผการัตน์, 2535)

ป่าไม้ในประเทศไทย แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท (อุทิศ, 2541)

1. ป่าดงดิบหรือป่าไม่ผลัดใบ (Evergreen forest) ได้แก่
   - 1.1 ป่าดงดิบชื้น (Tropical rain forest)
   - 1.2 ป่าดงดิบแล้ง (Dry evergreen forest)
   - 1.3 ป่าดงดิบเขา (Hill evergreen forest)
   - 1.4 ป่าสนเขา (Coniferous forest)
   - 1.5 ป่าโกงกาง (Mangrove forest)
   - 1.6 ป่าพรุน้ำจืด (Swamp forest)
   - 1.7 ป่าชายหาด (Beach forest)
2. ป่าผลัดใบ (Deciduous forest)ได้แก่
   - 2.1 ป่าเบญจพรรณ (Mixed deciduous forest)
   - 2.2 ป่าเต็งรัง (Deciduous dipterocarp forest)
   - 2.3 ป่าทุ่ง (Savanna)
   - 2.4 ทุ่งหญ้าเขตร้อน (Tropical grassland)

ดินป่าดงดิบชื้น

สุวัฒน์ และคณะ (2540) ศึกษาป่าดงดิบชื้นในพื้นที่บริเวณเขตการทดลองของสถานีวิจัยลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา จังหวัดสงขลา ซึ่งมี 2 ชนิดภูมิอากาศแบบมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2,307 มิลลิเมตร มีจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ย 150 วัน อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 31 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 22 องศา

เซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 93 เปอร์เซ็นต์ ความเร็วลมเฉลี่ย 1.16 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ปริมาณการระเหยน้ำเฉลี่ย 1,373 มิลลิเมตรต่อปี ภูมิประเทศประกอบด้วยภูเขาสูง เนินเขา หุบเขา และที่ราบหุบเขา มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 200-800 เมตร

ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 400 เมตร สภาพพื้นที่เป็นเนินเขา (Hill) การพัฒนาการตัวของหน้าตัดดินเป็น A-Bt1-Bt2-Btc1-Btc2 วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินแกรนิต ดินมีการระบายน้ำดี การแทรกซึมน้ำของดินดี การไหลบ่าของน้ำเร็ว

ดินบนลึก 15 เซนติเมตร สีเป็นสีผสมระหว่างสีน้ำตาลกับสีเหลืองปนน้ำตาล เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีโครงสร้างดินเป็นแบบก้อนค่อนข้างเหลี่ยม (Subangular blocky)

ดินล่างลึก 15-65 เซนติเมตรขึ้นไป สีดินเป็นสีผสมของสีเหลืองมะกอก (Olive yellow) กับสีเหลืองปนน้ำตาล สีผสมระหว่างสีน้ำตาลปนเหลืองกับสีแดงปนเหลือง (Yellowish red) และสีเหลืองถึงสีผสมของสีน้ำตาลปนเหลืองกับสีน้ำตาลปนเหลืองอ่อน เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายในตอนบน ส่วนในตอนล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายปนกรวด มีโครงสร้างดินแบบก้อนค่อนข้างเหลี่ยมในชั้นบน ส่วนในชั้นล่างเป็นก้อนค่อนข้างเหลี่ยม และแบบก้อนเหลี่ยม (Angular blocky)

สมบัติทางกายภาพ ดินบริเวณที่ทำการศึกษาจัดอยู่ในกลุ่มเนื้อดิน ในดินชั้นบนเป็นดินเนื้อหยาบปานกลาง ส่วนในดินล่างอยู่ในกลุ่มเนื้อละเอียดปานกลาง ความพรุนรวมของดินมีค่าอยู่ในช่วง 44.23-51.55 เปอร์เซ็นต์ โดยความหนาแน่นรวม ความหนาแน่นอนุภาค มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก ส่วนความพรุนรวมมีแนวโน้มลดลงตามความลึก เนื่องจากดินบนมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงกว่าดินล่าง และในดินล่างมีการอัดกันแน่นขึ้น จึงทำให้ความพรุนและช่องว่างของดินลดลง สำหรับความจุอุ้มน้ำของดิน (Water holding capacity) มีค่าอยู่ในช่วง 34.39-34.77 เปอร์เซ็นต์

สมบัติทางเคมี ดินบนมีอินทรียวัตถุค่อนข้างสูง (3.09 เปอร์เซ็นต์) และมีแนวโน้มลดลงตามความลึก โดยในดินล่างมีค่าค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (1.31-2.01 เปอร์เซ็นต์) เนื่องจากได้รับเพิ่มเติมจากซากพืชที่ร่วงหล่นและเกิดกระบวนการสลายตัวผุพังของซากพืชที่ทบถมอยู่ในบริเวณนี้ทำให้เกิดกรดอินทรีย์ต่าง ๆ ประกอบกับอิทธิพลของการกร่อนทำให้สูญเสียประจุบวกที่เป็นด่างออกไปจากหน้าตัดดิน จึงทำให้ปฏิกิริยาดินมีค่าเป็นกรดจัดมาก (pH 3.85-3.98) ฟอสฟอรัสมีค่าอยู่ในช่วงต่ำถึงค่อนข้างต่ำ (4-8 มก./กก.) เนื่องจากอิทธิพลของวัตถุต้นกำเนิด และความเป็นกรดของดิน ฟอสฟอรัสจึงอยู่ในภาพที่เป็นประโยชน์ได้ยาก ส่วนโพแทสเซียมมีค่าปานกลาง (61-84 มก./กก.) และมีแนวโน้มลดลงตามความลึกสำหรับแคลเซียมและแมกนีเซียมมีค่าอยู่ในช่วง 40-

73 มก./กก. และ 53-92 มก./กก. ตามลำดับ และมีแนวโน้มลดลงตามความลึก เนื่องจากมีการหมุนเวียนกลับของธาตุอาหาร (สุวัฒน์ และคณะ, 2540)

ที่ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 500 เมตร สภาพพื้นที่เป็นเนินเขา (Hill) พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็น A-Bt-Btc-C วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นวัตถุตกค้าง และเศษหินเชิงเขา (Colluvium) ของหินแกรนิต ดินมีการระบายน้ำดี การแทรกซึมน้ำของดินดี การไหลบ่าของน้ำเร็ว

ดินบนลึก 18 เซนติเมตร สีน้ำตาลเข้ม (Dark brown) ถึงสีผสมของสีน้ำตาลมะกอกอ่อน (Light olive brown) กับสีน้ำตาลปนเหลือง เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีโครงสร้างดินเป็นแบบก้อนค่อนข้างเหลี่ยม

ดินล่างลึก 18-68 เซนติเมตร สีดินเป็นสีน้ำตาลปนเหลืองถึงสีผสมของสีน้ำตาลกับสีน้ำตาลปนเหลือง เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายในตอนบน ส่วนในตอนล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายปนกรวด โดยชิ้นส่วนหยาบที่พบเป็นเศษหินแกรนิตปริมาณมากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีโครงสร้างดินแบบก้อนค่อนข้างเหลี่ยมในตอนบน และเป็นแบบก้อนค่อนข้างเหลี่ยมและแบบก้อนเหลี่ยมในตอนล่างชั้นวัตถุต้นกำเนิดดินลึก 68 เซนติเมตรขึ้นไป มีลักษณะของหินแกรนิตที่กำลังสลายตัว ซึ่งยังคงสภาพดั้งเดิมอยู่

สมบัติทางกายภาพ เป็นดินในกลุ่มเนื้อหยาบปานกลางบริเวณดินชั้นบน ส่วนในดินชั้นล่างอยู่ในกลุ่มเนื้อละเอียดปานกลาง ความหนาแน่นรวมมีค่าอยู่ในช่วง 1.32-1.36 g/cm^3 ความหนาแน่นอนุภาคมีค่า 2.55-2.6 g/cm^3 ความพรุนรวมของดินมีค่าอยู่ในช่วง 46.67-48.84 และความจุอุ้มน้ำของดิน มีค่าอยู่ในช่วง 32.84-35.18 เปอร์เซ็นต์

สมบัติทางเคมี ดินมีค่าปฏิกิริยาเป็นกรดจัดมาก (pH 3.80-4.13) ดินบนมีอินทรียวัตถุสูง (3.81 เปอร์เซ็นต์) และมีแนวโน้มลดลงตามความลึก โดยในดินล่างมีค่าปานกลางถึงค่อนข้างสูง (1.97-2.57 เปอร์เซ็นต์) ฟอสฟอรัสมีค่าอยู่ในช่วงต่ำถึงค่อนข้างต่ำ (4-9 มก./กก.) โพแทสเซียมมีค่าปานกลาง (75-86 มก./กก.) ส่วนแคลเซียมและแมกนีเซียมมีค่าอยู่ช่วง 52-65 มก./กก. และ 70-98 มก./กก. ตามลำดับ

พิณทิพย์ และคณะ (2541) ศึกษาป่าดงดิบชื้นในพื้นที่สถานีวิจัยลุ่มน้ำขุนคอง จังหวัดเชียงใหม่ มีลักษณะอากาศแบบร้อนชื้น อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 6.84 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 25 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนตลอดปี 1,999 มิลลิเมตร จำนวนวันที่ฝนตกตลอดปี 106 วัน การระเหยน้ำตลอดปี 1,264 มิลลิเมตร ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 86.30 เปอร์เซ็นต์ ความเร็วลมเฉลี่ย 41.1 กิโลเมตรต่อวัน วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินดินดาน หินชนวน หินแกรนิต และหินไดโอไรท์ มีเนื้อดินเป็นดินร่วน ความหนาแน่นรวมของดินมีค่าต่ำทั้งในดินบนและดินล่าง โดยในดินบนมีค่า 0.86 g/cm^3 ส่วนในดินล่างมีค่า 0.96 g/cm^3 ความหนาแน่นอนุภาคอยู่ในช่วง 2.50-2.54 g/cm^3

ความพรุนรวมอยู่ในช่วง 62.01-65.56 เปอร์เซ็นต์ และความจุอุ้มน้ำของดินอยู่ในช่วง 49.26-51.68 เปอร์เซ็นต์

สมบัติทางเคมีของดิน ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด (pH 4.55-4.73) ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก (3.81-6.04 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสในดินอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูง (7-17 มก./กก.) สำหรับโพแทสเซียมมีค่าอยู่ในระดับสูงมาก (201-270 มก./กก.) ส่วนแคลเซียมอยู่ในระดับที่ต่ำ (543-630 มก./กก.) และแมกนีเซียมมีค่าอยู่ในระดับปานกลาง (218-304 มก./กก.) (**พิณทิพย์** และคณะ, 2541)

ดินป่าดงดิบแล้ง

บริเวณลุ่มน้ำทดลองของสถานีวิจัยลุ่มน้ำห้วยหินดาด จังหวัดระยอง ซึ่งมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น มีปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย 1,615 มิลลิเมตร อุณหภูมิสูงสุด 36.6 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุด 19.4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 84 เปอร์เซ็นต์ การระเหยน้ำประมาณ 1,076.5 มิลลิเมตร พื้นที่เป็นภูเขาสูงชัน มีวัตถุต้นกำเนิดดินหลายชนิดด้วยกัน อาทิเช่น แกรนิต ควอร์ตไซต์ ไนส์ และชีสท์ ส่วนใหญ่อยู่ภายใต้การปกคลุมของป่าดิบแล้งที่ผ่านการตัดไม้และถูกทำลายโดยไฟป่า ในอดีตที่ผ่านมา โครงสร้างของป่าประกอบไปด้วยไม้ 3 ชั้นเรือนยอด โดยมีชนิดของพันธุ์ไม้เด่น ได้แก่ ไทร (*Ficus annulata*) ขะเหย้า (*Xerospermum intermedium*) และขนุนป่า (*Arthocarpus lauceifolius*) จากการอยู่ใกล้ทะเล มีผลทำให้ปริมาณโซเดียมในน้ำฝนสูง ประกอบกับระบบรากที่ลึกและหนาแน่นบนดินที่เต็มไปด้วยหินกระบวนการกร่อนธาตุอาหารเกิดขึ้นค่อนข้างรุนแรงในสภาพป่าธรรมชาติ ทำให้อินทรียวัตถุและธาตุอาหารต่าง ๆ ตลอดจนค่าความเป็นกรด-ด่าง และความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินมีค่าต่ำ เมื่อเทียบกับป่าชนิดเดียวกันในท้องที่อื่น กล่าวคือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของผิวดิน หรือ ดินที่มีความลึก 0-30 ซม จากผิวดิน มีค่าเป็น 4.9 ในขณะที่ปริมาณอินทรียวัตถุมีเพียง 2.96 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม มีค่าเท่ากับ 8, 82, 204 และ 81 มก./กก. ตามลำดับ ส่วนค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกจะมีค่าต่ำเช่นกัน คือ 2.4 meq/100 g

ส่วนดินป่าดิบแล้งในบริเวณลุ่มน้ำทดลองของสถานีวิจัยลุ่มน้ำป่าสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย 1,344 มิลลิเมตร อุณหภูมิสูงสุด 30.53 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุด 19.59 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 89.33 เปอร์เซ็นต์ ประมาณการระเหยน้ำ 1,594.41 มิลลิเมตร มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินตะกอนภูเขาไฟ (Pyroclastic rock) พบว่าเนื้อดินบนเป็นดินร่วนจัดอยู่ใน

กลุ่มเนื้อปานกลาง ส่วนในดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวจัดอยู่ในกลุ่มดินเนื้อละเอียดปานกลาง ความหนาแน่นรวมของดินบนมีค่า 0.90 g/cm^3 ส่วนในดินล่างมีค่า 1.22-1.33 g/cm^3 ความหนาแน่นอนุภาคมีค่าอยู่ในช่วง 2.59-2.69 g/cm^3 ความพรุนของดินมีค่าอยู่ในช่วง 50.74-65.17 เปอร์เซ็นต์ และมีแนวโน้มลดลงตามความลึก สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินมีค่าอยู่ในช่วงเร็วปานกลางถึงเร็ว โดยในดินบนมีค่า 16.76 cm/hr และในดินล่างมีค่า 10.00 cm/hr และอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินมีค่าอัตราการซึมน้ำสูงสุด 313.27 เซนติเมตรต่อชั่วโมง และอัตราการซึมน้ำคงที่ 22.08 เซนติเมตร (สมชาย และคณะ, 2542)

สมบัติทางเคมี ปฏิกิริยาดินมีค่าอยู่ในช่วงเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง (pH 6.3-6.8) ปริมาณอินทรียวัตถุในดินบนมีค่าสูงมาก (7.2 เปอร์เซ็นต์) ส่วนในดินล่างอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง (1.0-2.3 เปอร์เซ็นต์) แนวโน้มของปริมาณอินทรียวัตถุจะมีลักษณะลดลงตามความลึก ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าอยู่ในระดับต่ำถึงสูง (4-40 มก./กก.) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์มีค่าผันแปรตั้งแต่ต่ำถึงสูงมาก (35.0-179.0 มก./กก.) ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าปานกลางถึงสูง (8.22-13.89 meq/100g soil) ส่วนปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 3.07-4.05 meq/100g soil สำหรับปริมาณความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินบนมีค่าอยู่ในระดับค่อนข้างสูง (16.3 meq /100g soil) (สมชาย และชลาดา, 2542)

ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพาน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร ซึ่งมีภูมิอากาศแบบ Tropical savanna ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,490 มิลลิเมตร จำนวนวันที่ฝนตก 120 วัน อุณหภูมิสูงสุด 28.59 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุด 20.79 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 70.61 เปอร์เซ็นต์ วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินทราย หินดินดาน และหินปูน มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายในดินบน และดินร่วนเหนียวปนทรายถึงดินร่วนเหนียวในดินล่าง ความหนาแน่นรวมของดินมีค่าค่อนข้างต่ำในดินบน (1.27 g/cm^3) และดินล่างมีค่าปานกลาง (1.42-1.46 g/cm^3) ความจุอุ้มน้ำของดินอยู่ในช่วง 30.60-36.15 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของสมบัติทางเคมีของดิน ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดแก่ (pH 4.5-5.4) ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลางในดินบน (2.0 เปอร์เซ็นต์) ส่วนในดินล่างมีค่าต่ำถึงต่ำมาก (0.45-0.53 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสในดินจัดอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก (1-3 มก./กก.) สำหรับโพแทสเซียมมีค่าอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ (53-90 มก./กก.) ส่วนแคลเซียมจัดอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก (101-540 มก./กก.) และแมกนีเซียมมีค่าต่ำ (72-91 มก./กก.) (กิตติพงษ์ และคณะ, 2531)

ดินป่าดงดิบเขา

ในบริเวณลุ่มน้ำทดลองของสถานีวิจัยลุ่มน้ำวัง จังหวัดเชียงราย ซึ่งมีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 630-1,244 เมตร มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,562 มิลลิเมตร มีจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ย 118 วัน อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 27.1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 17.5 องศาเซลเซียส มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 73.30 เปอร์เซ็นต์ ความเร็วลมเฉลี่ย 1.98 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ค่าการระเหยน้ำเฉลี่ย 1,106 มิลลิเมตรต่อปี

ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 1,200 เมตร สภาพพื้นที่เป็นเนินเขา วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินแกรนิต พัฒนาการหน้าตัดของดินเป็น Ah-Bw-Cwbw-R

ดินบนลึก 7 เซนติเมตร สีดำ (Black) เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายแป้ง มีโครงสร้างดินเป็นแบบก้อนค่อนข้างเหลี่ยม

ดินล่างลึก 7-107 เซนติเมตร สีดินเป็นสีน้ำตาลปนเหลือง (Yellowish brown) เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายในตอนบน ส่วนในตอนล่างเป็นดินร่วนเหนียว มีโครงสร้างดินแบบก้อนค่อนข้างเหลี่ยม

ชั้นวัตถุต้นกำเนิดดินลึก 107-135 เซนติเมตรขึ้นไป มีลักษณะของหินแกรนิตที่กำลังสลายตัว ซึ่งยังคงสภาพดั้งเดิมอยู่สมบัติทางกายภาพ เป็นดินในกลุ่มเนื้อดินปานกลางถึงเนื้อละเอียดปานกลาง ความหนาแน่นรวมมีค่าอยู่ในช่วง 0.82-1.15 g/cm^3 ความหนาแน่นอนุภาคมีค่า 2.31-2.51 g/cm^3 ความพรุนรวมของดินมีค่าอยู่ในช่วง 54.00-65.93 เปอร์เซ็นต์ และความจุอุ้มน้ำของดิน มีค่าอยู่ในช่วง 30-48 เปอร์เซ็นต์

สมบัติทางเคมี ดินมีค่าปฏิกิริยาเป็นกรดจัดมาก (pH 4.91) ดินบนมีอินทรียวัตถุสูงมาก (5.16 เปอร์เซ็นต์) และในดินล่างมีค่าปานกลาง (2.42 เปอร์เซ็นต์) ฟอสฟอรัสมีค่าอยู่ในช่วงต่ำมากถึงปานกลาง (1-12 มก./กก.) โพแทสเซียมมีค่าผันแปรจากต่ำถึงสูง (26-19 มก./กก.) สำหรับแคลเซียมและแมกนีเซียมมีแนวโน้มลดลงตามความลึก โดยแคลเซียมมีค่าอยู่ในช่วง 31-1,931 มก./กก. และแมกนีเซียมมีค่าอยู่ช่วง 2-226 มก./กก. (เพชร, 2542)

สถานีวิจัยลุ่มน้ำขุนคอง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีลักษณะอากาศแบบร้อนชื้น อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 6.84 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 25 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนตลอดปี 1,999 มิลลิเมตร จำนวนวันที่ฝนตกตลอดปี 106 วัน การระเหยน้ำตลอดปี 1,264 มิลลิเมตร ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 86.30 เปอร์เซ็นต์ วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินดินดาน หินชนวน หินแกรนิต และหินไดโอไรท์ มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ความหนาแน่นรวมของดินมีค่าต่ำทั้งในดินบนและดินล่าง โดยในดินบนมีค่า 0.79 g/cm^3 ส่วนในดินล่างมีค่า 0.88 g/cm^3 ความหนาแน่นอนุภาค

อยู่ในช่วง 2.4–2.49 g/cm^3 ความพรุนรวมอยู่ในช่วง 64.58-68.17 เปอร์เซ็นต์ และความจุอุ้มน้ำของดินอยู่ในช่วง 53.29-59.47 เปอร์เซ็นต์

สมบัติทางเคมีของดิน ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก (pH 4.24–4.40) ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับสูงมาก (5.72-7.56 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสในดินจัดอยู่ในระดับค่อนข้างปานกลางถึงต่ำ (8 -11 มก./กก.) สำหรับโพแทสเซียมมีค่าอยู่ในระดับสูงมาก (168-209 มก./กก.) ส่วนแคลเซียมจัดอยู่ในระดับต่ำมาก (200-246 มก./กก.) และแมกนีเซียมมีค่าอยู่ในช่วงปานกลางถึงต่ำ (113-160 มก./กก.) (พิณทิพย์ และคณะ, 2541)

ดินป่าพรุ

ในสภาพแวดล้อมของพรุต่างๆ โดยเฉพาะในเขตจังหวัดนราธิวาส พบว่า เป็นชุดดินนราธิวาสและชุดดินกาบแดงเกิดในบริเวณที่ต่อเนื่องกัน โดยในบริเวณที่ไม่ถูกรบกวนชั้นดินอินทรีย์จะมีความหนาประมาณ 1-3 เมตร ส่วนในบริเวณพรุที่มีการระบายน้ำออกแล้วความหนาของชั้นที่ประกอบด้วยอินทรียสารจะบางลง มีความหนาประมาณ 0.50-1.5 เมตร โดยพบทั้งชั้นที่อินทรียสารมีการสลายตัวเพียงเล็กน้อย และที่มีการสลายตัวปานกลาง มีสีเทาเข้ม (Dark gray) หรือสีน้ำตาลปนแดงเข้ม (Dark reddish brown) มีชิ้นส่วนขนาดใหญ่ของกิ่งไม้ ท่อนไม้ และรากไม้ขนาดใหญ่อยู่เป็นปริมาณมากในหน้าตัดดิน วัสดุอินทรีย์เหล่านี้มีความหนาแน่นรวม 0.10-0.32 g/cm^3 และมี Hydraulic conductivity 0.001-0.320 m/s ดินในป่าพรุ จังหวัดนราธิวาส มีสมบัติทางเคมีคล้ายคลึงกัน คือมีพีทเป็นลักษณะเด่น มีอินทรีย์คาร์บอนในปริมาณสูง (มากกว่า 24 เปอร์เซ็นต์) แต่มีไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์น้อยกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นกรดจัด (pH 4.4) มีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูง (มากกว่า 66 meq/100 g soil) โดยประจุบวกส่วนใหญ่ที่ดูดซับ โดยคอลลอยด์เป็นไฮโดรเจน ซึ่งมาจากกลุ่มอนุมูลคาร์บอกซิล (RCOOH) สำหรับปริมาณกำมะถัน พบว่า ในชั้นวัสดุอินทรีย์และชั้นช่วงล่าง (Substratum) ที่เป็นทรายมีปริมาณกำมะถันต่ำ แต่ในส่วนที่เป็นตะกอนดินเหนียวและเป็นโคลนเหลวยังไม่ได้มีการเกาะตัวมีปริมาณกำมะถันสูงมาก โดยสารประกอบของกำมะถันที่พบเป็นแร่ไพไรท์ (Pyrite) และส่วนใหญ่ไม่ละลายในกรด ซึ่งชี้บ่งว่าตะกอนเหล่านี้เกิดจากตะกอนภาคพื้นสมุทร (Marine sediment) และเกิดไพไรท์ (Pyritization) ขึ้นภายใต้สภาพแวดล้อมที่เป็นน้ำกร่อย

ลักษณะเด่นของชุดดินนราธิวาส (Typic Tropofibrists; Dystic, isohyperthermic) เป็นดินที่เกิดจากอินทรียวัตถุที่สะสมกันจากการสลายตัวผุพังของซากพืชต่าง ๆ ในบริเวณพื้นที่ลุ่มต่ำที่มีการแช่ขังของน้ำเป็นเวลานาน พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็น Oi-Cg ชั้นดินตอนบนเป็น

อินทรียวัตถุที่มีความหนามากกว่า 1.30 เมตร และในชั้นดินอินทรีย์ตอนล่างเป็นวัสดุไฟบริกเป็นส่วนใหญ่ โดยมีสารเส้นใยมากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ มีเศษกิ่งไม้และต้นไม้ขนาดต่างๆ กระจายอยู่ทั่วไป ส่วนในชั้นดินล่างถัดจากชั้นอินทรียวัตถุเป็นเลนจากตะกอนภาคพื้นสมุทร สีเทาปนน้ำเงิน มีไพไรท์มากกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ มีกำมะถันรวมมากกว่า 0.75 เปอร์เซ็นต์ เมื่อถูกระบายน้ำออกไปปฏิกิริยาเป็นกรดจัด (pH < 4.0) และเป็นดินที่มีการระบายน้ำเลว

สมบัติทางเคมี ในชั้นดินตอนบนที่เป็นชั้นอินทรีย์มีปฏิกิริยาเป็นกรดจัดมาก (pH 3.5-4.2) มีอินทรียวัตถุมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากกว่า 30 มก./กก. โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์มากกว่า 100 มก./กก. ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกมากกว่า 100 meq/100 g soil แต่มีความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างต่ำกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ สำหรับชั้นดินแร่ธาตุที่อยู่ถัดลงไปมีปฏิกิริยาเป็นกรดจัดมาก (pH 2.7-4.5) มีอินทรียวัตถุ 5-20 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์น้อยกว่า 30 มก./กก. โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์น้อยกว่า 30 มก./กก. มีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก 20-40 meq/100 g soil) และค่าความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างน้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ สำหรับชุดดินกาบแดง (Terric Tropohemists; Loamy, mixed, dysic, isohyperthermic) มีลักษณะการเกิดคล้ายคลึงกับชุดดินนราธิวาส คือ เกิดในแอ่งต่ำ และเป็นตะกอนอินทรีย์ที่เกิดจากการสะสมของซากพืชต่างๆ แต่มีพัฒนาการที่สูงกว่า ชั้นดินบนเป็นชั้นวัสดุอินทรีย์มีความหนา 0.40-1.30 เมตร โดยที่ในชั้นดินอินทรีย์ตอนล่างประกอบด้วยวัสดุฮิวมิกเป็นส่วนใหญ่ และมีชั้นเลนสีเทาปนน้ำเงิน ซึ่งมีไพไรท์อยู่มากในระดับความลึก 0.5-1.0 เมตร ในด้านสมบัติทางเคมี ดินเป็นกรดจัดมาก และมีสมบัติทางเคมีในชั้นดินอินทรีย์ไม่แตกต่างไปจากชุดดินนราธิวาสมากนัก แต่จะมีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก และค่าร้อยละของความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างสูงกว่าในชุดดินนราธิวาส (เอิบ, 2533)

ดินป่าเบญจพรรณ

บริเวณลุ่มน้ำทดลองของสถานีวิจัยลุ่มน้ำแม่กลอง จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,884 มิลลิเมตร จำนวนวันที่ฝนตก 140 วัน อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 44.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 26.92 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 76.06 เปอร์เซ็นต์ การระเหยน้ำเฉลี่ย 1,574 มิลลิเมตร ความเร็วลมเฉลี่ย 4.52 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ทำการศึกษาบริเวณตอนบนของส่วนกลางความลาดชัน (Upper middle slope) สภาพพื้นที่เป็นที่สูงชัน (Steep) พบว่า พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็น A-Bt1-Bt2-Bt3-Bt4-Bt5-Bt6 วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นเศษหินเชิงเขา วางตัวอยู่บนวัตถุดกค้าง

ของหินไนส์ (Gneiss) ดินมีการระบายน้ำดี การแทรกซึมน้ำของดินและการไหลบ่าของน้ำเร็ว และมีระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 140 เซนติเมตร

ดินบนลึก 20 เซนติเมตร สีน้ำตาลเข้มมาก (Very dark brown) เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย มีโครงสร้างดินเป็นเม็ด (Granular) และก้อนค่อนข้างเหลี่ยม ปฏิกิริยาดินภาคสนามเป็นกลาง (pH 7.0)

ดินล่างลึก 20-140 เซนติเมตรขึ้นไป สีน้ำตาลปนเทาเข้มมาก (Very dark grayish brown) ที่ระดับความลึก 20-30 เซนติเมตร สีน้ำตาลเข้ม (Dark brown) ในระดับความลึก 30-70 เซนติเมตร และสีน้ำตาลปนแดงในระดับความลึก 70-96 เซนติเมตร ส่วนในตอนล่างที่ความลึก 96-140 เซนติเมตรขึ้นไปเป็นสีแดงปนเหลือง (Yellowish red) เนื้อดินตอนบนเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย และเป็นดินเหนียวปนทรายในตอนล่าง โครงสร้างดินเป็นแบบก้อนค่อนข้างเหลี่ยม และในตอนล่างที่ความลึก 96-140 เซนติเมตรขึ้นไป บางส่วนยังคงลักษณะโครงสร้างของหินดั้งเดิมอยู่ พบลักษณะการเคลือบของดินเหนียวเป็นชั้นบางๆ ตามผนังช่องว่างและผิวหน้าเม็ดดินในตอนบนและเคลือบเป็นชั้นหนาปานกลางในตอนล่าง ปฏิกิริยาดินในภาคสนามเป็นกลาง (pH 7.0) ในตอนบนและเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.5) ที่ระดับความลึก 30-96 เซนติเมตร ส่วนในความลึก 96-120 เป็นกรดแก่ (pH 5.5) และตอนล่างเป็นกรดปานกลาง (pH 6.0)

สมบัติทางกายภาพของดิน เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย จัดอยู่ในกลุ่มดินเนื้อละเอียดปานกลางในตอนบนและตอนล่างมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวถึงดินเหนียวซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มดินเนื้อละเอียด ความหนาแน่นรวมมีค่า 1.28-1.49 g/cm^3 มีแนวโน้มลดลงตามความลึก ส่วนความหนาแน่นอนุภาคมีค่าอยู่ในช่วง 2.31-2.64 g/cm^3 ไม่แสดงแนวโน้มที่ชัดเจนในแต่ละระดับความลึก ความพรุนรวมมีค่าอยู่ในช่วง 37.34-49.71 เปอร์เซ็นต์ และมีความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินบน 6.90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในชั้นดินล่างมีค่า 4.33-9.71 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินขณะดินอิ่มตัวด้วยน้ำนั้น ในดินบนมีค่าสูง (2.23×10^{-5} m/s) ส่วนในดินล่างมีค่าค่อนข้างต่ำถึงสูง (3.40×10^{-7} -1.08×10^{-5} m/s) (บุญมาและคณะ, 2541)

สถานีวิจัยลุ่มน้ำน่าน จังหวัดน่าน ซึ่งเป็นพื้นที่ป่าเบญจพรรณกระจายอยู่บริเวณเชิงเขา วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นวัตถุตกค้างและเศษหินเชิงเขาของหินทราย หินดินดาน ฟิลไลต์ และหินชนวน เป็นดินที่มีพัฒนาการสูง ความลึกประมาณ 50-100 เซนติเมตร

ชั้นดินบนลึก 10 เซนติเมตร สีน้ำตาลปนเหลือง เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว โครงสร้างดินเป็นแบบก้อนกลมและแบบก้อนเหลี่ยม

ชั้นดินล่างลึก 10-100 เซนติเมตรขึ้นไป สีน้ำตาลปนเหลือง เนื้อดินเป็นดินเหนียว โครงสร้างดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดแก่ (pH 4.9-5.4) ดินบนมีปริมาณ

อินทรียวัตถุค่อนข้างสูง (3.21 เปอร์เซ็นต์) ส่วนในดินล่างมีค่าอยู่ในระดับปานกลาง (2.42 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสในดินบนมีค่าค่อนข้างต่ำ (6.1 มก./กก.) และมีค่าต่ำมากในดินล่าง (2 มก./กก.) ปริมาณโพแทสเซียมในดินบนมีค่าอยู่ในระดับสูงมาก (131.6 มก./กก.) ส่วนในดินล่างมีค่าปานกลาง (66 มก./กก.) ปริมาณแคลเซียมมีค่า 1,070 มก./กก. ในดินบน และ 307 มก./กก. ในดินล่าง ส่วนปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าอยู่ในช่วง 113-237 มก./กก. (วารินทร์ และคณะ, 2526ก) สำหรับความคงทนของเม็ดดิน มีค่า Dispersion ratio เท่ากับ 24.33 ซึ่งจัดเป็น Erosive soils (วารินทร์ และคณะ, 2526ข)

สถานีวิจัยลุ่มน้ำลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา มีความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 400-1,100 เมตร มีความลาดชันประมาณ 45-60 องศา ปริมาณน้ำฝนรายปีประมาณ 1,656 มิลลิเมตร อุณหภูมิสูงสุด 37.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุด 15.2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 88.8 เปอร์เซ็นต์ การระเหยสูงสุด 211 มิลลิเมตร ความเร็วลมเฉลี่ย 0.49 กิโลเมตรต่อชั่วโมง วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินแกรนิต แอนดีไซต์ และหินทราย เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว จัดอยู่ในกลุ่มดินเนื้อละเอียดปานกลาง ความหนาแน่นอนุภาคอยู่ในช่วง 2.48-2.53 g/cm^3 ค่าความจุอุ้มน้ำของดินมีค่า 49.55-54.03 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรียวัตถุมีค่าอยู่ในระดับค่อนข้างสูงถึงสูง (3.29-3.64 เปอร์เซ็นต์) ในส่วนของความคงทนของดิน มีค่า Dispersion ratio อยู่ในช่วง 0.73-3.18 จัดเป็น Nonerosive soils (ชลาทร และคณะ, 2528)

ดินป่าเต็งรัง

บริเวณลุ่มน้ำทดลอง ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพาน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร ซึ่งมีภูมิอากาศแบบ Tropical savanna ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,490 มิลลิเมตร จำนวนวันที่ฝนตก 120 วัน อุณหภูมิสูงสุด 28.59 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุด 20.79 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 70.61 เปอร์เซ็นต์ วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินทราย หินดินดานและหินปูน มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายในดินบน และดินร่วนเหนียวในดินล่าง ความหนาแน่นรวมของดินมีค่าค่อนข้างต่ำทั้งในดินบนและดินล่าง โดยในดินบนมีค่า 1.37 g/cm^3 และดินล่างมีค่าอยู่ในช่วง 1.44-1.49 g/cm^3 และความจุอุ้มน้ำของดินอยู่ในช่วง 34.37-36.43 เปอร์เซ็นต์

สมบัติทางเคมีของดิน ปฏิกิริยาดินเป็นกรดแก่ถึงกรดปานกลาง (pH 5.4-5.8) ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลางในดินบน (1.69 เปอร์เซ็นต์) ส่วนในดินล่างมีค่าอยู่ในระดับต่ำ (0.50-0.73 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสในดินอยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ (2 -3 มก./กก.) สำหรับโพแทสเซียมมีค่าอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง (55-82 มก./กก.) ส่วนแคลเซียมจัดอยู่ในระดับ

ต่ำถึงปานกลาง (695-1,022 มก./กก.) สำหรับแมกนีเซียมมีค่าอยู่ในระดับต่ำ (80-105 มก./กก.) (กิตติ พงษ์ และคณะ, 2531)

ผลของการถางและเผาต่อคุณสมบัติของดิน

การเตรียมพื้นที่ทำไร่ ใช้วิธีง่ายๆ โดยการถางพืชพรรณปกคลุมออก จากนั้นปล่อยทิ้งให้แห้งแล้วจึงเผา การทำเช่นนี้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน สมบัติของดินในพื้นที่ป่าไม้เขตร้อนดินจะมีสภาพเป็นกรดสูง ซึ่งส่งผลทำให้ธาตุอาหารจำเป็นในดินบางชนิดไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช อินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำ แต่การเผาซากพืชส่งผลกระทบให้เกิดทั้งข้อดีและข้อเสียต่อดิน ข้อเสียได้แก่ การลดลงของปริมาณอินทรียวัตถุและธาตุอาหารไนโตรเจน (อานันท์, 2547) เนื่องจากจะสูญหายเมื่อมีการเผา ข้อดีของการเผาเช่น ค่าความหนาแน่นรวมมีค่าลดน้อยลง ซึ่งอาจเนื่องมาจากช่องว่างในดินที่เพิ่มมากขึ้นจากการที่อินทรียวัตถุในดินถูกเผาผลาญ ทำให้ดินร่วนซุยขึ้นสามารถเก็บน้ำและอากาศไว้ได้มากขึ้น ธาตุอาหารฟอสฟอรัสถูกปลดปล่อยจากซากพืชเพิ่มขึ้นอย่างชัด นอกจากนี้ธาตุอาหารพืชในภาพประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ เช่น โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม จะถูกปลดปล่อยออกมา และส่งผลต่อคุณสมบัติของดินทำให้ค่าความเป็นกรดค่างในดินมีค่าเพิ่มขึ้น

ความหนาแน่นของดิน

ความหนาแน่นของดิน หมายถึงสัดส่วนระหว่างมวลของสารกับปริมาตรของดิน สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังต่อไปนี้คือ ความหนาแน่นอนุภาคดิน (Partical density, Ds) และความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density, Db)

ความหนาแน่นของดินเป็นตัวบ่งชี้อย่างหนึ่งของระดับการอัดตัวของอนุภาคของดิน ดินที่มีค่า Db เท่ากับ 2 g/cm^3 เป็นดินที่มีการอัดตัวแน่นทำให้รากของพืชไม่สามารถชอนไชได้ง่ายพืชจึงเจริญเติบโตได้ไม่สมบูรณ์ ส่วนดินหยาบมีค่า Db เท่ากับ 1.20 – 1.80 g/cm^3 ส่วนดินละเอียด มีค่า Db เท่ากับ 1.00 – 1.60 g/cm^3 (บุญแสน, 2548)

ดินที่มีอินทรียวัตถุมากจะมีความหนาแน่นรวมต่ำเนื่องจากอินทรียวัตถุช่วยให้ดินเกาะยึดกันเป็นเม็ดดินทำให้ดินโปร่งและร่วนซุย ดังนั้นค่าความหนาแน่นรวมของดินจึงสามารถใช้ในการคาดคะเนความโปร่งและแน่นทึบของดินซึ่งเกี่ยวข้องกับการถ่ายเทอากาศ และการระบายน้ำในดินและมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของพืช เช่น ดินที่ใช้เพาะปลูกพืชติดต่อกันเป็น

เวลานานโดยไม่มีการบำรุงดินมักจะมีความหนาแน่นรวมสูงเนื่องจากดินมีปริมาณอินทรียวัตถุน้อยลง ดินจะมีลักษณะแน่นทึบ มีการระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศไม่ดีจึงไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชทั่ว ๆ ไป

อินทรียวัตถุ

อินทรียวัตถุ หรือ Organic matter ในดินเป็นองค์ประกอบสำคัญของดินที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อสมบัติต่างๆ ของดิน ไม่ว่าในเรื่องของเคมี ฟิสิกส์ และชีวภาพ และยังส่งผลต่อเนื่องไปถึงระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน อินทรียวัตถุมีบทบาทต่อดินอย่างมากไม่ว่าจะเป็นตัวช่วยในการดูดซับน้ำ โดยสามารถดูดซับน้ำไว้ได้ในปริมาณมาก คือประมาณ 6-20 เท่าของน้ำหนักอินทรียวัตถุเป็นสารเชื่อมอนุภาคดิน หากดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุมากก็จะมีความสามารถในการดูดซับแคตไอออน (Cation) และแอนไอออน (Anion) ได้มากด้วย อินทรียวัตถุยังเป็นต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างของดิน หรือ Buffering capacity อินทรียวัตถุยังเป็นแหล่งอาหารของธาตุอาหารพืช และจุลินทรีย์ดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) แหล่งที่มาของอินทรียวัตถุในดินป่าไม้แทบทั้งหมดได้มาจากใบไม้ที่ร่วงหล่นลงมาทับถมบริเวณผิวดิน การคลุกเคล้ากับดินเกิดขึ้นน้อย จึงส่งผลทำให้อินทรียวัตถุส่วนมากจะอยู่บริเวณผิวดินเท่านั้น (ผการัตน์, 2535)

กระบวนการเผาของการทำไร่เหล่าจะไม่ทำลายอินทรียวัตถุ เมื่อมีการทำไร่ หรือการทำการเกษตร จะเห็นได้ว่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน (Soil organic carbon) จะลดลงในดินชั้นบนช่วง 2-3 เซนติเมตรแรก เนื่องจากมีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในดิน และการถูกรบกวนโดยการไถพรวน (Sanchez, 1976) ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนบริเวณดินชั้นบนจะเพิ่มขึ้นจาก 0.94 เป็น 1.25 เปอร์เซ็นต์หลังจากเมื่อมีการเผา และหลังจากนั้นจะค่อยๆลดลงจนเท่าเดิม หรือ 0.94 เปอร์เซ็นต์หลังจาก 2 ปีเมื่อมีการแผ้วถางป่า (Ney and Green, 1964)

ความเป็นกรดด่าง

หลังจากทำการเผา ความเป็นกรดด่างของดินจะเพิ่มขึ้นและจะลดลงจนถึงจุดสมดุลในระยะเวลาต่อมา เพราะเกิดจากธาตุที่เป็นเบสจะถูกกร่อนลงไปในดินชั้นล่าง ระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจะแปรผันไปตามคุณสมบัติของดินและปริมาณของขี้เถ้าที่อยู่บริเวณผิวดิน ดิน Alfisol ในประเทศกานา พบว่าการเผาทำส่งผลให้ความเป็นกรดด่างของดินเพิ่มขึ้นจาก 5.2 เปลี่ยนเป็น

แปลงจนถึง 8.1 ในบริเวณผิวหน้าดิน 5 เซนติเมตร และจะค่อยลงจาก 8.1 เป็น 7.0 ใช้ระยะในการเปลี่ยนแปลง 2 ปี (Nye and Greenland, 1964) ความเป็นกรดด่างในชั้น 5-15 และ 15-30 เซนติเมตร จะเพิ่มขึ้นจาก 4.9 เปลี่ยนไปเป็น 6.2 หลังจากที่มีการเผาและค่าความเป็นกรดด่างจะลดลงเหลือ 5.0 ในระยะเวลา 2 ปี ดินที่มีค่าความเป็นกรดด่างมากอันเนื่องมาจากการเผาเป็นสาเหตุทำให้เกิดการขาดธาตุเหล็กในข้าวไร่ในดิน Alfisol ทาง West African

ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารหลักที่พืชต้องการในปริมาณมาก ฟอสฟอรัสที่พบในพืชเกือบทั้งหมดได้มาจากดิน ในฤดูเพาะปลูกพืชไร่หนึ่งฤดูปลูกมีการสูญเสียฟอสฟอรัสไปจากดินประมาณ 0.8-5 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อไร่ ดินที่มีเนื้อละเอียดมักจะมีฟอสฟอรัสมากกว่าดินเนื้อหยาบ ดินที่ถูกใช้มานานหรือถูกกร่อนจะเหลือฟอสฟอรัสน้อยกว่าดินที่เปิดป่าใหม่ ในปัจจุบันยังไม่ทราบแน่ชัดว่าพืชดูดฟอสฟอรัสในภาพแบบใด แต่โดยทั่วไปแล้วพืชจะดูดกินฟอสฟอรัสในภาพของไอออนฟอสเฟต ซึ่งส่วนใหญ่ควรจะเป็น Monobasic orthophosphate ($H_2PO_4^-$) และ Dibasic orthophosphate (HPO_4^{-2}) ส่วน Tribasic orthophosphate (PO_4^{-3}) พืชอาจจะดูดกินได้ แต่ไม่มีโอกาสเพราะมักมีอยู่น้อยมากในสารละลาย

ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินจะเพิ่มขึ้นเมื่อหลังจากมีการแผ้วถางและการเผาในพื้นที่ เนื่องจากปริมาณของฟอสฟอรัสจะได้มาจากขี้เถ้า (Ash) โดยจะเพิ่มจาก 7 ไปเป็น 25 kg/ha (Nye and Green, 1960) เมื่อมีการเผาเกิดขึ้น การสกัดฟอสฟอรัสในดินชั้นบน 5 เซนติเมตรแรกของ Guatumalam ซึ่งเป็นดิน Inceptisol จะเพิ่มขึ้น 4 เท่าในช่วง 6 เดือนแรก หลังจากนั้น 1 ปี ค่าของฟอสฟอรัสจะมีค่ามากกว่าค่าเริ่มต้น 2 เท่า ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงในความลึกลงไปหลัง 5 เซนติเมตร การลดลงของความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในระยะเวลาที่มีการทำการเกษตรยังหาข้อสรุปไม่ได้ อาจจะเกิดจากการตรึง (Fixation) หรือ ติดออกไปกับพืช (Crop removal) การลดลงของความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส อาจจะเป็นหนึ่งเหตุผลหลักที่ต้องการปล่อยพื้นที่ทิ้งไว้เพื่อให้ป่าได้พักตัว

เบสที่สามารถแลกเปลี่ยนได้

ประจุบวกพื้นฐาน (Basic cation) ในขี้เถ้าเป็นตัวการทำให้มีการเพิ่มของการแลกเปลี่ยนโพแทสเซียม (K), แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) หลังจากที่มีการเผา และ

สามารถลดลงในช่วงระยะเวลาที่มีการเพาะปลูก มีการสูญเสียโดยการถูกละลายลงไปสู่ดินชั้นล่าง (Leaching) หรือพืชนำไปใช้ (Crop removal) ในดินที่เป็นกรดที่มีอะลูมินัมเป็นองค์ประกอบ หากมีการแผ้วถางและเผาจะส่งผลทำให้การแลกเปลี่ยนของอะลูมินัม และอะลูมินัมที่อิ่มตัวลดน้อยลงอย่างช้าๆในดิน Ultisol ในดินตัวอย่างที่มีการขาดโพแทสเซียม และมีความเป็นพิษของอะลูมินัม หากเผาจะทำให้ดินมีธาตุโพแทสซียมเพียงพอต่อความต้องการ และสามารถลดความเป็นพิษของอะลูมินัมในปีแรกได้ด้วย

ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation exchange capacity หรือ CEC)

ความแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินดินหรือคอลลอยด์นั้นหมายถึงปริมาณแคตไอออนทั้งหมดที่ดินหรือคอลลอยด์นั้นสามารถจะดูดยึดไว้ได้ การหาค่าการแลกเปลี่ยนแคตไอออน หรือว่า CEC นั้นจะต้องทำการวิเคราะห์ทางเคมีโดยการไล่ที่แคตไอออนเดิมที่ดูดซับอยู่ที่ผิวของดินเหนียวด้วย NH^{+}_{4} หรือ Ba^{2+} แล้วให้แคตไอออนดังกล่าวเข้าไปแทนที่จนหมด จากนั้นก็ทำการวิเคราะห์หาปริมาณ Adsorbed NH^{+}_{4} หรือ Ba^{2+} นั้นว่ามีอยู่เท่าใด โดยการบอกเป็นจำนวน Milliequivalents ต่อดินเหนียว 100 กรัม ค่าของ CEC ของดินจึงบอกกันเป็นค่าของ me/100 กรัมของดิน CEC จะมีจำนวนมากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ชนิดของคอลลอยด์ดิน, ปริมาณดินเหนียวที่มีอยู่ในดิน, ปริมาณของดินอินทรียวัตถุ เป็นต้น (คณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา, 2548)

ธาตุอาหารพืชในดินส่วนใหญ่จะเป็นพวกแคตไอออนจะอยู่ในดินโดยไม่ถูกกร่อนให้สูญหายไปจากดินได้ง่ายๆ เนื่องจากแคตไอออนพวกนี้ถูกดูดยึดอยู่ที่ผิวของ Clay micelle และยังสามารถเป็นประโยชน์ต่อพืชได้อีกด้วย ทั้งนี้รากพืชสามารถจะดึงดูดแคตไอออนที่เป็นธาตุอาหารได้โดยตรงจากผิวของ Clay micelle โดยกระบวนการที่เรียกว่า Contact exchange หากดินไม่มีอำนาจดูดยึดแคตไอออนต่างๆ เหล่านี้แล้ว แคตไอออนที่เป็นธาตุอาหารพืชก็จะสูญเสียไปจากดินโดยขบวนการต่างๆ

โครงสร้างของดิน

ในการการแผ้วถางและการเผาเป็นสาเหตุที่ทำให้คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดินถูกทำลาย แต่อย่างไรก็ตามผลกระทบที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของดินด้วยเหมือนกัน โดยสังเกตว่าหากมีการเผาเกิดจะมีการเพิ่มของอัตราการการแทรกซึมน้ำ (Infiltration rate) และ การเกาะตัวของเม็ดดิน (Soil aggregate) ความหนาแน่นของดินในช่วง 5 ถึง 10

เซนติเมตรในดิน Guatemalan volcanic เพิ่มขึ้นจาก 0.56 เปลี่ยนไปเป็น 0.66 g/cm^3 หลังจากที่มีเผาและจะลดลงจาก 0.74 ถึง 0.70 g/cm^3 หลังจาก 3 หรือ 5 ปีที่ปล่อยให้พื้นที่มีพักฟื้นตัว

Moura and Buol ในปี ค.ศ. 1972 ได้ศึกษาในดิน Oxisol ในประเทศบราซิล พบว่าอัตราการแทรกซึมน้ำหรือ Infiltration rate ลดลงจาก 82 cm/hr ถึง 12 cm/hr เมื่อมีการถางเพื่อจะเตรียมการเพาะปลูกและมีการไถเป็นระยะเวลา 15 ปี ซึ่งส่งผลดีเนื่องจากดิน Oxisol เดิมมีการแทรกซึมของน้ำมากเกินไป

ผลของการพักดินต่อคุณสมบัติของดิน

ภายหลังจากการทำไร่ เกษตรกรจะพักดินโดยจะปล่อยให้มีพืชพรรณขึ้นปกคลุมในแปลงตามธรรมชาติ พืชพรรณเหล่านี้จะช่วยฟื้นฟูและรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยกระบวนการหมุนเวียนของธาตุอาหาร จากการดูดซับธาตุอาหารในดินและอากาศมาสะสมไว้ในมวลชีวภาพ (Biomass) และร่วงหล่นสู่ดินเป็นอินทรียวัตถุ ผุพังสลายเป็นธาตุอาหารพืช นอกจากนี้พืชพรรณที่ปกคลุมยังช่วยรักษาสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินด้วย ดังนั้นจึงคาดว่าระยะเวลาการพักตัวที่ยาวนานขึ้นจะช่วยให้ดินในระบบไร่เหล่าคงสภาพดินดีอยู่เสมอ

ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ของดินในพื้นที่ที่มีการพักฟื้นตัวของป่าประเภทไม้พุ่มจะลดลงในช่วง 7 ปี หลังจากที่มีการแผ้วถางป่า ปริมาณจาก 17 เปอร์เซ็นต์ ลดลงเหลือ 9 เปอร์เซ็นต์ การลดลงของคาร์บอนอินทรีย์ของดินนี้อาจมีผลจากการที่มีอินทรียวัตถุคลุกเคล้าเข้ากันเนื่องจากเกิดกิจกรรมที่ทำให้ดินคลุกเคล้าเข้ากันในช่วงที่มีการถางและเผา และการเพิ่มอุณหภูมิของดินส่งผลทำให้มีการลดลงของเศษวัตถุย่อยสลายได้เร็วขึ้น (Raich, 1983)

Wadsworth et al., 1990 พบว่า ไม่นัยสำคัญในการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรดด่าง และการแลกเปลี่ยนความเป็นประโยชน์ของแคลเซียม และแมกนีเซียมในช่วง 50 ปีที่มีการฟื้นตัวของป่าในดิน Ultisol ในประเทศเม็กซิโก แต่อย่างไรก็ตามในทางภาคตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศไนจีเรียมีรายงาน เมื่อพื้นที่ถูกแผ้วถางจากป่าทุติยภูมิและมีการเผา ระดับของค่าความเป็นกรดด่างบริเวณผิวดินจะลดลงจาก 6 เปลี่ยนเป็น 5.2 ในช่วง 3-10 ปีของการเปลี่ยนในพื้นที่การพักตัว การที่พืชดูดไปใช้ และการสูญเสียโดยการถูกกร่อนของธาตุอาหารที่เป็นประจุบวกเช่น แคลเซียม, แมกนีเซียม และโพแทสเซียม อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ความเป็นกรดด่างบริเวณผิวดินลดลง (Aweto, 1981)

ในการศึกษาป่าดิบเขาพบว่าปริมาณของอินทรียวัตถุมีการเปลี่ยนแปลงหลังถูกรบกวนโดยการถางและเผาเป็นไร่เลื่อนลอย อายุ 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10 และ 15 ปี พบว่าที่ความลึก 0-10 เซนติเมตรมีอินทรียวัตถุ 5.18 เปอร์เซ็นต์ ในการทำไร่เลื่อนลอย 1 ปี แต่เมื่อทำการเกษตรนาน 15 ปี พบว่าปริมาณอินทรียวัตถุจะลดลงเหลือ 2.17 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังได้เสนอในการพักฟื้นตัวของดินที่เหมาะสมควรที่จะอยู่ในราว 3-4 ปีหลังจากการทำการเกษตร (พงศักดิ์ และคณะ, 2517)

การศึกษาพลวัตของพรรณไม้และดิน 7 ปี ภายหลังการเผาในป่าเต็งรังสะแกราช พบว่า แปลงที่มีการเผาโดยไฟ 5 ครั้ง มีปริมาณโซเดียมและกำมะถันเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณอินทรียวัตถุและแคลเซียมลดลง แปลงที่มีไฟไหม้ 2 ครั้ง มีปริมาณความชื้นในดิน อินทรียวัตถุ ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกโซเดียม และกำมะถันเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณฟอสฟอรัสกลับลดลง แปลงที่มีการป้องกันไฟมีความชื้นในดิน ความชื้นในดิน ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกโซเดียมและกำมะถันเพิ่มขึ้น ปริมาณอินทรียวัตถุสูงที่สุด และให้ข้อเสนอไว้ว่าหากต้องการรักษาสภาพของป่าเต็งรังไว้ ควรทำการเผาตามกำหนดเป็นระยะๆ (กฤติยา, 2552)

ข้าวไร่

การปลูกข้าวไร่ หมายถึง การปลูกข้าวบนที่ดอนและไม่มีน้ำขังในพื้นที่ปลูก ชนิดของข้าวที่ปลูกก็เรียกว่า ข้าวไร่ พื้นที่ดอนส่วนมากเช่น เชิงภูเขามักจะไม่มีระดับ สูงๆ ต่ำๆ จึงไม่สามารถไถเตรียมดินและปรับระดับได้ง่าย เหมือนกับบริเวณพื้นราบ ดังนั้นชาวนามักจะใช้แบบหยอดหลุม โดยขั้นแรกทำการตัดหญ้าและต้นไม้เล็กออก ใช้หลักไม้แหลมเจาะดินเป็นหลุมเล็กๆ ลึกประมาณ 3 เซนติเมตร ปากหลุมกว้าง 1 นิ้ว หลุมนี้มีระยะห่างกันประมาร 25x25 เซนติเมตร ระหว่างแถวและระหว่างหลุม โดยหยอด 5-8 เมล็ดต่อหลุม หลังจากการหลอดเมล็ดพันธุ์ข้าวจะใช้เท้ากลบหลุมดินปากหลุม เมื่อฝนตกลงมา หรือเมล็ดได้รับความชื้นจากดิน เมล็ดก็จะงอกและเจริญเติบโตเป็นต้นข้าว เนื่องจากพื้นที่ดอนไม่มีการขังน้ำ และไม่มีการชลประทาน การปลูกข้าวไร่จึงต้องอาศัยปริมาณน้ำฝนเพียงอย่างเดียว พื้นดินที่ปลูกข้าวไร่จะแห้งและขาดน้ำทันทีในปลายฤดูฝน ดังนั้นการปลูกข้าวไร่ จะต้องเลือกใช้พันธ์ที่มีอายุเบา โดยปลูกในต้นฤดูฝนและเก็บเกี่ยวในปลายฤดูฝน การปลูกข้าวไร่ชาวนาจะต้องหมั่นกำจัดวัชพืช เพราะที่ดอนมักจะมีวัชพืชมากกว่าที่ลุ่ม เนื้อที่ในการปลูกข้าวไร่ในประเทศไทยมีจำนวนน้อย และสามารถพบมากบริเวณภาคเหนือ และภาคใต้ของประเทศ (ประพาส, 2542)

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

หมู่บ้านหนองขาวกลาง เป็นหมู่บ้านขนาดเล็ก มี 43 ครัวเรือน มีประชากรส่วนใหญ่เป็นชาวไทยภูเขาเผ่าปกาเกอะญอ หรืออาจจะเรียกว่าชาวไทยภูเขาเผ่ากะเหรี่ยง ประชากรในหมู่บ้านหนองขาวกลางจะค่อนข้างเคร่งครัดในการปฏิบัติตามวัฒนธรรม และประเพณีดั้งเดิม ประชากรส่วนใหญ่มากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์จะนับถือศาสนาคริสต์ ในหมู่บ้านแห่งนี้ชาวบ้านจะมีอาชีพหลักคือการปลูกข้าวไร่ อาจจะมีการปลูกพืชบางชนิดแทรกในแปลง เช่น ข้าวโพด, ถั่ว และพืชผักสวนครัวบ้างเล็กน้อยเพื่อใช้ในการประกอบอาหารในครัวเรือน ชาวบ้านยังได้มีการเลี้ยงสัตว์ เช่น หมู วัว เป็ด และไก่เป็นต้น ทั้งนี้ในหมู่บ้านยังมีสถานที่ราชการ ได้แก่ โรงเรียนบ้านหนองขาวกลาง ซึ่งเป็นเปิดสอนตั้งแต่อนุบาลจนถึงประถมศึกษาตอนปลาย แต่ในปี 2555 จากการสอบถามไปทางโรงเรียนทราบว่าในโรงเรียนมีนักเรียนไม่ถึง 30 คน และสถานที่ราชการอื่นก็จะเป็นส่วนของสาธารณสุข ซึ่งจะสามารถรักษา หรือปฐมพยาบาลเบื้องต้น อุบัติเหตุเล็กน้อย แต่ถ้ามีอาการหนักก็จะส่งไปยังโรงพยาบาลในตัวเมืองแม่ฮ่องสอน การติดต่อสื่อสารในหมู่บ้านหนองขาวกลางจะใช้ระบบผ่านดาวเทียมของการสื่อสารแห่งประเทศไทย โดยระบบการสื่อสารอื่นไม่สมารถใช้ได้ ไฟฟ้าในหมู่บ้านแห่งนี้ต้องอาศัยแผงพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar cells) อย่างเดียวเท่านั้น ส่วนระบบประปาจะเป็นระบบประปาภูเขา (เนตรนภา, 2551) โดยพื้นที่ที่ทำการทดลองการฟื้นสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินในระบบไร่หมุนเวียนบนที่สูง จังหวัดแม่ฮ่องสอนทำในพื้นที่ที่แตกต่างกัน 6 พื้นที่ พื้นที่แห่งนี้มีการจัดสรรและทำเป็นระบบ โดยทำการตกลงกันในชุมชน การทำไร่เหล่าในพื้นที่แห่งนี้จะทำการเกษตรในระยะสั้น หรือ 1 ปี โดยไม่การใช้สารเคมีฆ่าแมลงหรือปุ๋ยเคมีในพื้นที่ โดยเริ่มแรกจะทำการแผ้วถางป่าจากนั้นเผาเศษซากพืชเพื่อง่ายต่อการทำการเกษตรและยังทำให้ธาตุอาหารพืชบางธาตุเป็นประโยชน์ต่อพืช แต่ก็มีบางธาตุที่จะต้องสูญเสียหากเกิดการเผา พอมีการเก็บเกี่ยวพืชผลทางการเกษตรเสร็จแล้ว ก็ปล่อยให้พื้นที่และดินฟื้นตัวเองตามธรรมชาติ หรือปล่อยให้เป็นพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 10 ปี จากนั้นจึงกลับมาใช้พื้นที่เดิมอีกครั้ง หมุนเวียนกันไปเรื่อยๆ โดยหมู่บ้านหนองขาวกลางมีอาณาเขตต่อกับพื้นที่อื่นดังนี้

ทิศเหนือ ติดกับหมู่บ้านหัวน้ำแม่ฮ่องสอน ตำบลห้วยปูลิง อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

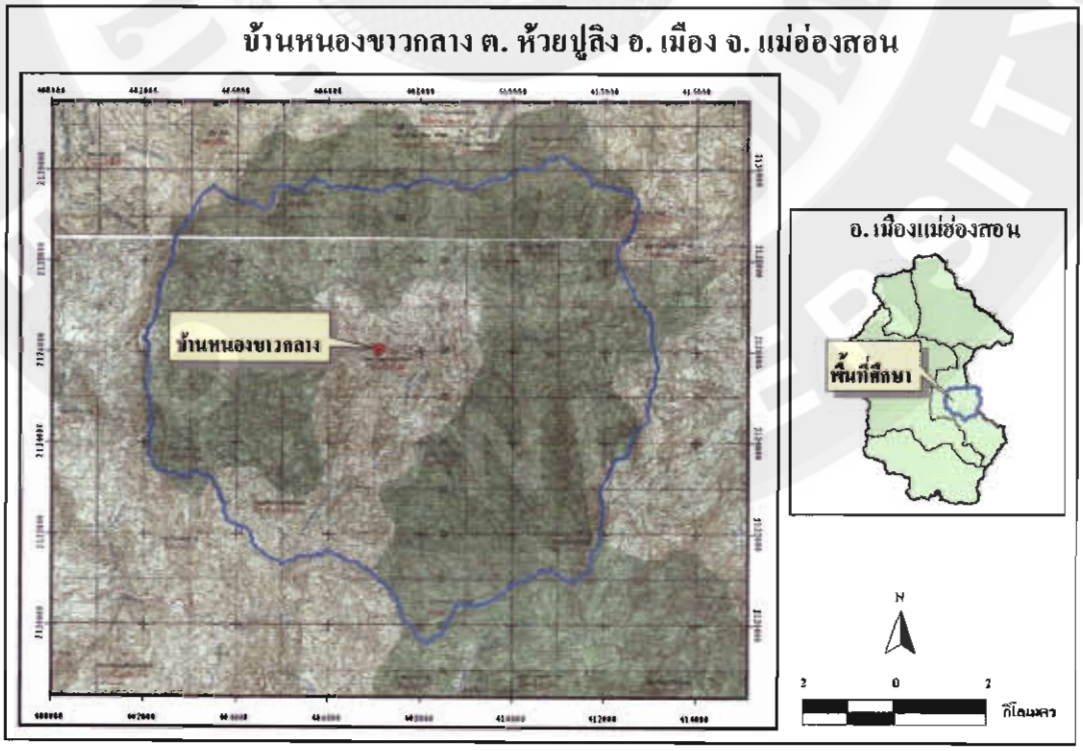
ทิศใต้ ติดกับหมู่บ้านห้วยกุ้ง ตำบลห้วยปูลิง อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ทิศตะวันออก ติดกับหมู่บ้านห้วยไม้ดำ ตำบลห้วยปูลิง อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

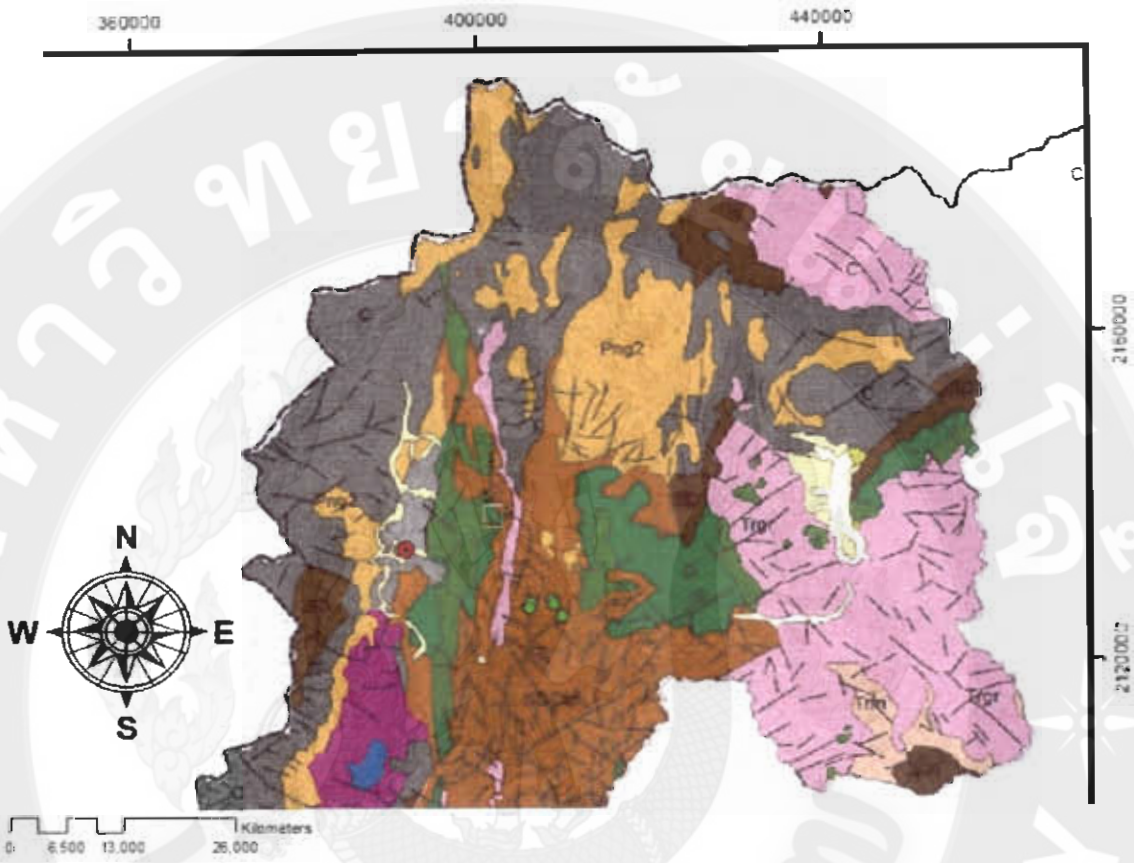
ทิศตะวันตก ติดกับหมู่บ้านห้วยยี้ ตำบลห้วยปูลิง อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ลักษณะของพื้นที่โดยทั่วไป

หมู่บ้านหนองขาวกลางตั้งอยู่ในเขตหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติที่ สร.5 (ดอยปุย) มีความสูงจากระดับทะเลปานกลางประมาณ 900 -1,100 เมตร เป็นพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน หินวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินตะกอน คือ หินดินดาน หรือ Shale ส่วนมากพื้นที่มีความชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ หรือที่เรียกว่า Slope complex มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยที่ตกทั้งปีประมาณ 1,600-1,700 มิลลิลิตร ปริมาณน้ำฝนมากที่จะอยู่ในเดือนกันยายนโดยอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ 26 องศาเซลเซียส หมู่บ้านหนองขาวกลางจะอยู่ในหุบเขามีภูเขาล้อมรอบ จึงส่งผลให้หมู่บ้านแห่งนี้อากาศค่อนข้างเย็นสบายตลอดทั้งปี (กฤติยา, 2552)



ภาพ 1 แสดงขอบเขตพื้นที่ในการศึกษา



ภาพ 2 แผนที่ธรณีวิทยาในบริเวณบางส่วนของจังหวัดแม่ฮ่องสอน

หมายเหตุ : **พื้นที่ของไร่เหล่าอายุตั้งแต่ 0-10 ปี**

- SDCtp คือ หินตินดานสีดำ หินเชิร์ต และหินทรายแป้งสีเทาเข้มเนื้อปูนผสม หินปูนแสดงชั้นบางและเป็นก้อน บางแห่งมีซากแกรบโทไลต์ เทนทาคิวไลด์ หอยงวงช้าง หอยแบรคิโอพอด

แผนการทดลอง

ซึ่งจากการสำรวจพื้นที่ดังกล่าวมีข้อมูลเกี่ยวกับระยะเวลาในการทำพื้นที่ให้เป็นไร่เหล่า จึงสำรวจและสรุปหาแนวทางเพื่อทำให้สะดวกต่อการจัดการ โดยวางแผนทดลองไว้ให้เหมาะสมดังนี้

1. พื้นที่ปลูกข้าว (0 year fallow)
2. ไร่เหล่าอายุ 1 ปี (1 year fallow)
3. ไร่เหล่าอายุ 3 ปี (3 years fallow)

4. ไร่เหล่าอายุ 6 ปี (6 years fallow)
5. ไร่เหล่าอายุ 8 ปี (8 years fallow)
6. ไร่เหล่าอายุ (10 years fallow)

โดยแต่ตำรับการทดลองจะแบ่งออกเป็น 3 แปลงทดลองย่อย และ 3 ซ้ำ ซึ่งจะหมายความว่าใน 1 หน่วยการทดลองจะมี 9 แปลงทดลองย่อย ขนาดแปลงทดลองย่อยจะมีขนาด 6 x 50 เมตร

โดยวางแผนการทดลองแบบ 6x3 Factorial in Completely Randomized Design โดยมี 2 ปัจจัยได้แก่

ปัจจัยA ระยะเวลาของไร่เหล่า:

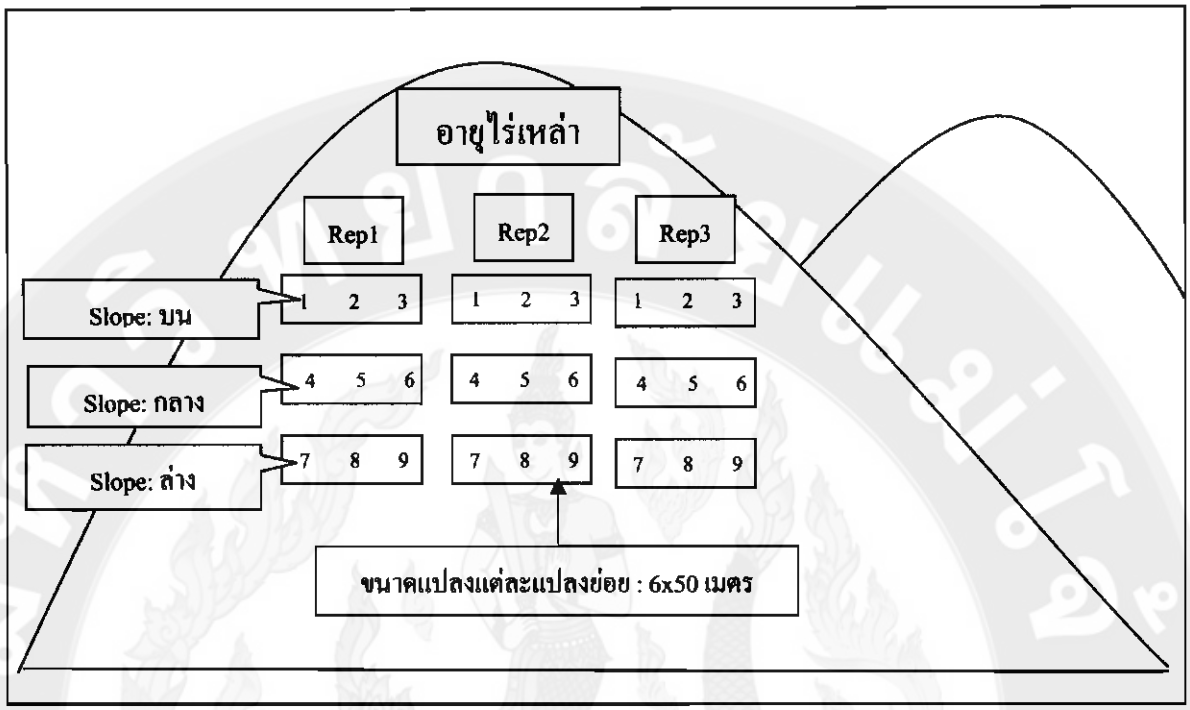
1. พื้นที่ไร่เหล่าอายุ 0 ปี (ปลูกข้าวไร่X (0 year fallow)
2. ไร่เหล่าอายุ 1 ปี (1 year fallow)
3. ไร่เหล่าอายุ 3 ปี (3 years fallow)
4. ไร่เหล่าอายุ 6 ปี (6 years fallow)
5. ไร่เหล่าอายุ 8 ปี (8 years fallow)
6. ไร่เหล่าอายุ 10 ปี (10 years fallow)

ปัจจัย B ตำแหน่งของความชัน:

1. ตำแหน่งของไหล่เขา : บน
2. ตำแหน่งของไหล่เขา: กลาง
3. ตำแหน่งของไหล่เขา: ล่าง

การเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำมาวิเคราะห์

การเก็บตัวอย่างดินที่จะนำมาวิเคราะห์จะแบ่งออกเป็นการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี และทางฟิสิกส์ของดิน โดยจะเก็บในแปลงทดลองขนาดที่มีขนาด 6 x 50 เมตร



ภาพ 3 แสดงภาพตำแหน่งการเก็บตัวอย่างดิน

การเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำมาวิเคราะห์ทางเคมีของดิน จะทำการเก็บดินลึก 30 เซนติเมตร โดยจะทำการเก็บตามชั้นของดินโดยชั้นแรกจะใช้สีของดินเป็นตัวบ่งชี้ หรือปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวกับการแบ่งชั้นของดิน โดยจะแบ่งออกเป็น 3 ชั้นหรือจนลึก 30 เซนติเมตร โดยชั้นของดินในหน่วยการทดลองเดียวกันอาจจะมีความลึกของแต่ละชั้นดินไม่เท่ากัน

ตาราง 1 ความลึกของการเก็บดินแต่ละชั้น ของแต่ละซ้ำ โดยละเอียดของไร่เหล่าอายุ 0 ปี (ปลูกข้าวไร่) และไร่เหล่าอายุ 1 ปี

ความลึกของดินแต่ละชั้นของไร่เหล่าอายุ 0 ปี (ไร่ข้าว) (cm.)										
ตัวอย่างที่		1	2	3	4	5	6	7	8	9
ความลึกชั้นที่ 1	ซ้ำที่ 1	0-4	0-6	0-4	0-5	0-4	0-6	0-4	0-4	0-5
	ซ้ำที่ 2	0-4	0-4	0-4	0-5	0-4	0-6	0-4	0-4	0-4
	ซ้ำที่ 3	0-9	0-6	0-5	0-7	0-7	0-8	0-6	0-8	0-7
ความลึกชั้นที่ 2	ซ้ำที่ 1	4-18	6-18	4-18	5-18	4-18	6-18	4-18	4-18	5-17
	ซ้ำที่ 2	4-17	4-17	4-17	5-17	4-17	6-17	4-17	4-17	4-15
	ซ้ำที่ 3	9-20	6-17	5-18	7-18	7-20	8-20	6-18	8-23	7-20
ความลึกชั้นที่ 3	ซ้ำที่ 1	18-30	18-30	18-30	18-30	18-30	18-30	18-30	18-30	17-30
	ซ้ำที่ 2	17-30	17-30	17-30	17-30	17-30	17-30	17-30	17-30	15-30
	ซ้ำที่ 3	20-30	17-30	18-30	18-30	20-30	20-30	18-30	23-30	20-30
ความลึกของดินแต่ละชั้นของไร่เหล่าอายุ 1 ปี (cm.)										
ตัวอย่างที่		1	2	3	4	5	6	7	8	9
ความลึกชั้นที่ 1	ซ้ำที่ 1	0-5	0-7	0-7	0-8	0-8	0-7	0-5	0-4	0-8
	ซ้ำที่ 2	0-6	0-5	0-5	0-6	0-6	0-6	0-6	0-5	0-5
	ซ้ำที่ 3	0-5	0-8	0-8	0-8	0-8	0-8	0-4	0-6	0-7
ความลึกชั้นที่ 2	ซ้ำที่ 1	5-18	7-21	7-18	8-20	8-19	7-18	5-18	4-17	8-21
	ซ้ำที่ 2	6-18	5-16	5-17	6-17	6-17	6-16	6-17	5-17	5-17
	ซ้ำที่ 3	5-15	8-19	8-19	8-19	8-19	8-19	4-18	6-18	7-19
ความลึกชั้นที่ 3	ซ้ำที่ 1	18-30	21-30	18-30	20-30	19-30	18-30	18-30	17-30	21-30
	ซ้ำที่ 2	18-30	16-30	17-30	17-30	17-30	16-30	17-30	17-30	17-30
	ซ้ำที่ 3	15-30	19-30	19-30	19-30	19-30	19-30	18-30	18-30	19-30

ตาราง 2 ความลึกของการเก็บดินแต่ละชั้น ของแต่ละซ้ำ โดยละเอียดของไร่เหล่าอายุ 3 ปี และไร่เหล่าอายุ 6 ปี

ความลึกของดินแต่ละชั้นของไร่เหล่าอายุ 3 ปี (cm.)										
ตัวอย่างที่		1	2	3	4	5	6	7	8	9
ความลึกชั้นที่ 1	ซ้ำที่ 1	0-13	0-8	0-8	0-8	0-8	0-8	0-8	0-8	0-8
	ซ้ำที่ 2	0-9	0-8	0-8	0-7	0-8	0-9	0-8	0-8	0-8
	ซ้ำที่ 3	0-8	0-8	0-8	0-6	0-8	0-8	0-8	0-8	0-8
ความลึกชั้นที่ 2	ซ้ำที่ 1	13-22	8-19	8-19	8-18	8-13	8-17	8-18	8-18	8-18
	ซ้ำที่ 2	9-18	8-18	8-18	7-17	8-18	9-18	8-19	8-18	8-18
	ซ้ำที่ 3	8-18	8-18	8-18	6-18	8-18	8-18	8-18	8-18	8-18
ความลึกชั้นที่ 3	ซ้ำที่ 1	22-30	19-30	19-30	18-30	13-30	17-30	18-30	18-30	18-30
	ซ้ำที่ 2	18-30	18-30	18-30	17-30	18-30	18-30	19-30	18-30	18-30
	ซ้ำที่ 3	18-30	18-30	18-30	18-30	18-30	18-30	18-30	18-30	18-30
ความลึกของดินแต่ละชั้นของไร่เหล่าอายุ 6 ปี (cm.)										
ตัวอย่างที่		1	2	3	4	5	6	7	8	9
ความลึกชั้นที่ 1	ซ้ำที่ 1	0-6	0-6	0-8	0-7	0-7	0-8	0-7	0-6	0-7
	ซ้ำที่ 2	0-8	0-5	0-8	0-9	0-7	0-8	0-8	0-8	0-6
	ซ้ำที่ 3	0-4	0-5	0-7	0-5	0-5	0-5	0-4	0-5	0-7
ความลึกชั้นที่ 2	ซ้ำที่ 1	6-18	6-15	8-18	7-19	7-17	8-17	7-17	6-15	7-17
	ซ้ำที่ 2	8-18	5-18	8-18	9-20	7-18	8-20	8-23	8-18	6-16
	ซ้ำที่ 3	4-10	5-14	7-19	5-15	5-15	5-13	4-11	5-16	7-18
ความลึกชั้นที่ 3	ซ้ำที่ 1	18-30	15-30	18-30	19-30	17-30	17-30	17-30	15-30	17-30
	ซ้ำที่ 2	18-30	18-30	18-30	20-30	18-30	20-30	23-30	18-30	16-30
	ซ้ำที่ 3	10-30	14-30	19-30	15-30	15-30	13-30	11-30	16-30	18-30

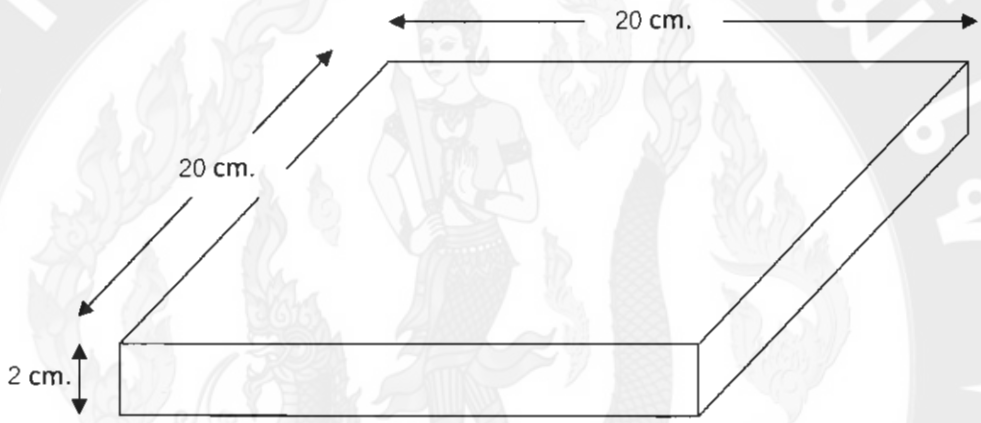
ตาราง 3 ความลึกของการเก็บดินแต่ละชั้น ของแต่ละซ้ำ โดยละเอียดของไร่เหล่าอายุ 8 ปี และไร่เหล่าอายุ 10 ปี

ความลึกของดินแต่ละชั้นของไร่เหล่าอายุ 8 ปี (cm.)										
ตัวอย่างที่		1	2	3	4	5	6	7	8	9
ความลึกชั้นที่ 1	ซ้ำที่ 1	0-5	0-6	0-7	0-3	0-5	0-5	0-5	0-5	0-4
	ซ้ำที่ 2	0-4	0-5	0-6	0-5	0-5	0-4	0-4	0-5	0-5
	ซ้ำที่ 3	0-5	0-4	0-6	0-6	0-6	0-6	0-6	0-5	0-5
ความลึกชั้นที่ 2	ซ้ำที่ 1	5-13	6-15	7-17	3-11	5-14	5-15	5-14	5-14	4-15
	ซ้ำที่ 2	4-12	5-12	6-14	5-12	5-15	4-12	4-12	5-15	5-12
	ซ้ำที่ 3	5-14	4-11	6-14	6-14	6-14	6-14	6-14	5-14	5-14
ความลึกชั้นที่ 3	ซ้ำที่ 1	13-30	15-30	17-30	11-30	14-30	15-30	14-30	14-30	15-30
	ซ้ำที่ 2	12-30	12-30	14-30	12-30	15-30	12-30	12-30	15-30	12-30
	ซ้ำที่ 3	14-30	11-30	14-30	14-30	14-30	14-30	14-30	14-30	14-30
ความลึกของดินแต่ละชั้นของไร่เหล่าอายุ 10 ปี (cm.)										
ตัวอย่างที่		1	2	3	4	5	6	7	8	9
ความลึกชั้นที่ 1	ซ้ำที่ 1	0-7	0-6	0-5	0-5	0-7	0-5	0-5	0-4	0-6
	ซ้ำที่ 2	0-5	0-5	0-5	0-7	0-7	0-7	0-7	0-7	0-8
	ซ้ำที่ 3	0-6	0-5	0-7	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-4
ความลึกชั้นที่ 2	ซ้ำที่ 1	7-18	6-17	5-17	5-16	7-17	5-16	5-17	4-13	6-18
	ซ้ำที่ 2	5-18	5-15	5-15	7-17	7-17	7-17	7-17	7-19	8-19
	ซ้ำที่ 3	6-18	5-17	7-17	5-15	5-15	5-15	5-15	5-17	4-18
ความลึกชั้นที่ 3	ซ้ำที่ 1	18-30	17-30	17-30	16-30	17-30	16-30	17-30	13-30	18-30
	ซ้ำที่ 2	18-30	15-30	15-30	17-30	17-30	17-30	17-30	19-30	19-30
	ซ้ำที่ 3	18-30	17-30	17-30	15-30	15-30	15-30	15-30	17-30	18-30

การเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำมาวิเคราะห์ทางฟิสิกส์ของดิน ทำการเก็บดินลึก 30 เซนติเมตร โดยจะใช้กระบอกเก็บดิน เพื่อจะหาค่าความหนาแน่นของดิน โดยจะทำการเก็บตามชั้นของดินโดยชั้นแรกจะใช้สีของดินเป็นตัวบ่งชี้ หรือปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวกับการแบ่งชั้นของดิน โดยจะ

แบ่งออกเป็น 3 ชั้นหรือจนลึก 30 เซนติเมตร โดยชั้นของดินในหน่วยการทดลองเดียวกันอาจจะมีความลึกของแต่ละชั้นดินไม่เท่ากัน

การเก็บตัวอย่างดินเพื่อนการวิเคราะห์หาความคงทนของเม็ดดิน และปริมาณวัชพืชที่อยู่ใน โดยจะทำการเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ 800 ลูกบาศก์เซนติเมตร หรือ กว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร และลึก 2 เซนติเมตร โดยใช้มีดกรีดตามกรอบไม้ หลังจากนั้นใช้เสียม หรือมีดลอกบริเวณผิวดิน



ภาพ 4 จำลองหน้าตัดดินขนาด 800 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ภาพ 5 แสดงการใช้มีกรีดตามกรอบไม้ขนาด 20x20 เซนติเมตร ลึก 2 เซนติเมตร

ภาพ 6 แสดงภาพร่างการกรีดตามกรอบไม้

ภาพ 7 การลอกบริเวณผิวดิน

ภาพ 8 หลังจากการลอกหน้าดิน

หน้าตัดดินในพื้นที่ศึกษา (Soil profile)

ภาพ 9 ภาพเปรียบเทียบหน้าตัดของดินในบริเวณไร่เหล่าที่มีอายุต่างกัน

ตาราง 4 สถานที่ตั้งของหน้าตัดดินแต่ละตำรับการทดลอง

พื้นที่สำรวจ	พิกัด (UTM)		ความสูงจากระดับทะเล (เมตร)	ทิศทาง	ความลาดเอียง เปอร์เซ็นต์
	ทิศตะวันออก	ทิศเหนือ			
พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี	408573	2127656	1,091	ตะวันตกเฉียงใต้	25
พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	409796	2125622	922	ตะวันออกเฉียงเหนือ	28
พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	405857	2126842	1,092	ตะวันออกเฉียงใต้	20
พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	408859	2127164	1,055	ตะวันตกเฉียงใต้	23
พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	406208	2127357	1,134	ตะวันตกเฉียงใต้	18
พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	406062	2126667	1,065	ตะวันตกเฉียงใต้	20

หน้าตัดของดินบริเวณไร่เหล่าอายุ 0 ปี

พื้นที่บริเวณไร่เหล่าอายุ 0 ปี มีความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 1,091 เมตร การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณนี้จะใช้ทำการเกษตรโดยการปลูกข้าวไร่ พืชพันธุ์ที่พบทั่วไปในบริเวณนี้พบว่าส่วนใหญ่จะมีการปลูกข้าวไร่ อาจจะมีข้าวโพด และถั่วปลูกแซมระหว่างทางเดิน

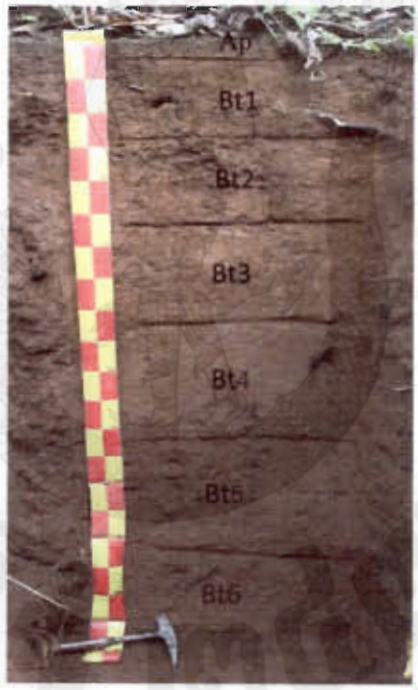
ภาพ 10 หน้าตัดดินพื้นที่ปลูกข้าวไร่

ตาราง 5 คำอธิบายหน้าตัดดินบริเวณไร่เหล่าอายุ 0 ปี (ไร่ข้าว)

ลำดับ	ชั้นดิน	ความลึก (เซนติเมตร)	**รายละเอียด**
1	Ap	0-7	Dark reddish brown (5YR3/4) clay; medium subangular structure; friable, slightly sticky and moderately plastic; gradual smooth boundary.
2	Bt1	7-21	Yellowish red (5YR4/6) clay; medium subangular structure; friable, moderately sticky and moderately plastic; gradual smooth boundary.
3	Bt2	21-41	Yellowish red (5YR4/6) clay; medium subangular structure; friable, moderately sticky and moderately plastic; diffuse smooth boundary.
4	Bt3	41-68	Yellowish red (5YR5/8) clay; medium subangular structure; very friable, moderately sticky and moderately plastic; diffuse smooth boundary.
5	Bt4	68-90	Yellowish red (5YR5/8) clay; medium subangular structure; friable, moderately sticky and moderately plastic; diffuse smooth boundary.
6	Bt5	90-126	Yellowish red (5YR5/8) clay; medium subangular structure; friable, moderately sticky and moderately plastic; diffuse smooth boundary.
7	BC	มากกว่า126	Yellowish red (5YR5/6) clay; medium subangular structure; very friable, moderately sticky and moderately plastic; diffuse smooth boundary.

หน้าตัดของดินบริเวณพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 1 ปี

พื้นที่บริเวณไร่เหล่าอายุ 1 ปี มีความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 922 เมตร การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณเป็นไร่เหล่า ต้นไม้ขนาดเล็ก ทรงพุ่มไม่กว้างและไม่ต่อเนื่อง มีความสูงเฉลี่ยประมาณ 2 เมตร ส่วนใหญ่เกิดจากการแตกจากตอเดิมทำให้เห็นพุ่มหรือเป็นกอโดยมีลำต้นใหม่หลายลำต้นออกรอบ ๆ ตอไม้เดิม เช่น มะม่วงนก *Buchanania glabra Wall.* ex Hk. f. โลต *Aporosa villosa* (Lindi.) Baill. ปอขี้แฮด *Goniothalamus laoticus* (Fin. & Gagnep.) Ban



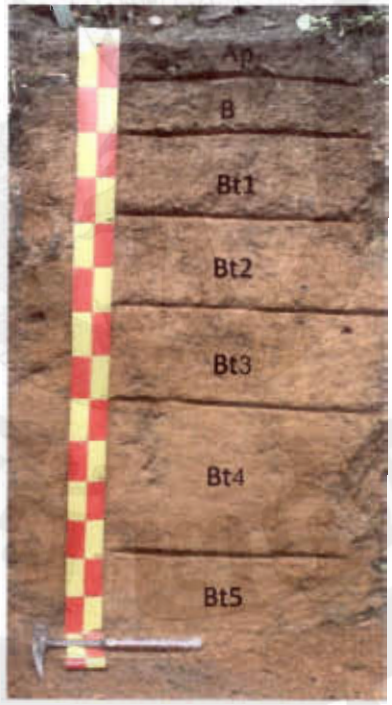
ภาพ 11 หน้าตัดดินพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 1 ปี

ตาราง 6 คำอธิบายหน้าตัดดินบริเวณพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 1 ปี

ลำดับ	ชั้นดิน	ความลึก (เซนติเมตร)	รายละเอียด
1	Ap	0-4	Dark brown (7.5YR3/4) clay; medium subangular structure; friable, slightly sticky and very plastic; clear smooth boundary.
2	Bt1	4-27	Strong brown (7.5YR4/6) clay; medium subangular structure; friable, moderately sticky and very plastic; diffuse smooth boundary.
3	Bt2	27-54	Yellowish red (5YR4/6) clay; medium subangular structure; friable, moderately sticky and very plastic; diffuse smooth boundary.
4	Bt3	54-87	Yellowish red (5YR4/6) clay; medium subangular structure; friable, slightly sticky and moderately plastic; diffuse smooth boundary.
5	Bt4	87-125	Yellowish red (5YR4/6) clay; fine subangular structure; friable, slightly sticky and slightly plastic; diffuse smooth boundary.
6	Bt5	125-162	Dark red (2.5YR3/6) clay; fine subangular structure; friable, slightly sticky and slightly plastic; diffuse smooth boundary.
7	Bt6	162-200	Dark red (2.5YR3/6) clay; fine subangular structure; friable, slightly sticky and slightly plastic; diffuse smooth boundary.

หน้าตัดของดินบริเวณพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 3 ปี

พื้นที่บริเวณไร่เหล่าอายุ 3 ปี มีความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 1,092 เมตร การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณเป็นไร่เหล่า ความหนาแน่นของต้นไม้ในพื้นที่สูงกว่าไร่เหล่าอายุ 1 ปีมาก ต้นไม้ที่พบมีขนาดลำต้น และขนาดทรงพุ่มที่โตมากขึ้นความสูงเฉลี่ยประมาณ 3 เมตร ส่วนใหญ่เกิดจากการแตกจากตอ เช่น แพปั้นจั่น *Eurya acumminata* DC. var. *wallichiana* Dyer ข้าวสารหลวง *Maesa ramentacea* (Roxb.) A. DC. โลด *Aporosa villosa* (Lindi.) Baill. และพบไม้ยืนต้นที่โตมาจากกล้าไม้เพิ่มมากขึ้น เช่น ตองแตบ *Macaranga denticulata* (Bl.) M.-A.



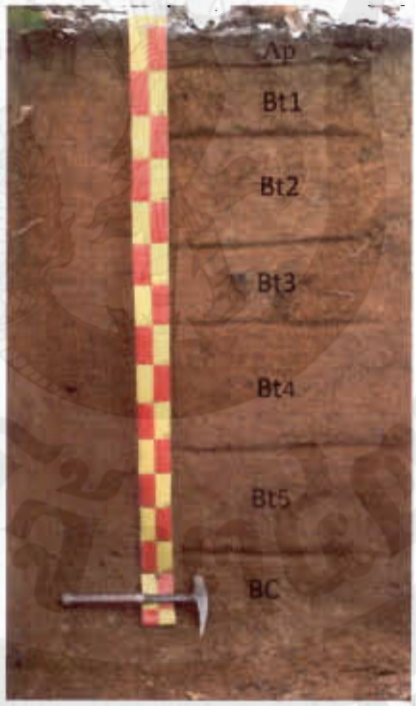
ภาพ 12 หน้าตัดดินพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 3 ปี

ตาราง 7 คำอธิบายหน้าตัดดินบริเวณพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 3 ปี

ลำดับ	ชั้นดิน	ความลึก (เซนติเมตร)	รายละเอียด
1	Ap	0-8	Dark brown (7.5YR3/4) clay; fine subangular structure; very friable, slightly sticky and very plastic; gradual smooth boundary.
2	B	8-20	Dark brown (7.5YR4/4) clay; fine subangular structure; very friable, slightly sticky and very plastic; gradual smooth boundary.
3	Bt1	20-38	Strong brown (7.5YR5/6) clay; fine subangular structure; very friable, moderately sticky and very plastic; diffuse smooth boundary.
4	Bt2	38-59	Strong brown (7.5YR5/8) clay; medium subangular structure; very friable, moderately sticky and very plastic; diffuse smooth boundary.
5	Bt3	59-80	Strong brown (7.5YR5/8) clay; medium subangular structure; friable, moderately sticky and very plastic; diffuse smooth boundary.
6	Bt4	80-120	Strong brown 7.5YR4/6 clay; medium subangular structure; friable, moderately sticky and very plastic; diffuse smooth boundary.
7	Bt5	มากกว่า 120	Yellowish red (5YR4/8) clay; medium subangular structure; friable, moderately sticky and very plastic; diffuse smooth boundary.

หน้าตัดของดินบริเวณพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 6 ปี

พื้นที่บริเวณไร่เหล่าอายุ 6 ปี มีความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 1,055 เมตร การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณเป็นไร่เหล่า ความหนาแน่นของต้นไม้น้อยกว่าที่พบในไร่เหล่า 3 ปี ต้นไม้ที่พบมีขนาดลำต้นที่โตมาก ความสูงสามารถแบ่งได้ 2 ระดับคือ กลุ่มที่มีความสูงไม่เกิน 5 เมตร ต้นไม้ที่พบส่วนใหญ่เป็นไม้ที่แตกจากกอ เช่น แข้งกวาง *Wendlandia tinctoria* (Roxb.) DC. พะยอม Shorea roxburghii G. Don กำยาน *Styrax benzoides* Craib และกลุ่มที่มีความสูงเกิน 6 เมตร เช่น ไม้ก่อ แต่พบจำนวนน้อยกว่าต้นไม้กลุ่มแรกมาก



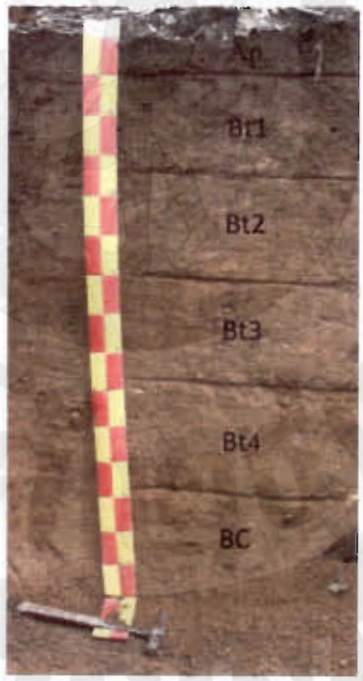
ภาพ 13 หน้าตัดดินพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 6 ปี

ตาราง 8 คำอธิบายหน้าตัดดินบริเวณพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 6 ปี

ลำดับ	ชั้นดิน	ความลึก (เซนติเมตร)	รายละเอียด
1	Ap	0-8	Dark brown (7.5YR4/4) clay; fine subangular structure; friable, slightly sticky and slightly plastic; gradual smooth boundary.
2	Bt1	8-24	Strong brown (7.5YR4/6) clay; fine subangular structure; friable, slightly sticky and slightly plastic; diffuse smooth boundary.
3	Bt2	24-50	Yellowish red (5YR4/6) clay; fine subangular structure; friable, slightly sticky and slightly plastic; diffuse smooth boundary.
4	Bt3	50-70	Yellowish red (5YR4/6) clay; fine subangular structure; firm, slightly sticky and slightly plastic; diffuse smooth boundary.
5	Bt4	70-103	Yellowish red (5YR4/6) clay; fine subangular structure; friable, slightly sticky and slightly plastic; diffuse smooth boundary.
6	Bt5	103-135	Yellowish red (5YR5/6) clay; fine subangular structure; friable, slightly sticky and slightly plastic; diffuse smooth boundary.
7	BC	มากกว่า135	Yellowish red (5YR5/6) clay; fine subangular structure; friable, slightly sticky and slightly plastic; diffuse smooth boundary.

หน้าตัดของดินบริเวณพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 8 ปี

พื้นที่บริเวณไร่เหล่าอายุ 8 ปี มีความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 1,134 เมตร การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณเป็นไร่เหล่า ความหนาแน่นของต้นไม้น้อยกว่าที่พบในไร่เหล่า 6 ปี ต้นไม้ที่พบมีจำนวนลำต้นต่อกอลดลง และขนาดลำต้นที่โตมาก ความสูงสามารถแบ่งได้ 2 ระดับคือ กลุ่มที่มีความสูงเกิน 7 เมตร ประกอบด้วย ตองแตบ *Macaranga denticulata* ซึ่งเป็นไม้เด่นของพื้นที่และไม้ที่แตกจากกอ เช่น แพปั้นจั่น *Eurya acumminata* var. *wallichiana* กำยาน*Styrax benzoides* Craib และกลุ่มที่มีความสูงไม่เกิน 5 เมตร เช่น พะยอม Shorea roxburghii G. Don ข้าวสารหลวง *Maesa ramentacea* (Roxb.) A. DC. แต่พบจำนวนน้อยกว่าต้นไม้กลุ่มแรกมาก



ภาพ 14 หน้าตัดดินพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 8 ปี

ตาราง 9 คำอธิบายหน้าตัดดินบริเวณพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 8 ปี

ลำดับ	ชั้นดิน	ความลึก (เซนติเมตร)	รายละเอียด
1	Ap	0-9	Dark reddish brown (5YR3/4) clay; fine subangular structure; friable, slightly sticky and very plastic; gradual smooth boundary
2	Bt1	9-33	Yellowish red (5YR4/6) clay; fine subangular structure; friable, slightly sticky and very plastic; diffuse smooth boundary
3	Bt2	33-60	Strong brown (7.5YR4/6) clay; fine subangular structure; friable, moderately sticky and very plastic; diffuse smooth boundary
4	Bt3	60-88	Strong brown (7.5YR4/6) clay; fine subangular structure; friable, slightly sticky and very plastic; diffuse smooth boundary
5	Bt4	88-118	Yellowish red (5YR5/6) clay; fine subangular structure; friable, slightly sticky and very plastic; diffuse smooth boundary
6	BC	118-150	Yellowish red (5YR5/6) clay; fine subangular structure; friable, slightly sticky and very plastic; diffuse smooth boundary

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพดิน

1. ความหนาแน่นรวม (Bulk density) โดยวิธี Core method
2. เนื้อดิน (Soil texture) โดยวิธี Hydrometer method
3. เสถียรภาพของเม็ดดิน (aggregate stability) โดยวิธี wet-sieve

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีดิน

1. ความเป็นกรด-ด่าง โดยวิธี 1:1 น้ำ
2. ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic matter content) โดยวิธี Walkley and Black (Black, 1965)
3. ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ (Extractable phosphorus) โดยวิธี Bray II (Wayne , 1980) แล้ววัดปริมาณฟอสฟอรัสด้วยเครื่อง Spectrophotometer
4. ปริมาณด่างรวมที่สกัดได้ (Base saturated) ซึ่งประกอบด้วย แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม และโพแทสเซียม (Thomas, 1982)
5. การแลกเปลี่ยนแคตไอออน สกัดด้วย NH_4OAc pH 7 (Thomas, 1982)

ปริมาณเมล็ดวัชพืช

เก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ไร่เหล่าในระยะต่างๆ จะทำการเก็บตัวอย่าง กว้าง 20 cm ยาว 20 เซนติเมตร และสูง 2 เซนติเมตร นำดินที่ได้ไปชั่งน้ำหนัก 500 กรัม นำดินไปเพาะวัชพืชเป็นระยะเวลา 1 เดือน จากนั้นบันทึกผล

บทที่ 4

ผลการวิจัย

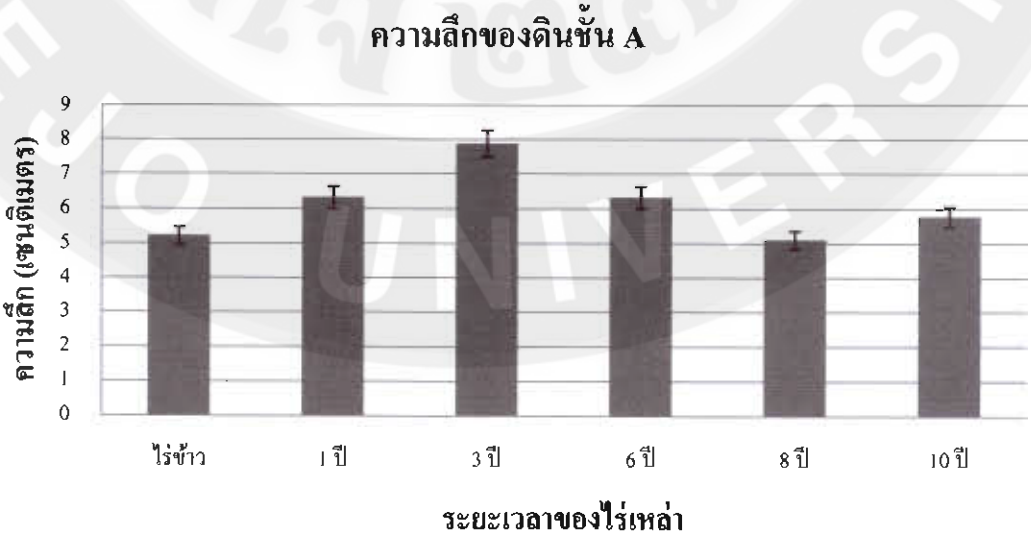
จากการศึกษาเรื่องการฟื้นสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินในระบบไร่หมุนเวียนบนที่สูง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ทำการวิเคราะห์หาคุณสมบัติของดิน และเพาะวัชพืชในแต่ละอายุของไร่เหล่า โดยการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินออกเป็น 2 ประเภทได้แก่ การวิเคราะห์คุณสมบัติของดินทางกายภาพ และการวิเคราะห์หาคุณสมบัติของดินทางเคมี

คุณสมบัติของดิน

คุณสมบัติของดินทางกายภาพ

1. ความลึกของชั้นAp

ชั้นดิน A เป็นดินชั้นบนสุดที่มีการสะสมอินทรียวัตถุจนเห็นเป็นสีคล้ำ ชั้นดินที่ 1 ในการเก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์สมบัติต่างๆ เป็นชั้นดิน Ap คือเป็นดินชั้น A ที่ถูกไถพรวน (ขุด) ความลึกของชั้นดิน Ap ของทุกระยะไร่เลื่อนลอย คือตั้งแต่แปลงปลูกข้าวไร่ จนถึงพื้นที่ที่ถูกปล่อยเป็นไร่เหล่าระหว่าง 1-10 ปี มีความลึกระหว่าง 5–8 เซนติเมตร เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าไม่ต่างกันทางสถิติ



ภาพ 15 กราฟแสดงความลึกของดินในชั้น A ในแต่ละตำรับการทดลอง

2. เนื้อดิน (Soil texture)

จากการศึกษาหาปริมาณของเนื้อดินที่มีความลึกแตกต่างกัน 3 ระดับ โดยวิเคราะห์หาอนุภาคของดิน คือ อนุภาคทราย, อนุภาคทรายแป้ง และอนุภาคเหนียว เพื่อประเมินหาเนื้อดินตามตำรับการทดลองโดยแบ่งดินออกเป็น 3 ระดับ และการวิเคราะห์หาเนื้อดินจะใช้วิธี Hydrometer method ในการวิเคราะห์ พบว่า จากการศึกษาดินที่ระดับความลึกชั้นที่ 1 ปริมาณเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคทราย (Sand) เท่ากับ 13.37, 25.15, 10.22, 16.21, 37.56 และ21.06 เมื่อไร่เหล่าอายุ 0, 1, 3, 6, 8 และ10ปี ตามลำดับ ซึ่งไร่เหล่าอายุ 8 ปีจะมีเปอร์เซ็นต์อนุภาคทรายมากที่สุดคือ 37.56 ส่วนปริมาณเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคทรายแป้ง (Silt)จะไม่ค่อยแตกต่างกันมาก โดยไร่เหล่าอายุ 1 ปี พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคของดินร่วนมากที่สุดคือ 29.64 และน้อยที่สุดจะอยู่ในไร่เหล่าอายุ 10 ปี คือ 20.99 โดยตำรับการทดลองอื่นจะอยู่ในช่วง 27.86–23.57 เปอร์เซ็นต์ และสุดท้ายอนุภาคเหนียว (Clay) พบว่า ไร่เหล่าอายุ 3 ปี มีเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินเหนียวมากที่สุดคือ 65.92 และน้อยที่สุดคือไร่เหล่าอายุ 8 ปี คือ 37.64 เปอร์เซ็นต์

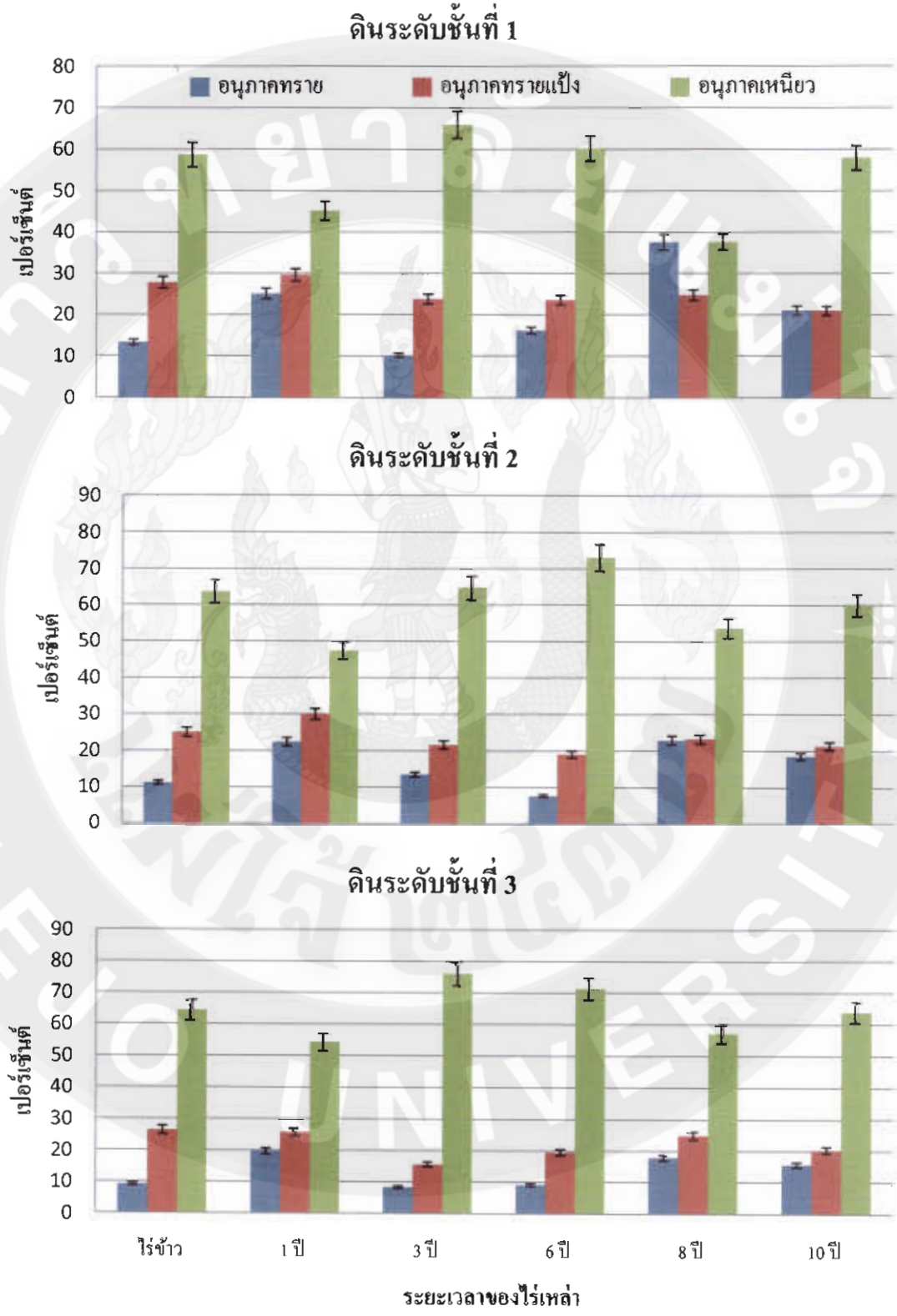
ตาราง 10 แสดงอนุภาคดินแต่ละชนิด และการประเมินเนื้อดิน

ชั้นดิน	ตำรับการทดลอง	อนุภาคดิน (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)			
		อนุภาคทราย	อนุภาคทรายแป้ง	อนุภาคเหนียว	เนื้อดิน
ชั้นที่ 1	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	13.37	27.86	58.78	เหนียว
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	25.15	29.64	45.22	เหนียว
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	10.22	23.86	65.92	เหนียว
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	16.21	23.57	60.22	เหนียว
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	37.56	24.80	37.64	ร่วนเหนียว
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	21.06	20.99	57.95	เหนียว
		อนุภาคดิน (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)			
ชั้นที่ 2	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	11.24	25.07	63.69	เหนียว
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	22.44	30.05	47.51	เหนียว
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	13.54	21.68	64.78	เหนียว
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	7.73	19.14	73.13	เหนียว
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	22.98	23.31	53.71	เหนียว
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	18.56	21.38	60.06	เหนียว
		อนุภาคดิน (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)			
ชั้นที่ 3	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	9.18	26.45	64.38	เหนียว
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	19.73	25.88	54.39	เหนียว
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	8.33	15.62	76.05	เหนียว
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	9.17	19.54	71.30	เหนียว
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	17.89	24.90	57.21	เหนียว
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	15.68	20.36	63.95	เหนียว

จากการศึกษาดินที่ระดับความลึกชั้นที่ 2 พบว่า ปริมาณเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคทราย (Sand) เท่ากับ 11.24, 22.44, 13.54, 7.73, 22.98 และ18.56 เมื่อไร่เหล่าอายุ 0, 1, 3, 6, 8 และ 10 ปี ตามลำดับ ซึ่งไร่เหล่าอายุ 8 ปีจะมีเปอร์เซ็นต์อนุภาคทรายมากที่สุดคือ 22.98 ส่วนปริมาณ

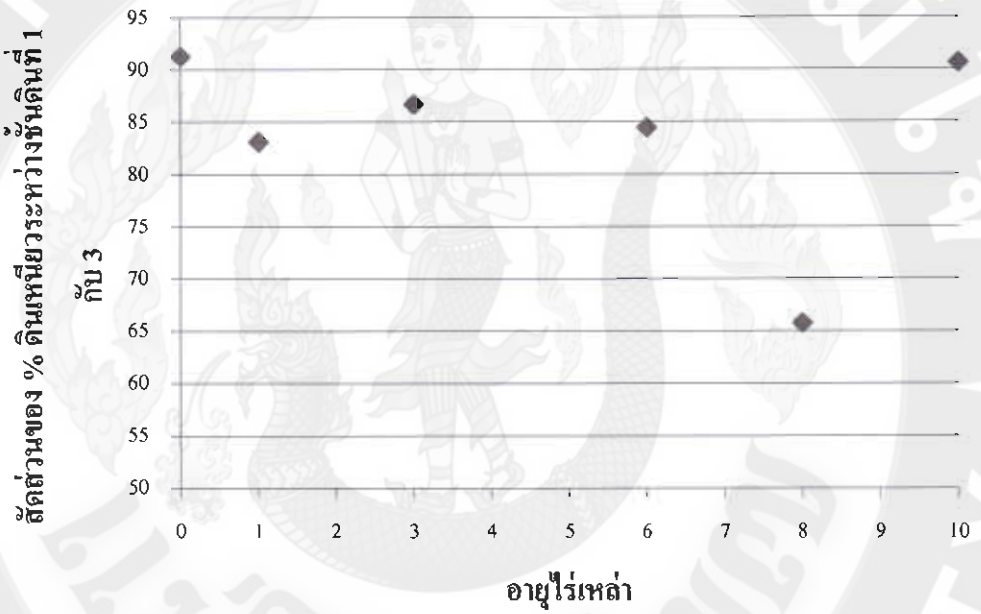
เปอร์เซ็นต์ของอนุภาคทรายแป้ง (Silt) พบว่าเหมือนกับในดินระดับความลึกชั้นที่ 1 กล่าวคือเมื่อพื้นที่ถูกปล่อยทิ้งเป็นไร่เหล่าอายุ 1 ปี จะมีเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินร่วนมากที่สุดที่ 30.05 และสุดท้ายอนุภาคดินเหนียว (Clay) พื้นที่ไร่เหล่าอายุ 6 ปี มีเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินเหนียวมากที่สุด คือ 73.13 ส่วนตำรับการทดลองอื่นๆเปอร์เซ็นต์ดินเหนียวจะอยู่ในช่วง 47.51-64.78 เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษาดินที่ระดับความลึกชั้นที่ 3 พบว่า ปริมาณเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคทราย (Sand) เท่ากับ 9.18, 19.73, 8.33, 9.17 และ 17.89 เมื่อไร่เหล่าอายุ 0, 1, 3, 6, 8 และ10 ปี ตามลำดับ ซึ่งไร่เหล่าอายุ 1 ปีจะมีเปอร์เซ็นต์อนุภาคทรายมากที่สุดคือ 19.73 ส่วนปริมาณเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคทรายแป้ง (Silt) พบว่าดินไร่เหล่าอายุ 0 ปี หรือไร่ข้าวมีเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินร่วนมากที่สุดคือ 26.45 ซึ่งตำรับอื่นจะอยู่ในช่วง 25.88-15.62 เปอร์เซ็นต์ และสุดท้ายอนุภาคเหนียว (Clay)จะพบมากที่สุดเมื่อไร่เหล่าอายุครบ 3 ปี ซึ่งมีค่าของอนุภาคดินเหนียวคือ 76.05 เปอร์เซ็นต์ และน้อยที่สุดจะไร่ข้าว คือ 54.39 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 10)



ภาพ 16 กราฟแสดงอนุภาคของดินในแต่ชั้นดินตามระดับความลึก และพื้นที่ที่แตกต่างกัน

เมื่อคำนวณสัดส่วนของเปอร์เซ็นต์ดินเหนียวระหว่างชั้นดินที่ 1 กับ 3 ของพื้นที่ไร่เหล่าอายุต่างๆ (ภาพที่ 17) เห็นได้ว่าพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 8 ปีมีสัดส่วนต่ำที่สุด ที่ 66 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าดินชั้น A ดั้งเดิมของพื้นที่นี้ยังคงอยู่มากกว่าพื้นที่อื่นๆ ขณะที่สัดส่วนเดียวกันนี้ของพื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าวไร่) และ10 ปี มีสัดส่วนสูงที่สุดที่ คือมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าดินชั้น A ดั้งเดิมของพื้นที่ทั้ง 2 นี้ได้สูญเสียไปโดยการกร่อนของดินภาพแบบต่างๆ อย่างมาก จนดินชั้น B โผล่กลายไปดินชั้น A แทน



ภาพ 17 สัดส่วนของเปอร์เซ็นต์ดินเหนียวระหว่างชั้นดินที่ 1 กับ 3

3. ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density)

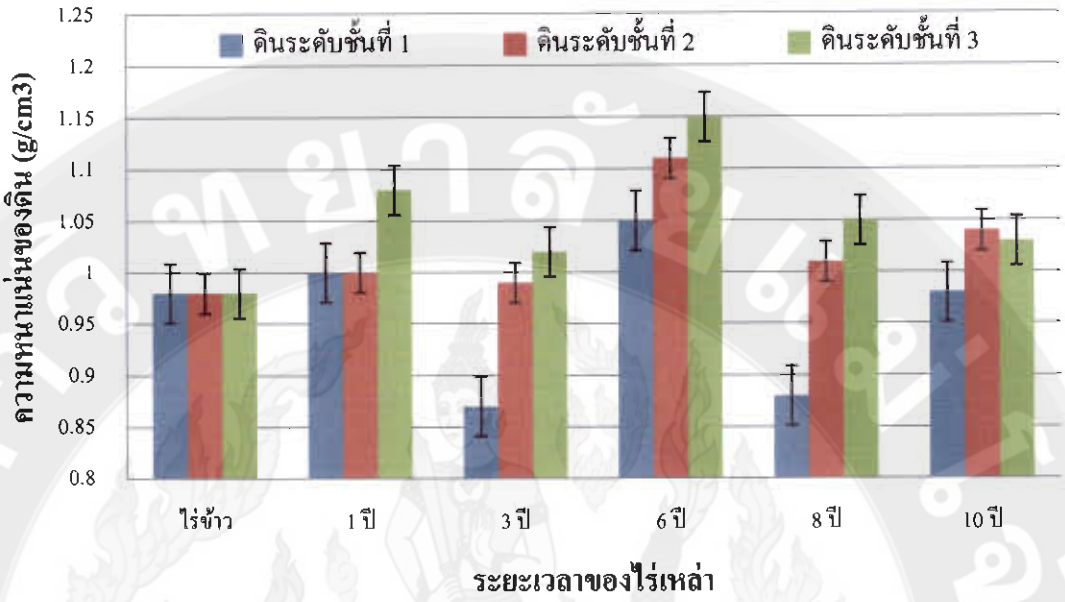
การศึกษาความหนาแน่นรวมของดิน โดยวิธี Core method เก็บตามระดับชั้นความลึกของดินที่แตกต่างกันคือ ดินระดับความลึกชั้นที่ 1 จากผิวดิน, ดินระดับความลึกชั้นที่ 2 จากผิวดิน และดินระดับความลึกชั้นที่ 3 จากผิวดิน ในแต่ละบริเวณพื้นที่ที่ทำการทดลอง ดินที่ระดับความลึกชั้นที่ 1 วัดจากระดับผิวดิน จะพบว่าความหนาแน่นของดินมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) โดยพื้นที่ของไร่เหล่าอายุ 1 และ6 ปี จะมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพื้นที่ไร่เหล่าอายุครบ 10 ปี และพื้นที่ไร่ข้าว ซึ่งจะมีค่า 1.00, 1.05, 9.98 และ0.98 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่ง 2 ดำรับการทดลองข้างต้นจะมีค่าสถิติแตกต่างจากพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 3 ปี และ 8 ปี ส่วนในดินที่ระดับความลึกชั้นที่ 2 และ 3 จะไม่มีความแตกกันทางสถิติ พื้นที่ไร่เหล่าอายุครบ 6 ปีจะมีค่าความหนาแน่นมากที่สุด 1.11 และ1.15 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ในชั้นระดับ

ความลึกที่ 2 และ 3 ตามลำดับ ส่วนตำรับทดลองอื่นๆ ความหนาแน่นของดินจะอยู่ในช่วง 0.98-1.08 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $P<0.01$ ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้ทำทราบว่าระยะเวลาของไร่เหล่าอิทธิพลของความแน่นของดินมีแต่ในดินชั้นที่ 1 แต่ระยะเวลาไม่มีอิทธิพลในดินชั้นที่ 2 และ 3 (ตารางผนวก 1)

ตาราง 11 ความหนาแน่นรวมของดิน

ชั้นดิน	ตำรับการทดลอง	ความหนาแน่นรวมของดิน (g/cm^3)
ชั้นที่ 1	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	0.97 ABC**
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	1.00 A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	0.87 C**
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	1.05 A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	0.88 BC**
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	0.98 AB**
		ความหนาแน่นรวมของดิน (g/cm^3)
ชั้นที่ 2	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	0.98
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	1.00
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	0.99
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	1.11
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	1.01
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	1.04
		ความหนาแน่นรวมของดิน (g/cm^3)
ชั้นที่ 3	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	0.98
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	1.08
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	1.02
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	1.15
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	1.05
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	1.03

หมายเหตุ **ตัวอักษรที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ $P<0.01$



ภาพ 18 กราฟแสดงความหนาแน่นของดิน

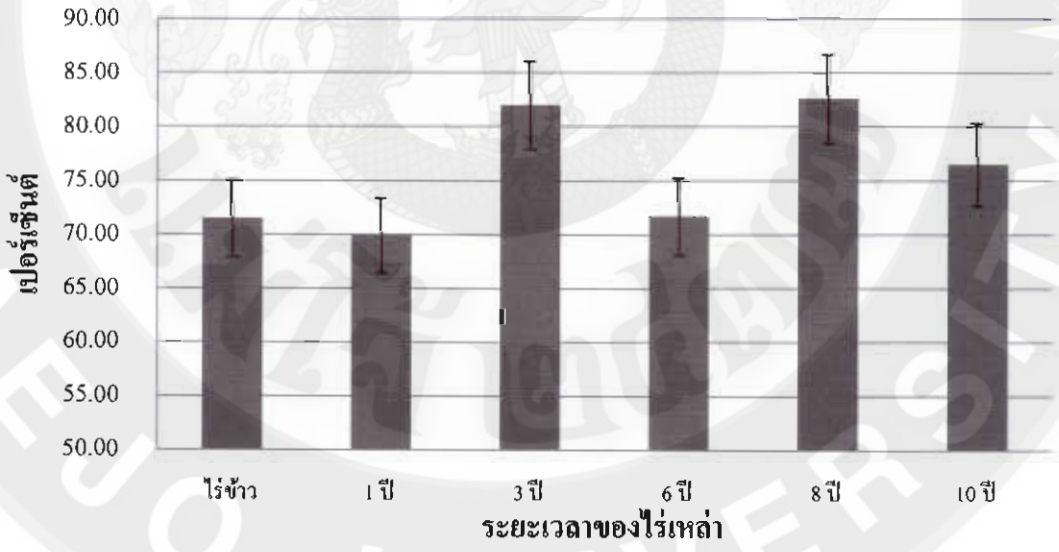
4. เสถียรภาพของเม็ดดิน (soil aggregate stability)

จากการศึกษาเสถียรภาพของเม็ดดินโดยใช้วิธีการร่อนด้วยตะแกรงในน้ำ (Wet-sieving) การเตรียมตัวอย่างดินจะต้องให้ผ่านตะแกรงร่อน 2 มิลลิเมตร แต่ไม่ผ่านตะแกรง 1 มิลลิเมตร จากการวิจัยเสถียรภาพของเม็ดดินในการฟื้นสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินในระบบไร่หมุนเวียนบนที่สูง จังหวัดแม่ฮ่องสอน พบว่า พื้นที่ปลูกข้าวหลังจากมีการเผาและถางป่าทุติยภูมิ และไร่เหล่าอายุ 1 ปี มีความเสถียรภาพของเม็ดดิน 71.50 และ69.95 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.01 แต่พื้นที่ถูกไร่เหล่าอายุ 3 ปีกลับมีเปอร์เซ็นต์เสถียรภาพของเม็ดดินเพิ่มสูงขึ้น คือ 82.00 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่ไร่เหล่าอายุ 6 ปี จะมีเสถียรภาพของเม็ตดินลดลง คือ 71.70 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อไร่เหล่าอายุนาน 8 ปีกลับมีเสถียรภาพของเม็ดดินเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ 82.59 เปอร์เซ็นต์ และในไร่เหล่าอายุนาน 10 ปีมีเปอร์เซ็นต์ของเสถียรภาพของเม็ดดินลดลงเล็กน้อย คือ 76.51 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวก 2)

ตาราง 12 เสถียรภาพของเม็ดดิน

ชั้นดิน	ตำรับการทดลอง	เสถียรภาพของเม็ดดิน (เปอร์เซ็นต์)
ชั้นที่ 1	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	71.50 B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	69.95 B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	82.00 A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	71.70 B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	82.59 A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	76.51 AB**

หมายเหตุ **ตัวอักษรที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ P<0.01



ภาพ 19 กราฟแสดงความเป็นเสถียรภาพของเม็ดดิน

คุณสมบัติทางเคมีของดิน

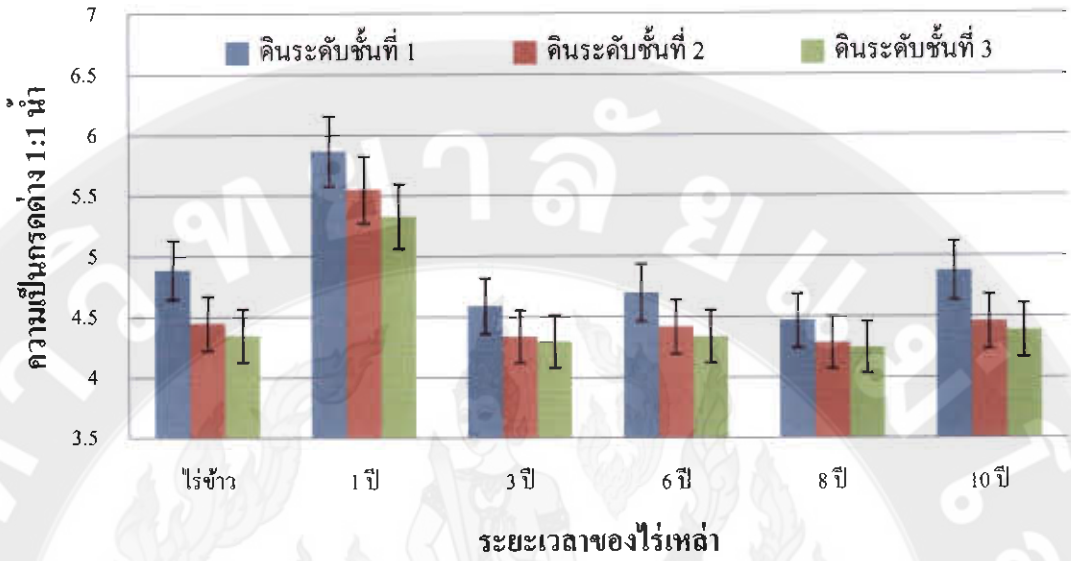
1. ความเป็นกรดด่าง (pH)

จากการศึกษาความเป็นกรดด่างในหมู่บ้านหนองขาวกลางในพื้นที่ของไร่ข้าว และพื้นที่ที่ไร่เหล่าอายุนาน 1, 3, 6, 8 และ10ปี โดยใช้การหาความเป็นกรดด่างโดยวิธี 1:1 โดยใช้ ดิน 1 ส่วน: น้ำ 1 ส่วน ในดินที่มีระดับชั้นความลึกที่แตกต่างกัน 3 ระดับพบว่า ความเป็นกรดด่างของดินทั้ง 3 ระดับมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ $P<0.01$ พบว่าพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 1 ปีจะมีค่าความเป็นกรดด่างสูงที่สุดคือ 5.87, 5.55 และ 5.33 ตามลำดับของระดับความลึกของดินแต่ละชั้นคือชั้นที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งในระดับความลึกชั้นที่ 1 พื้นที่ไร่เหล่าอายุ 0, 3, 6, 8 และ 10 ปี มีความมีค่าความเป็นกรดด่าง 4.89, 4.59, 4.70, 4.47 และ 4.88 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่อย่างไรก็ดามทุกพื้นที่จะมีความแตกต่างกันทางสถิติกับพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 1 ปี โดยค่าเฉลี่ยของความเป็นกรดด่างในดินระดับความลึกที่ 1 มีค่า 4.90 ในดินที่ระดับความลึกชั้นที่ 2 และ3 จะมีแนวโน้มเหมือนกันกับระดับความลึกชั้นแรก โดยจะมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรดด่าง 4.59 และ4.59 ตามลำดับ (ตารางผนวก 3)

ตาราง 13 ความเป็นกรดด่างวิเคราะห์โดย 1:1 น้ำ

ชั้นดิน	ตำรับการทดลอง	ความเป็นกรดด่าง 1:1 น้ำ
ชั้นที่ 1	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	4.89 B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	5.87 A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	4.59 B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	4.70 B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	4.47 B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	4.88 B**
		ความเป็นกรดด่าง 1:1 น้ำ
ชั้นที่ 2	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	4.45 B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	5.55 A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	4.34 B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	4.42 B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	4.29 B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	4.46 B**
		ความเป็นกรดด่าง 1:1 น้ำ
ชั้นที่ 3	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	4.35 B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	5.33 A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	4.30 B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	4.34 B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	4.25 B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	4.39 B**

หมายเหตุ **ตัวอักษรที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ P<0.01



ภาพ 20 กราฟแสดงความเป็นกรดด่าง

2. อินทรียวัตถุ (Organic matter)

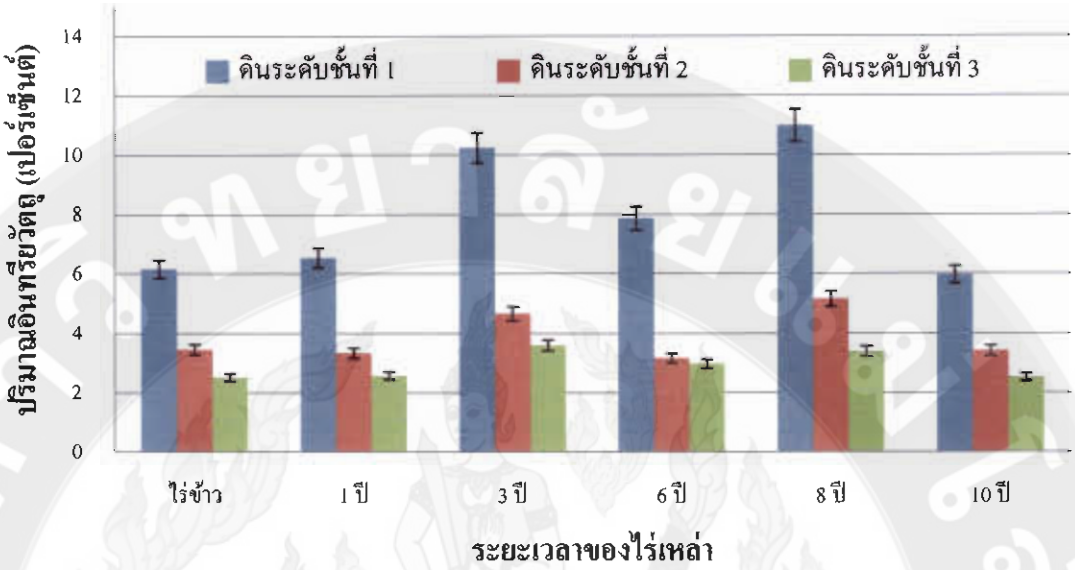
จากการศึกษาปริมาณอินทรียวัตถุในพื้นที่ที่ทำการเกษตร และพื้นที่ไร่เหล่าที่มีอายุต่างกัน ในชั้นดินที่มีระดับความลึกแตกต่างกัน 3 ชั้น คือ ชั้นที่ ดินระดับชั้นที่ 1, ดินระดับความลึกชั้นที่ 2 และดินระดับความลึกชั้นที่ 3 โดยการหาปริมาณของอินทรียวัตถุทำโดยวิธีการของ Walkley and Black โดยพบว่า ดินที่ระดับความลึกชั้นที่ 1 หลังจากการมีการตัดและเผาพื้นที่ป่า พบว่า อินทรียวัตถุในไร่ข้าว หรือพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 0 ปี และพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 1 ปีมีค่าอินทรียวัตถุ 6.16-6.54 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มสูงขึ้นจาก 6.54 เป็น 10.25 เปอร์เซ็นต์เมื่อไร่เหล่าอายุครบ 3 ปี จากนั้นจะลดลงเมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 6 ปี แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 8 ปี ปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นอีกครั้ง ซึ่งในตำรับการทดลองนี้เองมีปริมาณของอินทรียวัตถุมากที่สุด คือ 11.00 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรียวัตถุกลับลดลงอีกครั้งเมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 10 ปี ดินที่ระดับความลึกชั้นที่ 2 จะมีแนวโน้มเหมือนกับในดินที่ระดับความลึกในชั้นที่ 1 โดยจะมีค่าสูงขึ้นในตำรับการทดลองเมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 3 และ 8 ปี มีปริมาณอินทรียวัตถุ 4.67 และ 5.16 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 2 ตำรับการทดลองนี้จะมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 0, 1, 6 และ 10 ปี ซึ่งจะมีปริมาณอินทรียวัตถุ 3.47, 3.35, 3.18 และ 3.43 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ดินที่ระดับความลึกชั้นที่ 3 พื้นที่ไร่เหล่าอายุ 0,1, 3, 6, 8 และ 10 ปีมีปริมาณอินทรียวัตถุ 2.53, 2.59, 3.61, 2.99,

3.41 และ 2.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวก 4)

ตาราง 14 ปริมาณอินทรียวัตถุ

ชั้นดิน	ตำรับการทดลอง	ปริมาณอินทรียวัตถุ(เปอร์เซ็นต์)
ชั้นที่ 1	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	6.16 B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	6.54 B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	10.25 A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	7.88 B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	11.0 A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	5.96 B**
		ปริมาณอินทรียวัตถุ(เปอร์เซ็นต์)
ชั้นที่ 2	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	3.47 B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	3.35 B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	4.67 A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	3.18 B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	5.16 A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	3.43 B**
		ปริมาณอินทรียวัตถุ(เปอร์เซ็นต์)
ชั้นที่ 3	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	2.53
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	2.59
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	3.61
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	2.99
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	3.41
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	2.54

หมายเหตุ **ตัวอักษรที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.01



ภาพ 21 กราฟแสดงปริมาณอินทรียวัตถุ

3. ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchange Capacity)

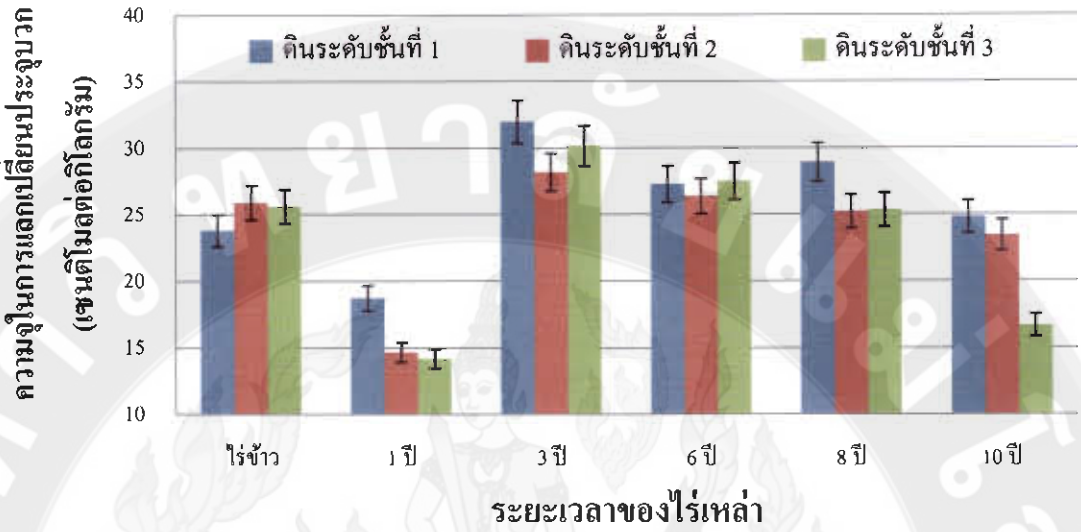
ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก หรือเรียกว่า CEC จากการศึกษาในดินที่มีความลึก 3 ระดับชั้น โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณของ CEC ในพื้นที่ที่แตกต่างกันในเรื่องของระยะเวลาของไร่เหล่า และไร่ข้าว โดยวิธี สกัดด้วย NH_4OAc pH 7 ในการวิเคราะห์ จากการศึกษาความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก พบว่า ดินชั้นที่ 1 พื้นที่ไร่เหล่าอายุ 0 ปี มีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกมีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก 23.8 เซนติโมลต่อกิโลกรัม จากนั้นกลับลดลงเหลือ 18.74 เซนติโมลต่อกิโลกรัม เมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 1 ปี พื้นที่ไร่เหล่าอายุ 3 ปี มีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงที่สุดคือ 31.97 เซนติโมลต่อกิโลกรัม และลดลงเพิ่มขึ้นสลับกันไปคือ 27.30, 28.93, และ 24.82 เซนติโมลต่อกิโลกรัมในพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 6, 8 และ10 ปี ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 25.93 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ดินชั้นที่ 2 ไร่ข้าว, พื้นที่ไร่เหล่าอายุ 3, 6, 8 และ 10 ปี มีค่า 25.92, 28.20, 26.39, 25.23 และ 23.43 เซนติโมลต่อกิโลกรัมไม่มีความต่างกันทางสถิติ แต่จะต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 1 ปี ส่วนดินชั้นที่ 3 พื้นที่ปลูกข้าวมีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกมีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก 25.63 เซนติโมลต่อกิโลกรัม จากนั้นกลับลดลงเหลือ 14.21 เซนติโมลต่อกิโลกรัม เมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 1 ปี พื้นที่ไร่เหล่าอายุ 3 ปี มีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงที่สุดคือ 30.16 เซนติโมลต่อกิโลกรัม และลดลงเล็กน้อยเมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 6-8 ปีมีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในช่วง 25.34-

27.51 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ส่วนพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 10 ปีมีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก 16.69 เซนติโมลต่อกิโลกรัม (ตารางผนวก 5)

ตาราง 15 ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก

ชั้นดิน	ตำรับการทดลอง	ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cmol/kg)	
ชั้นที่ 1	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	23.8	C**
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	18.74	D**
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	31.97	A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	27.3	ABC**
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	28.93	AB**
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	24.82	BC**
		ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cmol/kg)	
ชั้นที่ 2	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	25.92	A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	14.69	B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	28.20	A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	26.39	A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	25.23	A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	23.43	A**
		ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cmol/kg)	
ชั้นที่ 3	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	25.63	A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	14.21	B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	30.16	A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	27.51	A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	25.34	A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	16.69	B**

หมายเหตุ **ตัวอักษรที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ P<0.01



ภาพ 22 กราฟแสดงความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก

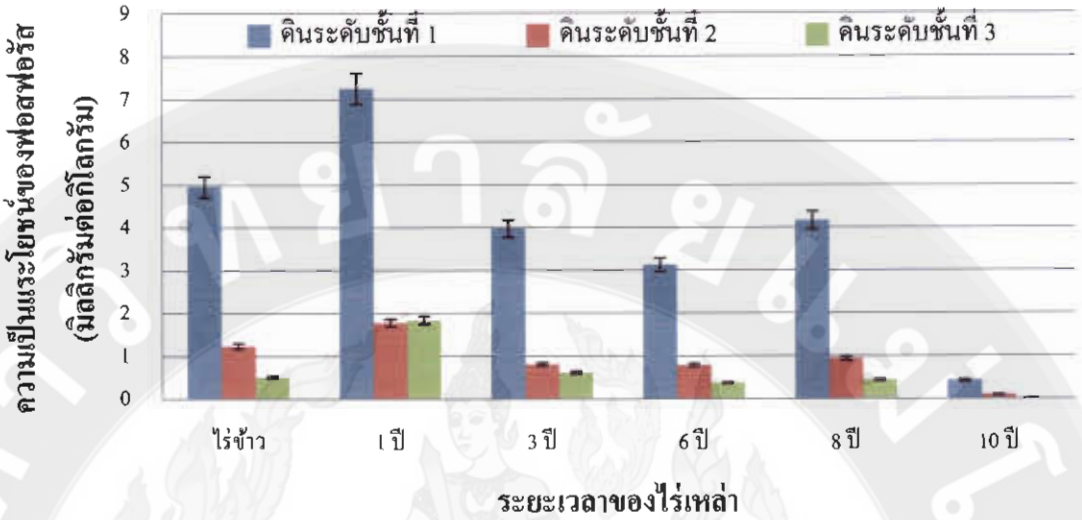
4. ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส

ในการศึกษาพื้นที่ไร่เหล่าที่แตกต่างกันตั้งแต่ 1, 3, 6, 8, 10 ปี และไร่ข้าว ของชั้นดินตามละดับความลึกของดินที่แตกต่างกัน 3 ระดับ พบว่า ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินชั้นที่ 1 มีค่า 4.96, 7.25, 3.98, 3.13, 4.17 และ 0.43 มิลลิโมลต่อกิโลกรัมโดยเรียงลำดับได้แก่ พื้นที่ปลูกข้าว, พื้นที่ไร่เหล่าอายุ 1, 3, 6, 8 และ 10 ปี ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อพื้นที่ถูกไร่เหล่าอายุ 1 ปี มีปริมาณความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสมากที่สุดมีค่า 7.25 มิลลิโมลต่อกิโลกรัม และปริมาณความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสน้อยที่สุดอยู่ในพื้นที่ไร่เหล่าอายุครบ 10 ปี มีค่า 0.43 มิลลิโมลต่อกิโลกรัม ส่วนดินชั้นที่ 2 จะมีปริมาณความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสน้อยกว่าในดินชั้นที่ 1 โดยพื้นที่ปลูกข้าวมีปริมาณความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส 1.24 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พื้นที่ไร่เหล่าอายุ 1, 3, 6, 8 และ 10 ปี มีปริมาณความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส 1.78, 0.81, 0.79, 0.95 และ 0.1 มิลลิโมลต่อกิโลกรัมตามลำดับ และในดินชั้นที่ 3 พบว่ามีปริมาณความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสมากที่เมื่อปล่อยให้พื้นที่ไร่เหล่าอายุ 1 ปีมีค่า 1.84 มิลลิโมลต่อกิโลกรัม ส่วนตำรับการทดลองที่เหลือจะอยู่ในช่วง 0.02-0.62 มิลลิโมลต่อกิโลกรัม (ตารางผนวก 6)

ตาราง 16 ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส

ชั้นดิน	ตำรับการทดลอง	ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส ได้ (มก./กก.)	
ชั้นที่ 1	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	4.96	AB**
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	7.25	A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	3.98	AB**
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	3.13	AB**
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	4.17	AB**
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	0.43	B**
		ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสได้ (มก./กก.)	
ชั้นที่ 2	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	1.24	A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	1.78	A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	0.81	AB**
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	0.79	AB**
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	0.95	AB**
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	0.1	B**
		ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส ได้ (มก./กก.)	
ชั้นที่ 3	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	0.51	B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	1.84	A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	0.62	B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	0.38	B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	0.44	B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	0.02	B**

หมายเหตุ **ตัวอักษรที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ P<0.01



ภาพ 23 กราฟแสดงความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส

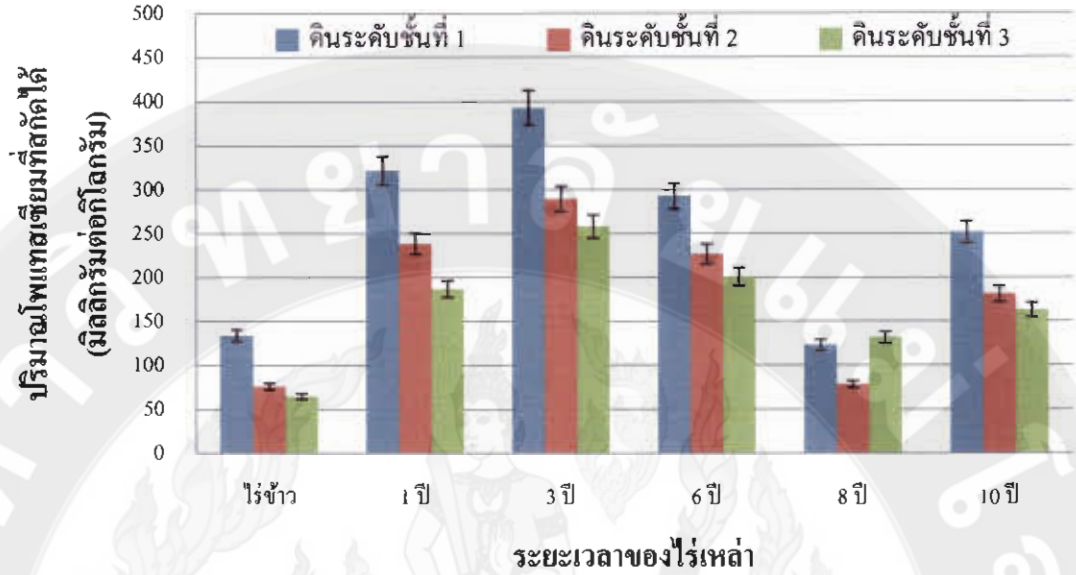
5. ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้

จากการศึกษาปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในระยะเวลาของไร่เหล่าที่แตกต่างและในระดับของดินที่แตกต่างกัน 3 ระดับบริเวณหมู่บ้านหนองขาวกลาง พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินชั้นแรกในพื้นที่ปลูกข้าวไร่พบปริมาณของโพแทสเซียมที่สกัดได้ 134 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังจากนั้นปริมาณของโพแทสเซียมที่สกัดได้จะเพิ่มขึ้นเมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 1-6 ปี โดยมีค่าระหว่าง 293-393 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อย่างไรก็ตามพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 8 ปีปริมาณของโพแทสเซียมจะลดลงเหลือ 123 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่กลับเพิ่มเล็กน้อยเมื่อไร่เหล่าอายุ ครบ 10 ในดินชั้นที่ 2 พื้นที่ทำการเกษตรมีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้น้อยที่สุดคือ 76 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และซึ่งมีแนวโน้มเหมือนกับในดินชั้นที่1 เมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 1-6 ปี พบว่าปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในช่วง 227-290 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และลดเหลือ 79 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมเมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 8 ปี แต่ปริมาณโพแทสเซียมจะสูงขึ้นเล็กน้อยคือ 181 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนในดินชั้นที่ 3 ก็เช่นเดียวกัน พื้นที่ปลูกข้าวมีปริมาณของโพแทสเซียมน้อยทีสุดคือ 65 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากนั้นเพิ่มขึ้นและลดลงสลับกันไปเหมือนในดินชั้นที่ 1 และ2 โดยมีปริมาณของโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในช่วง 163-258 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจากการทำลองจะเห็นได้ว่าที่ตำรับการทดลองในดินแต่ละชั้นมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ $P<0.01$ (ตารางผนวก 7)

ตาราง 17 ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้

ชั้นดิน	ตำรับการทดลอง	ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ (มก./กก.)	
ชั้นที่ 1	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	134	C**
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	322	AB**
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	393	A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	293	AB**
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	123	C**
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	252	BC**
		ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ ได้ (มก./กก.)	
ชั้นที่ 2	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	76	B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	239	A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	290	A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	227	A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	79	B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	181	AB**
		ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ ได้ (มก./กก.)	
ชั้นที่ 3	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	65	C**
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	187	AB**
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	258	A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	201	AB**
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	132	BC**
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	163	ABC**

หมายเหตุ **ตัวอักษรที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ P<0.01



ภาพ 24 กราฟแสดงปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้

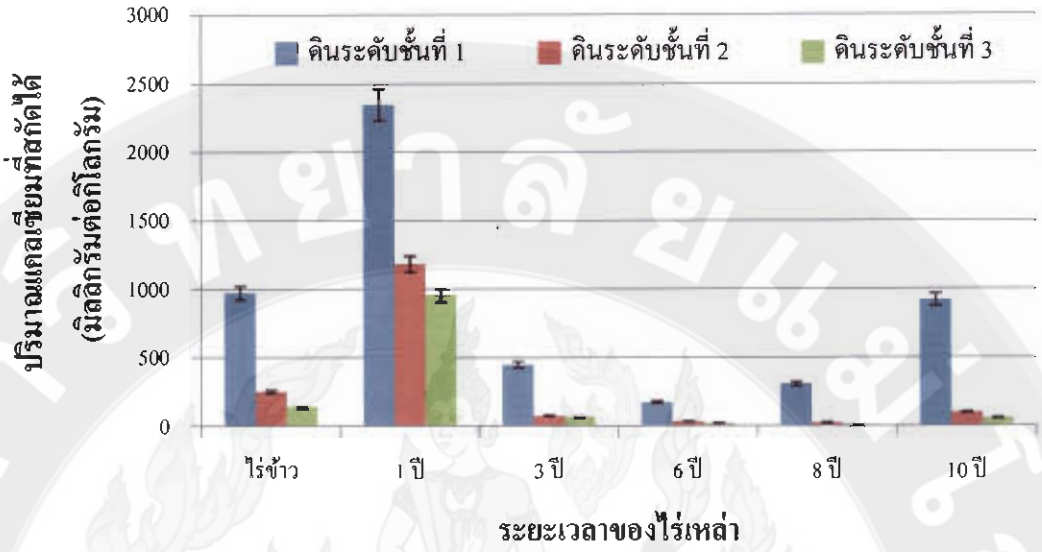
6. ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้

จากการศึกษาปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ในระยะเวลาของไร่เหล่าที่แตกต่าง และในระดับของดินที่แตกต่างกัน 3 ระดับบริเวณหมู่บ้านหนองขาวกลาง พบว่า ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ในดินชั้นที่ 1 พื้นที่ไร่เหล่าอายุ 0 ปี มีปริมาณของแคลเซียม 973 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่กลับเพิ่มขึ้นมากที่สุดในพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 1 ปี ซึ่งมีปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ 1,174 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และลดลงเมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 3-10 ปี ซึ่งมีปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้อยู่ในช่วงระหว่าง 176-920 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในดินชั้นที่ 2 และ3 ก็เป็นไปทางกันกับในดินชั้นที่ 1 โดยพบว่าในพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 1 ปีจะมีปริมาณมากที่สุดคือ 591 และ 479 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้จะอยู่ในช่วงระหว่าง 25-253 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 13-143 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมในดินชั้นที่ 2 และ 3 ตามลำดับ (ตารางผนวก 8)

ตาราง 18 ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้

ชั้นดิน	ตำรับการทดลอง	ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ ได้ (มก./กก.)	
ชั้นที่ 1	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	973	AB**
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	1,174	A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	449	ABC**
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	176	C**
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	309	BC**
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	920	AB**
		ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ ได้ (มก./กก.)	
ชั้นที่ 2	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	253	B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	591	A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	77	B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	36	B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	25	B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	102	B**
		ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ ได้ (มก./กก.)	
ชั้นที่ 3	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	143	B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	479	A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	68	B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	23	B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	13	B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	59	B**

หมายเหตุ **ตัวอักษรที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ P<0.01



ภาพ 25 กราฟแสดงปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้

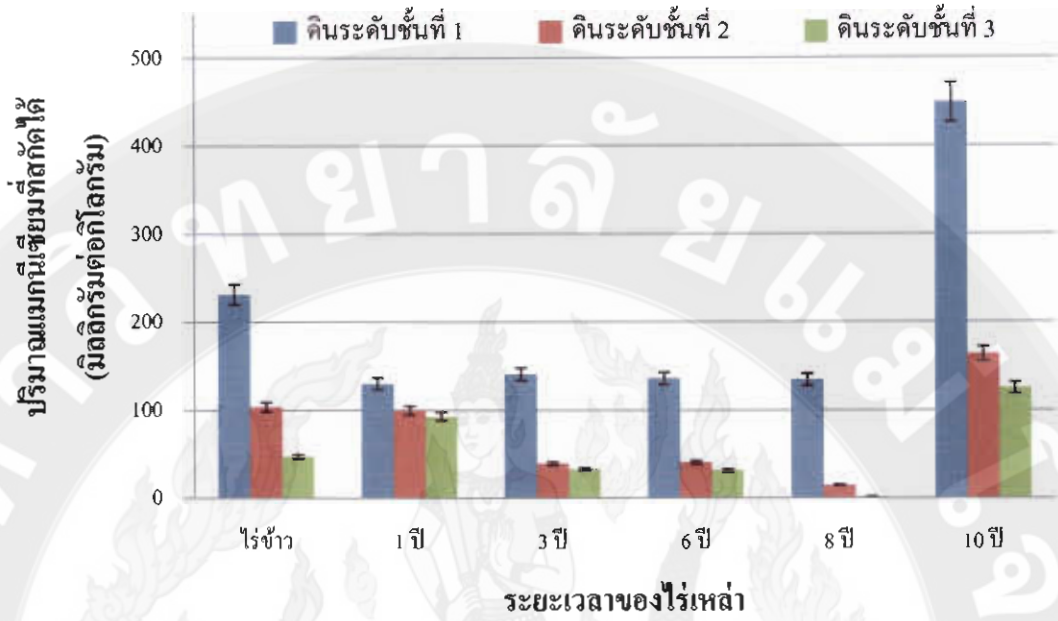
7. ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้

จากการศึกษาปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ในระยะเวลาของไร่เหล่าที่แตกต่าง และในระดับของดินที่แตกต่างกัน 3 ระดับบริเวณหมู่บ้านหนองขาวกลาง พบว่า ดินชั้นที่ 1 พบว่าปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ตั้งแต่ตำรับที่เป็นไร่ข้าวจนถึงพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 8 ปี (0 year fallow - 8 years fallow) มีปริมาณของแมกนีเซียมที่สกัดได้เพิ่มขึ้นและลดลงสลับกันอยู่ในช่วงระหว่าง 130-232 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ทุกตำรับการทดลองในข้างต้นจะมีความต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) กับพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 10 ปี ซึ่งมีปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้มากที่สุดคือ 450 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในดินชั้นที่ 2 และ 3 มีแนวโน้มเหมือนกับดินชั้นที่ 1 โดยปริมาณของแมกนีเซียมที่สกัดได้มีการสลับขึ้นลง ซึ่งมีค่า 104 100 39 41 15 และ 164 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับคือ ไร่ข้าว, พื้นที่ไร่เหล่าอายุ 1, 3, 6, 8 และ 10 ปี ซึ่งเมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ นาน 10 ปีจะมีปริมาณแมกนีเซียมมากที่สุดในดินชั้นที่ 2 และ 48, 93, 33, 32, 2 และ 126 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ คือ ไร่ข้าว, พื้นที่ไร่เหล่าอายุ 1, 3, 6, 8 และ 10 ปี ซึ่งเมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ นาน 10 ปีจะมีปริมาณแมกนีเซียมมากที่สุดเช่นเดียวกันกับดินชั้นที่ 1, 2, และ 3 (ตารางผนวก 9)

ตาราง 19 ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้

ชั้นดิน	ตำรับการทดลอง	ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ ได้ (มก./กก.)	
ชั้นที่ 1	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	232	B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	130	B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	141	B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	136	B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	135	B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	450	A**
		ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ ได้ (มก./กก.)	
ชั้นที่ 2	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	104	AB**
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	100	AB**
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	39	BC**
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	41	BC**
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	15	C**
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	164	A**
		ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ ได้ (มก./กก.)	
ชั้นที่ 3	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	48	BC**
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	93	AB**
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	33	BC**
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	32	BC**
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	2	C**
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	126	A**

หมายเหตุ **ตัวอักษรที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ P<0.01



ภาพ 26 กราฟแสดงปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้

วัชพืช

จากการสำรวจจำนวนของวัชพืชในแต่ละพื้นที่ศึกษาของไร่เหล่าที่มีอายุแตกต่างกันในหมู่บ้านหนองขาวกลาง โดยเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ 800 ตารางเซนติเมตรในแต่ละตำรับการทดลอง โดยเก็บ 36 ตัวอย่างต่อ 1 หน่วยการทดลอง นำดิน 500 กรัมไปเพาะหาจำนวนวัชพืชในพื้นที่ 800 ตารางเซนติเมตร พบว่า ใบเลี้ยงเดี่ยวในพื้นที่ปลูกข้าว พื้นที่ไร่เหล่าอายุ 1, 3, 6, 8 และ 10 ปี มีจำนวนวัชพืชคือ 1.61, 0.22, 0.19, 2.81, 0.90, 0.11 ต้นตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 6 ปี จำนวนของใบเลี้ยงเดี่ยวมากที่สุด และน้อยที่สุดเมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 10 ปี

จากการศึกษาใบเลี้ยงคู่ พบว่า เมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 3 ปี และ 8 ปีมีจำนวนของใบเลี้ยงคู่มากที่สุดคือ 22.39 และ 28.19 ต้นตามลำดับ และจำนวนใบเลี้ยงคู่น้อยที่สุดเมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 10 ปี พบว่ามีจำนวนของใบเลี้ยงคู่ คือ 2.53 ต้น ส่วนในตำรับการทดลองอื่นๆจะอยู่ในช่วง 6.19-13.06 ต้น

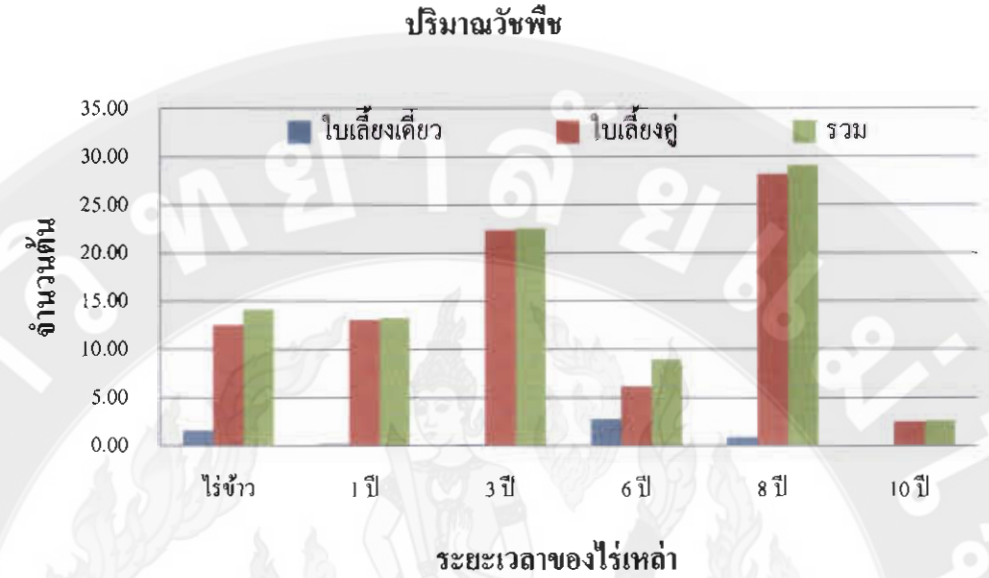
เมื่อนำข้อมูลใบเลี้ยงเดี่ยว และใบเลี้ยงคู่ในแต่ละตำรับการทดลองมารวมกันพบว่าจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อไร่เหล่าอายุ 3 ปี และจะลดลงในเมื่อไร่เหล่าอายุ 6 ปี แต่กลับเพิ่มสูงขึ้นเมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 8 ปี ซึ่งพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 10 ปีจะลดลง พื้นที่ไร่เหล่าอายุ 3 ปี และ 8 ปีมีจำนวนของใบเลี้ยงคู่มากที่สุดคือ 22.58 และ 29.09 ต้นตามลำดับและจำนวนใบเลี้ยงคู่น้อยที่สุดเมื่อพื้นที่ไร่เหล่า

อายุ 10 ปี พบว่ามีจำนวนของใบเลี้ยงคู่ คือ 2.64 ต้น ส่วนในตำรับการทดลองอื่นๆจะอยู่ในช่วง 9.00-14.14 ต้น (ตารางผนวก 10)

ตาราง 20 ปริมาณวัชพืชในดิน 500 กรัม

ชนิดวัชพืช	ตำรับการทดลอง	ปริมาณวัชพืชต่อดิน 500 กรัม (ต้น)
ใบเลี้ยงเดี่ยว	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	1.61 AB**
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	0.22 B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	0.19 B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	2.81 A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	0.90 B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	0.11 B**
		ปริมาณวัชพืชต่อดิน 500 กรัม (ต้น)
ใบเลี้ยงคู่	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	12.53 B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	13.06 B**
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	22.39 A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	6.19 BC**
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	28.19 A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	2.53 C**
		ปริมาณวัชพืชต่อดิน 500 กรัม (ต้น)
รวม	พื้นที่ไร่เหล่า 0 ปี (ปลูกข้าว)	14.14 BC**
	พื้นที่ไร่เหล่า 1 ปี	13.28 BC**
	พื้นที่ไร่เหล่า 3 ปี	22.58 AB**
	พื้นที่ไร่เหล่า 6 ปี	9.00 CD**
	พื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี	29.09 A**
	พื้นที่ไร่เหล่า 10 ปี	2.64 D**

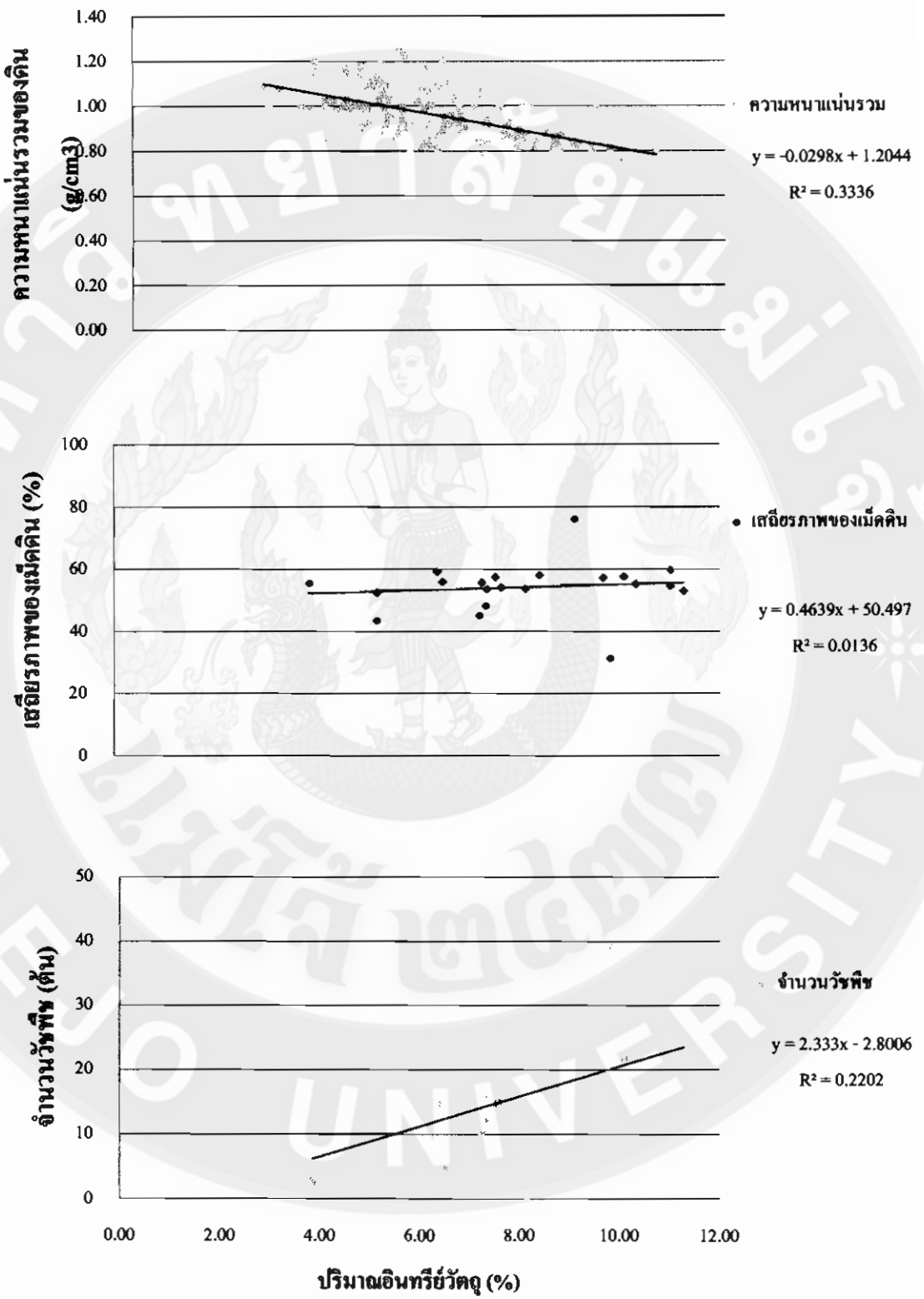
หมายเหตุ **ตัวอักษรที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ $P<0.01$



ภาพ 27 กราฟแสดงจำนวนของต้นวัชพืชในแต่ละตำรับการทดลอง

ความสัมพันธ์ระหว่าง ความหนาแน่นรวมของดิน เสถียรภาพของเม็ดดิน และปริมาณวัชพืช กับอินทรียวัตถุ

พบว่าเฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรวมกับปริมาณอินทรียวัตถุเท่านั้นที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการความสัมพันธ์ระหว่างเสถียรภาพของเม็ดดิน ปริมาณ และปริมาณวัชพืชกับปริมาณอินทรียวัตถุนั้นไม่มีมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพ 28 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความหนาแน่นรวมของดิน เสถียรภาพของเม็ดดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณวัชพืช ในระยะเวลาที่ต่างกันของไร่เหล่า

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการวิจัย

คุณสมบัติทางกายภาพของดิน

1. ความลึกของดินชั้น Ap

อธิบายความหมายของดินชั้น Ap สรุปได้ว่าความลึกหรือความหนาของชั้น Ap ถูกควบคุมโดยความลึกของการขุดดินในการทำไร่ของเกษตรกร ระยะเวลาที่ถูกทิ้งเป็นไร่เหล่าจึงไม่มีผลให้ชั้น Ap หนาขึ้น

ชั้นดิน A เป็นดินชั้นบนสุดที่มีการสะสมอินทรียวัตถุจนเห็นเป็นสีคล้ำ ชั้นดินที่ 1 ในการเก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์สมบัติต่างๆ เป็นชั้นดิน Ap คือเป็นดินชั้น A ที่ถูกไถพรวน (ขุด) จนขอบรอยต่อระหว่างชั้น A กับชั้น B ค่อนข้างชัดเจน ปัจจัยหลักที่ควบคุมความลึกของดินชั้น Ap คือความลึกของการไถพรวน ในกรณีของไร่เลื่อนลอยที่เกษตรกรขุดด้วยมือซึ่งจะลึกประมาณ 10 เซนติเมตร เนื่องจากพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน (slope complex) ทำให้มีการสูญเสียหน้าดิน จึงทำให้ความลึกของดินชั้น A ที่พบมีความลึกระหว่าง 5 – 8 เซนติเมตร ซึ่งเป็นความลึกที่ใกล้เคียงกับการศึกษาของ พิณทิพย์ และคณะ (2541) ในดินป่าดิบเขาในบริเวณลุ่มน้ำทดลองของสถานีวิจัยลุ่มน้ำวัง จังหวัดเชียงราย

2. เนื้อดิน

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างอนุภาคดินเหนียวของดินทั้ง 3 ชั้นในของพื้นที่ศึกษาแต่ละพื้นที่ พบว่าในพื้นที่ไร่เหล่า 8 ปี ดินชั้นบนสุดมีเปอร์เซ็นต์ดินเหนียวต่ำกว่าดินชั้นดินชั้นที่ 2 และ 3 อย่างชัดเจน และต่ำกว่าของดินชั้นบนของไร่เหล่าระยะอื่นๆ รวมถึงพื้นที่ปลูกข้าวไร่ (ตารางที่ 7) ความแตกต่างที่ไม่ชัดเจนระหว่างเปอร์เซ็นต์ดินเหนียวในดินชั้นบนกับดินชั้น 2 และ 3 ของไร่เหล่าระยะอื่นๆ ยกเว้น ระยะ 8 ปีนี้แสดงให้เห็นว่าดินชั้น A ดั้งเดิมของพื้นที่ไร่ระยะอื่นๆ ทุกระยะได้สูญเสียไปจากพื้นที่ และดินชั้น B ได้พัฒนามาเป็นชั้น Ap ในปัจจุบัน

เปอร์เซ็นต์ดินเหนียวของดินทุกพื้นที่ไร่เหล่าและทุกชั้นดินปัจจุบันเป็นดินชั้น B ดั้งเดิม (ยกเว้นดินชั้นบนของไร่เหล่าระยะ 8 ปี ซึ่งเป็นดินชั้น A ดั้งเดิม) ผันแปรอยู่ระหว่าง 45.22 ถึง 76.05 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดเป็นเนื้อดินเหนียวทั้งหมด จากความผันแปรของเปอร์เซ็นต์ในระดับนี้จึงน่าจะอนุมานได้ว่าดินในทุกพื้นที่ไร่เหล่าที่ได้ศึกษาเป็นดินที่มีกำเนิดจากหินวัตถุต้นกำเนิดชนิดเดียวกัน

ไม่พบแนวโน้มที่ชัดเจนของความผันแปรของเปอร์เซ็นต์ดินทราย ดินทรายแป้ง และดินเหนียวตามอายุการปล่อยพื้นที่ให้ป่าธรรมชาติฟื้นตัวในสภาพไร่เหล่า 1–10 ปี เนื่องจากเนื้อดินเป็นสมบัติของดินที่เสถียร การใช้ดินเพื่อการเกษตรโดยปกติในช่วงอายุคน ๆ หนึ่งไม่ทำให้เนื้อดินเปลี่ยนแปลงโดยตรง การกร่อนแบบแผ่น (Sheet erosion) ทำให้เกิดการสูญเสียอนุภาคดินขนาดทรายแป้งและดินเหนียวเป็นสัดส่วนมากกว่าอนุภาคขนาดทราย ดังนั้นการกร่อนแบบแผ่นจึงทำให้ชั้นดินบาง ๆ ที่ใกล้ผิวดินมีเนื้อดินหยาบขึ้น คือมีกลุ่มอนุภาค ขนาดทรายเป็นสัดส่วนมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับดินในที่เดียวกันที่ไม่เกิดการกร่อน การกร่อนทำให้เนื้อดินเปลี่ยนแปลงได้โดยอ้อมอีกประการหนึ่งคือ การกร่อนที่เกิดขึ้นจนดินชั้นบน(ชั้น A) สูญเสียไปหมดและมีดินชั้นล่าง (ชั้น B) โผล่เป็นผิวดินแทน ในกรณีนี้ทำให้พื้นที่ นั้นมีเนื้อดินละเอียดขึ้น เนื่องจากดินชั้น B โดยทั่วไปมีเนื้อละเอียดกว่าดินชั้น A (สมชาย, 2531; Mermut et al, 1997) แต่ในสภาพของไร่เหล่าที่มีพืชขึ้นคลุมดิน การกร่อนแบบแผ่นและการกร่อนที่เกิดขึ้นจนดินชั้นบน (ชั้น A) สูญเสียไปหมดย่อมไม่มีโอกาสเกิดขึ้น ดังนั้นการปล่อยพื้นที่ให้ป่าธรรมชาติฟื้นตัวในสภาพไร่เหล่า 1–10 ปี จึงไม่ทำให้เนื้อดินเปลี่ยนแปลง

3. ความหนาแน่นรวมของดิน

งานวิจัยเรื่องความหนาแน่นของดินนี้สอดคล้องกับงานของ Kayode et al., (2009) โดยทำการทดลองการถางและเผาในดิน Alfisol พบว่าดินก่อนเผา และหลังเผามีความหนาแน่นของดิน ความพรุนรวมของดิน ช่องว่างขนาดเล็กและขนาดใหญ่ของดินไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ($P<0.05$)ในดินระดับลึกที่ 0-5 และ 5-10 เซนติเมตร Alegre and Cassel, (1996) ได้ศึกษาพลวัตของคุณสมบัติฟิสิกส์ของดินในระบบการเกษตรแบบการถางและเผาในประเทศเปรู พบว่าก่อนการเผา 14 สัปดาห์ความหนาแน่นของดินในดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตรคือ 1.16 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรซึ่งแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับดินหลังเผามีค่า 1.27 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และดินก่อนการเผา 14 สัปดาห์ความหนาแน่นของดินในดินที่ระดับความลึก 15-25 เซนติเมตรคือ 1.39 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับดินหลังเผามีค่า 1.37 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร Avwunudiogba, (2012) ทำการศึกษาเกี่ยวกับความหนาแน่นของดิน โดยผลที่ได้คือ 1.48, 1.34, 1.21 และ1.10 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่อมีระยะเวลาของไร่เหล่า 1, 5, 15 ปี และป่าที่มีอายุประมาณ 180 ปีซึ่งจะเห็นได้ว่าความหนาแน่นรวมของดินจะลดลงเมื่ออายุของระยะไร่เหล่าเพิ่มมากขึ้น แต่ตรงข้ามเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับงานวิจัยในครั้งนี้มีความแตกต่างกันเนื่องจากสภาพพื้นที่ ความชัน และเนื้อดินต่างกัน รวมไปถึงในพื้นที่ในการทดลองไม่มีการเลี้ยงสัตว์เหมือนในการทำการศึกษาของ Avwunudiogba, (2012) ในป่าดิบเขาบริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ เชียงใหม่ พบว่า ความหนาแน่นรวมของดินใน

ป่าดิบเขามีค่าผันแปรอยู่ระหว่าง 0.74-1.31 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร โดยค่าความหนาแน่นรวมของดินจะเพิ่มขึ้นตามระดับของความลึก (จตุรงค์, 2543) ความหนาแน่นของดินลงลดเนื่องจากมีสะสมของปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มมากขึ้น (Nye and Greenland, 1960)

4. เสถียรภาพของเม็ดดิน

จากการวิจัยเสถียรภาพของเม็ดดิน หรือ Aggregate stability ในครั้งนี้ พบว่า เมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 3 และ 8 ปี จะมีเปอร์เซ็นต์ของเสถียรภาพเม็ดดินสูง และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.01 ซึ่งสังเกตเปอร์เซ็นต์ของอินทรียวัตถุจะสูงเมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 3 และ 8 ปีเช่นเดียวกัน เนื่องจากอินทรียวัตถุในดินเป็นสารประกอบ หรือสารเชื่อมที่มีประสิทธิภาพในการเกาะยึดหรือรวมตัวกับอนุภาคต่างๆในดินโดยเฉพาะอย่างยิ่งอนุภาคดินเหนียว หรือเซลล์จุลินทรีย์ได้เป็นอย่างดี การจับตัวระหว่างอินทรีย์และอนุภาคดินเหนียวเกิดจากประจุส่วนที่แตกต่างกัน นอกจากนี้การสร้างสารเชื่อมโดยจุลินทรีย์ทำให้ดินเหนียวเกาะยึดกันเป็นเม็ดดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548; อรวรรณ, 2551) ในการศึกษาเสถียรภาพของเม็ดดินในพื้นที่ที่แตกต่างกันโดยการเผา และการฟื้นตัวของดินในประเทศสเปน ซึ่งพบว่าในการศึกษาเสถียรภาพของเม็ดดินในบริเวณพื้นที่ป่า และพื้นที่ที่เกิดไฟป่า พบว่า เสถียรภาพของเม็ดดินจะอยู่ในช่วง 62-82 เปอร์เซ็นต์ (Guerrero et al., 2001) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องการฟื้นสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินในระบบไร่หมุนเวียนบนที่สูง จังหวัดแม่ฮ่องสอนในครั้งนี้ การสูญเสียของปริมาณอินทรียวัตถุมีสาเหตุมาจากเม็ดดินแตกเป็นอนุภาคเล็กๆไม่มีเสถียรภาพ จึงถูกกร่อนลงไปในดินชั้นล่าง หรือถูกเคลื่อนย้ายออกไปนอกพื้นที่ นักวิจัยอีกหลายท่านได้สรุปเกี่ยวกับเสถียรภาพของเม็ดดินจะมีแนวโน้ม หรือมีความสัมพันธ์กับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Oades, 1993; Tisdall and Oades, 1982; Cerda, 1998; Guerrero et al., 2001)

คุณสมบัติทางเคมีของดิน

1. ความเป็นกรดด่าง

ระดับของความเป็นกรดด่างในดินจะเพิ่มมากขึ้น และจะลดลงตามปกติเมื่อในระยะไร่เหล่ามีอายุเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากด่างถูกกร่อนลงไปสู่ดินชั้นล่าง หรือถูกกร่อนออกไปนอกพื้นที่ (Sanchez, 1976) ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับรายงานของ Nye and Greenland (1964) และ Seubert (1975) ที่ได้รายงานค่าความเป็นกรดด่างหลังจากการเผาจะเพิ่มสูงขึ้น และจะลดลงในช่วงระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปีในดินระดับ 0-30 เซนติเมตร และอาจมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในระยะเวลาต่อมา ขณะที่การศึกษาในประเทศไนจีเรีย ค่าความเป็นกรดด่างจะเพิ่มขึ้น 0.9 หน่วยหลังจากเผาใน

ระยะเวลา 1-10 ปี (Chikere-Njoku et al., 2011) จตุรงค์, (2543) ดินในป่าดิบเขาบริเวณบนพื้นที่ลาดเท มีค่าความเป็นกรดด่างระหว่าง 4.81-5.28 ในดินชั้นบนที่ความลึก 0-20 เซนติเมตร และมีค่าในช่วง 4.72-4.95 ในดินระดับล่าง บุญเดี่ยว, (2553) ได้ทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติของดินที่เกิดจากหินดินดานระหว่างป่าธรรมชาติกับแปลงไม้ผลในจังหวัดแม่ฮ่องสอน พบว่า ความเป็นกรดด่างของป่าดิบเขาในบริเวณนี้ในดินชั้นบนมีค่า 4.5-4.9 ซึ่งอยู่ในระดับกรดจัดมาก ส่วนดินชั้นล่างอยู่ในระดับกรดจัดมากถึงกรดจัดความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วง 4.5-5.4 เมื่อการวิเคราะห์อัตราส่วนดินต่อน้ำ 1:1 ดินที่ความเป็นกรดด่างน้อยกว่า 5.5 ฟอสฟอรัสไอออนจะถูกตรึงอยู่ในภาพเหล็กและอะลูมินัมฟอสเฟต ซึ่งละลายน้ำยากไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช โพแทสเซียม แคลเซียม จะถูกไล่ที่ออกจากผิวดิน ณัฐลักษณ์, (2552) ทำการศึกษาคุณสมบัติของดินในป่าดิบเขาบริเวณดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ดินในป่าดิบเขามีปริมาณความเป็นกรดด่างเป็นกรดรุนแรงมีค่า 4.00-4.34 ในดินที่ความลึก 0-40 เซนติเมตร และมีค่าต่ำสุดที่ผิวดิน ส่วนในดินที่ระดับความลึก 40-120 เซนติเมตร ดินเป็นกรดจัดมากมีค่า 4.42-4.71

2. อินทรียวัตถุ

ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าอิทธิพลปริมาณอินทรียวัตถุจะอยู่ในดินที่ระดับความลึกชั้นที่ 1 และ2 แต่ไม่มีผลกับดินในระดับความลึกชั้นที่ 3 การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอาจเกิดเนื่องจากการพักตัวของดินในปีแรกมีปริมาณอินทรียวัตถุน้อยเพราะสูญเสียไปกับหน้าดินที่ถูกกร่อนพังทลาย เนื่องจากไม่มีพืชปกคลุม ซึ่งสอดคล้องงานของ กฤติยา, (2552) ซึ่งกล่าวได้กล่าวไว้การมีพืชคลุมดินพวกสาบเสือ และหญ้าคาจะส่งผลต่อการสะสมปริมาณอินทรียวัตถุสูงกว่าการไม่มีพืชปกคลุม และเมื่อระยะเวลาที่มีระยะการพักตัวนานมากขึ้นมักจะให้ปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามปริมาณอินทรียวัตถุที่ลดลงทั้งในดินบน และดินล่างมีแนวโน้มลดลงและจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระยะเวลา 3-10 ปีที่มีการปล่อยพื้นที่รกร้าง ในแต่ละช่วงเวลาอาจมีการผันแปรขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ และภูมิประเทศของพื้นที่ที่ทำการศึกษา (Nye and Greenland, 1960; Brams, 1971; Roder et al., 1997) ในการศึกษาของ Khemnark et al. (1972) พบว่า ป่าดิบเขาที่บ้านทะลาย อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ถูกถางมาระยะหนึ่งมีอินทรียวัตถุประมาณ 7.5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ป่าดิบเขาข้างเคียงมีปริมาณอินทรียวัตถุ 11 เปอร์เซ็นต์ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ และในขณะเดียวกัน Maria and Rorke, (2005) ได้ศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของดินในพื้นเกษตรกรรม และระยะเวลาของไร่เหล่าในดิน Vertisols ในประเทศแมกซิโก พบว่า ปริมาณของอินทรียวัตถุในพื้นที่ของไร่เหล่าที่มีระยะเวลาแตกต่างกัน ทำให้ปริมาณของอินทรียวัตถุแตกต่างกันออกไปด้วย พบว่าระยะเวลาของไร่เหล่าอายุ 2, 9, 16 และ 22 ปี มีปริมาณของอินทรียวัตถุประมาณ 3.2, 2.5, 4.3 และ 3.6 เปอร์เซ็นต์ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร ซึ่งจากการสังเกตจะเห็นได้ว่าปริมาณของ

อินทรียวัตถุมีปริมาณเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา พบว่ามีความสอดคล้องกับงานวิจัยใจในครั้งนี้เช่นเดียวกัน อินทรียวัตถุเพิ่มปริมาณความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกบริเวณผิวดิน และการเพิ่มของอินทรียวัตถุสามารถลดการตรึงฟอสฟอรัสในที่มีประจุบวกมาก และอะลูมินัมออกไซด์ (Aluminum oxide) อินทรียวัตถุจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่นานขึ้นของไร่เหล่า (Lugo and Brown, 1993) ปริมาณอินทรียวัตถุบริเวณป่าดิบเขาในดินชั้นบนที่ความลึก 0-7 เซนติเมตร มีค่าสูงมาก คือ 10.31 เปอร์เซ็นต์ และยังมีค่าสูงในดินระดับความลึก 7-20 เซนติเมตร คือ 6.72เปอร์เซ็นต์ ที่ความลึก 20-60/63 เซนติเมตรมีปริมาณอินทรียวัตถุ 2.06-3.45 เปอร์เซ็นต์ (จตุรงค์, 2543) อินทรียวัตถุในป่าดิบเขามีปริมาณอยู่ในระดับที่สูงมาก คือ 4.68-9.90 เปอร์เซ็นต์ในดินชั้นบน (0-20 เซนติเมตร) และดินชั้นล่าง 20-40 เซนติเมตรมีปริมาณของอินทรียวัตถุมีค่าค่อนข้างสูง 2.53-3.22 เปอร์เซ็นต์ (ณัฐลักษณ์, 2552) ในขณะเดียวกัน บุญเดี่ยว, (2553) พื้นที่ป่าดิบเขาอินทรียวัตถุบริเวณดินบนอยู่ในระดับสูงมาก 6.84-9.02 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในดินล่างอยู่ในระดับที่ต่ำมากถึงสูง คือ 0.35-5.27 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรียวัตถุในดินบนป่าดิบเขามีปริมาณสูงกว่าป่าเบญจพรรณ ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณอินทรียวัตถุ ประกอบด้วย

1. ลักษณะพืชพรรณ ในพื้นที่ป่าธรรมชาติ ดินจะได้อินทรียวัตถุจากเศษใบไม้ที่ร่วงลงดิน เมื่อมีการแผ้วถางเพื่อทำการเกษตร ปริมาณอินทรียวัตถุที่เพิ่มให้แก่ดินจะน้อยกว่าอัตราการสลายตัวอย่างน้อย 2 เท่า ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุลดน้อยลงอย่างรวดเร็ว

2. สภาพภูมิอากาศ โดยทั่วไปพื้นที่ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำและปริมาณฝนตกชุกจะมีอัตราการสะสมอินทรียวัตถุมากกว่าการสลายตัว

3. สภาพภูมิประเทศ ในพื้นที่ลาดชันสูงการกร่อนและการไหล่บ่าของน้ำจะสูงกว่าพื้นที่ราบ ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุบริเวณไหล่เขามีน้อยกว่าบริเวณแอ่งสะสมตอนล่าง

4. วัตถุต้นกำเนิดดิน ความลึกของดิน เนื้อดิน ชนิดของแร่ในดิน และปริมาณธาตุอาหารในดิน จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชซึ่งส่งผลต่อปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

5. เวลา จะมีผลต่อการพัฒนาการตัวของดินและพืช การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศและภูมิประเทศ

3. ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก

อย่างไรก็ตามค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินในหมู่บ้านหนองขาวกลางมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง และสูงกว่างานทดลองของ Brams (1971) ที่ทำการทดลองในดิน Oxisol และ Ultisol ซึ่งพบปริมาณค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเพิ่มขึ้นเมื่อมีการพักตัวของดินนานขึ้นเช่นกัน ขณะที่ Chikere-Kjoku et al. (2011) ได้ศึกษาของการพักตัวของดินในพื้นที่ที่ถูกปล่อยให้รกร้างตั้งแต่ 1-10 ปี เช่นกัน พบว่าค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกลดลงในช่วง

4-5 ปี ในระยะไร่เหล่า และกลับเพิ่มขึ้นนาน 10 ปีสำหรับค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในดินระดับล่างไม่มีความแตกต่างทางสถิติ อย่างไรก็ตามการปล่อยพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 1 ปี มีผลต่อค่าอินทรีย์น้อยที่สุดคือ 15.83 meq/100g ในดินระดับล่าง ดินป่าดิบเขาในบริเวณด้านบนของพื้นที่ลาดเท มีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเฉลี่ยอยู่ในระดับที่สูงในระดับความลึกของดิน 0-7 เซนติเมตรมีปริมาณเท่ากับ 24.80 meq/100g และมีค่าลดลงอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูงในดินที่ระดับความลึก 7-145 เซนติเมตรซึ่งอยู่ในช่วง 11.08-19.58 me/100g ดินในบริเวณกลางของพื้นที่ลาดเท มีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเฉลี่ยอยู่ในระดับที่สูงมากในระดับความลึกของดิน 0-5 เซนติเมตรมีปริมาณเท่ากับ 43.53 meq/100g และมีค่าลดลงอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูงในดินที่ลึกลงไปซึ่งอยู่ในช่วง 12.01-17.49 me/100g ดินในบริเวณด้านล่างของพื้นที่ลาดเท มีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูงตลอดทั้งชั้นดิน มีค่าความแปรปรวนในช่วง 11.72-19.07 me/100g (จตุรงค์, 2543)

4. ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส

จากการทดลองในครั้งนี้เป็นไปตามทิศทางเดียวกับงานทดลองของ Nye and Greenland, (1960) ซึ่งได้รายงานไว้ว่า ในดินระดับความลึก 0-5 cm จะมีการสะสมปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากกว่าในดินระดับ 5-40 cm นอกจากนี้การพักตัวของพื้นที่ในระยะเวลานานมากขึ้นจะส่งผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ลดลงในช่วง 1-2 ปีแรก และมีแนวโน้มคงที่หรือเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงระยะเวลา 8-10เป็นต้นไป (Roder et al., 1997; Chikere-Kjoku et al., 2011; Gafer et al., 2003; Salcedo et al., 1997) งานวิจัยเรื่องการฟื้นสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินในระบบไร่หมุนเวียนบนที่สูง จังหวัดแม่ฮ่องสอนจะสอดคล้องกับงานของ Wangpakapattanawong, (2002) ที่ได้ทำการการวิจัยเกี่ยวกับการทำไร่หมุนเวียนของชาวเขาเผ่าปกาเกอะญอในลุ่มน้ำแม่แจ่ม วิจัยในพื้นที่ที่มีความแตกต่างกัน 5 พื้นที่ได้แก่ ไร่ข้าว (หลังการเก็บเกี่ยว), ไร่เหล่าอายุ 2 ปี, ไร่เหล่าอายุ 4 ปี, ไร่เหล่าอายุ 5 ปี และพื้นที่ป่าทุติยภูมิ ในอดีตชาวบ้านจะทิ้งให้เป็นไร่เหล่าอายุ 10 ปี แต่ในปัจจุบันทำการเกษตร 1 ปีแล้วพักดินเพียง 5 ปีเท่านั้นซึ่งผลของความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสคือ 11, 1.5, 1.3, 1.5 และ1.0 kg/ha ตามลำดับ ซึ่งเหมือนกับในงานวิจัยเรื่องการฟื้นสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินในระบบไร่หมุนเวียนบนที่สูง จังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยในปีแรกที่มีการพักตัวปริมาณความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสจะมากที่สุดและน้อยที่สุดเมื่อระยะเวลาเพิ่มมากขึ้น ปริมาณความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสที่สูงในปีแรกเกิดจากเถ้าถ่านที่เกิดจากการตัดและเผา และรากของข้าวและต้นไม้ใหญ่ถูกย่อยสลายส่งผลทำให้มีปริมาณของฟอสฟอรัสเพิ่มมากขึ้น ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ป่าเบญจพรรณดินบนมีค่าในช่วง 5.45-11.61 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนดินชั้นล่างมีค่า 1.93-4.92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ป่าดิบ

เขาอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง 11.96-20.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนดินชั้นล่างอยู่ในระดับที่ต่ำถึงค่อนข้างต่ำ มีค่า 2.11-8.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสจะมีความสัมพันธ์กับความเป็นกรดด่างของดิน ซึ่งหากดินมีค่าความเป็นกรดด่างน้อยกว่า 5.5 ฟอสฟอรัสไอออนจะถูกตรึงอยู่ในภาพเหล็กและอะลูมินัมฟอสเฟตที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช (บุญเดี่ยว, 2553) ณัฐลักษณ์, (2552) ดินในป่าดิบเขามีปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร มีค่า 8.34 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และในความลึก 5-20 เซนติเมตร มีค่า 3.79-4.76 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

5. ปริมาณโพแทสเซียม, แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้

ปริมาณโพแทสเซียม, แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้ทั้งนี้อาจเป็นผลจากการสูญเสียโดยการถูกกร่อน และผันแปรไปตามอนุภาคของดิน, อินทรียวัตถุ และธาตุอาหารตัวอื่นๆ จากการตรวจสอบดังกล่าวมีผลคล้ายกับการทดลองของ Roder el at.,(1997) ที่ทำการทดสอบปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในระบบการทำไร่เลื่อนลอยในสาธารณรัฐประชาชนลาวมีค่าเฉลี่ยของปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินระดับบน (0-3cm) สูงถึง 347 มก./กก. ขณะที่ดินระดับล่างตั้งแต่ 10-25 cm มีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ 83 มก./กก. ซึ่งใกล้เคียงกับงานทดลองนี้เป็นอย่างมาก ขณะที่ Saledo et al., (1997) ได้ทำการสำรวจคุณสมบัติเคมีดินใน Oxisol ของประเทศบราซิลซึ่งมีการทำไร่เลื่อนลอย 5 ปีในการเก็บตัวอย่างปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ของดินที่ระดับความลึก 0-20 cm ต่ำกว่าการทดลองในครั้งนี้เกือบ 2 เท่าโดยมีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้เฉลี่ย 13.8-27.9 มก./กก. จากการศึกษาของ Chikere-Kjoku et al., (2011) ทำการทดลองผลกระทบของระยะเวลาต่อคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของดินในดินร่วนปนทรายในดิน Ultisol ประเทศไนจีเรีย พบว่าปริมาณของโพแทสเซียม, แคลเซียม และแมกนีเซียม จะสูงขึ้นในไร่เหล่าอายุ 1-2 ปีหลังจากการการเผา และจะลดลงเมื่อไร่เหล่ามีอายุครบ 4-5 ปี โดยปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ลดลงจาก 0.32-0.23 cmol/kg ปริมาณของแคลเซียมที่สกัดได้ลดลงจาก 2.08-1.65 cmol/kg แต่ปริมาณของแมกนีเซียมที่สกัดได้จะลดลงในอายุไร่เหล่าช่วง 1-4 ปี จาก 0.85-0.46 มก./กก. แต่จะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะของไร่เหล่ามีอายุเพิ่มมากขึ้น และเมื่อไร่เหล่ามีอายุครบ 10 ปีจะพบว่าจะมีปริมาณของโพแทสเซียม, แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้สูงที่สุด คือ 0.40, 3.42 และ1.10 cmol/kg การลดลงในช่วงแรกของปริมาณโพแทสเซียม, แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้อาจเกิดจากการใช้ประโยชน์ของ cation โดย phytomass และการที่ปริมาณของธาตุอาหารที่กล่าวข้างต้นกลับมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นอีกครั้งอาจจะเกิดการเศษใบพืช กิ่งไม้ หรือที่เรียกว่า litter fall ที่ตกบริเวณผิวดิน Bebwa and Lejolu, (1993) ได้สังเกตผลของ litter fall ในปีแรกของพื้นที่ที่ถูกปล่อยรกร้างปริมาณ

ของโพแทสเซียมจะสะสมในต้นพืชในปริมาณ 570 kg/ha และยังพบอีกว่าบริเวณนี้มีปริมาณของโพแทสเซียม 139 kg/ha

จตุรงค์, (2553) การศึกษาปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้ พบว่า ปริมาณของโพแทสเซียมที่สกัดได้ในป่าดิบเขาที่ความลึก 0-7, 7-20 และ 20-40 เซนติเมตร มีปริมาณของโพแทสเซียมที่สกัดได้เท่ากับ 413, 269 และ 152 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับในบริเวณด้านบนของพื้นที่ลาดเท บริเวณตรงกลางของพื้นที่ลาดเทมีปริมาณของโพแทสเซียมที่สกัดได้ 721 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมในดินที่มีความลึก 0-5 เซนติเมตรในดินบน และจะลดลงในดินชั้นล่างในดินระดับความลึก 5-132 เซนติเมตรซึ่งอยู่ในช่วง 144-315 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม บริเวณด้านล่างของพื้นที่ลาดเทมีปริมาณของโพแทสเซียมที่สกัดได้ 323 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมในดินที่มีความลึก 0-10 เซนติเมตรในดินบน ปริมาณของแคลเซียมที่สกัดได้ในดินบริเวณด้านบนของพื้นที่ลาดเท ในระดับความลึก 0-7 เซนติเมตรมีค่าในระดับที่ต่ำ คือ 762 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจะลดลงในดินชั้นล่างจะมีค่าแปรผันอยู่ในช่วง 38-290 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ในบริเวณตรงกลางของพื้นที่ลาดเทมีประมาณแคลเซียมอยู่ในระดับที่สูง คือ 2,466 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมในดินที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร และในดินชั้นล่างระดับความลึก 5-132 เซนติเมตรมีค่าอยู่ในช่วง 28-114 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในบริเวณด้านล่างของพื้นที่ลาดเทมีประมาณแคลเซียมอยู่ในระดับที่สูง คือ 454 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมในดินที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร และในดินชั้นล่างระดับความลึก 10-152 เซนติเมตรมีค่าอยู่ในช่วง 38-110 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้บริเวณด้านบนของพื้นที่ลาดเทในป่าดิบเขา ที่ระดับความลึก 0-7 และ 7-20 เซนติเมตร มีค่าระดับต่ำ คือ 102 และ 88 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดินในบริเวณตรงกลางของพื้นที่ลาดเท ที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตรมีค่า 306 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และในดินชั้นล่าง 5-132 เซนติเมตรมีค่า 8-33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดินบริเวณด้านล่างของพื้นที่ลาดเทมีค่าระดับที่ต่ำตลอดทั้งชั้นดิน มีค่าอยู่ในช่วง 36-96 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

จำนวนวัชพืช

ปัญหาของวัชพืชเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้เกษตรกรจำเป็นต้องย้ายพื้นที่ทำการเกษตรในพื้นที่อื่นมากกว่าสาเหตุที่ดินมีปริมาณของธาตุอาหารน้อยลงจากการทำในเกษตรในปีแรกในระบบไร่หมุนเวียน และวัชพืชที่ขึ้นมีจำนวนมากเกินกว่าแรงงานที่มีจึงต้องมีการย้ายพื้นที่ทำการเกษตรไปยังพื้นที่อื่น(Nye and Greenland, 1960) ผลของการลดรอบของไร่หมุนเวียนให้เร็วขึ้นหรือปล่อยให้พื้นที่รกร้างในระยะสั้น ทำให้เกิดปัญหาเรื่องของวัชพืช และดินเสื่อมโทรม (Roder et

al., 1995) ซึ่งจากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จะเห็นได้ว่าปริมาณของวัชพืช และปริมาณอินทรียวัตถุเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยจะสังเกตเห็นได้ว่าเมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 3 และ 8 ปี จะมีปริมาณของอินทรียวัตถุมากที่สุดเช่นเดียวกันกับจำนวนของวัชพืชที่ทำการเพาะพบว่าในปีที่ 3 และปีที่ 8 ของการปล่อยให้พื้นที่รกร้างจะมีจำนวนของวัชพืชสูง ปริมาณของอินทรียวัตถุที่สูงในช่วงเวลานั้นๆ อาจจะเกิดจากการที่เศษวัชพืชได้ล้มตาย และถูกย่อยสลายบริเวณผิวดินจึงส่งผลทำให้ดินเมื่อมีการปล่อยให้พื้นที่ไร่เหล่าอายุ 3 และ8 ปีมีปริมาณของอินทรียวัตถุที่สูง ซึ่งในทางกลับกันปริมาณของอินทรียวัตถุน้อยที่สุดเมื่อไร่เหล่าอายุ 10 ปีหลังจากการทำการเกษตรเช่นเดียวกับจำนวนของวัชพืชที่น้อยที่สุดก็อยู่ในช่วง 10 ปีหลังจากการพักตัวของดิน

ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรวมของดิน, เสถียรภาพของเม็ดดิน, ปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณวัชพืช

เสถียรภาพของเม็ดดิน และปริมาณอินทรียวัตถุมีความสัมพันธ์เนื่องจากอินทรียวัตถุจะเป็นสารเชื่อมทำให้เม็ดดินมีเสถียรภาพมากขึ้น แต่จะแปรผกผันกับความหนาแน่นของดิน ดังที่กล่าวไว้ในวิจารณ์ผลการวิจัยในเรื่องความหนาแน่รวมของดิน, เสถียรภาพของเม็ดดิน ปริมาณของวัชพืชก็จะส่งผลต่ออินทรียวัตถุ เมื่อไร่เหล่าอายุ 3 ปีจะพบว่ามีปริมาณของสาบเสือเป็นจำนวนมาก เมื่อสาบเสือตายก็ส่งผลต่อปริมาณอินทรียวัตถุ ทำให้ดินมีปริมาณของอินทรียวัตถุเพิ่มมากขึ้น (กฤติยา, 2552) ซึ่งจะเห็นได้ว่าทั้ง 3 ปัจจัยมีความสัมพันธ์กันในทางตรง และทางอ้อม

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาการฟื้นสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินในระบบไร่หมุนเวียนบนที่สูง จังหวัดแม่ฮ่องสอน บริเวณหมู่บ้านหนองขาวกลาง อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน พบว่าคุณสมบัติของดินทางกายภาพ คือ ระดับความลึกของดินในชั้น A-Horizon เมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 3 ปี จะสูงที่สุดคือ 8 ปี ไร่เหล่าอายุ 1-10 ปีไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินทุกประเภท (Sand, Silt and Clay) นอกจากนี้ยังไม่มีผลต่อประเภทของเนื้อดิน ซึ่งพบว่าไร่เหล่าทุกตำรับทดลองมีเนื้อดินประเภทเดียวกันคือ ดินเหนียว (Clay) ส่วนของความหนาแน่นรวมของดินในดินชั้นที่ 1 ไร่เหล่าอายุ 3 ปีจะมีปริมาณของความหนาแน่นรวมน้อยที่สุดจากนั้นความหนาแน่นรวมสูงที่สุดเมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 6 ปี แต่ในดินชั้นที่ 2 และ 3 ไม่มีผลแตกต่างกันทางสถิติ เสถียรภาพของเม็ดดินพบว่ามีเปอร์เซ็นต์สูงที่สุดเมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 3 และ 8 ปี ซึ่งจะสอดคล้องกับปริมาณของอินทรียวัตถุ สำหรับคุณสมบัติเคมีบางประการของดินเพื่อมาใช้ในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ พบว่าค่าความเป็นกรดด่างสูงที่สุดเมื่อไร่เหล่าอายุ 1 ปีและลดลงในช่วงระยะเวลา 3-6 ปีจึงกลับมาเพิ่มขึ้นอีกครั้งเมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุครบ 8-10 ปี ปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงในช่วงไร่เหล่า 3 และ8 ปี ทั้งดินชั้นที่ 1 และดินชั้นที่ 2 ขณะที่ไร่เหล่าระยะอื่นๆมีการเพิ่มขึ้นและลดลงสลับกันไป แต่ในดินชั้นที่ 3 ไม่มีผลแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเห็นได้ชัดเจนเมื่อไร่เหล่าอายุ 3 ปีขึ้นไป ดินสามารถเพิ่มปริมาณค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงขึ้นแตกต่างกันน้อยมากเมื่อไร่เหล่าอายุครบ 3 ปีขึ้นไป ปริมาณของโพแทสเซียมที่สกัดได้จะเห็นได้ว่าจะมีการเพิ่มของปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ตั้งแต่ไร่ข้าวจนกระทั่งเมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 3 ปี ซึ่งในตำรับการทดลองนี้จะมีปริมาณของโพแทสเซียมที่สกัดได้สูงที่สุดหลังจากนั้นจะลดลงกว่าครึ่งหนึ่งในช่วง 6-8 ปี แต่จะกลับเพิ่มขึ้นอีกครั้งเมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ ครบ 10 ปี ปริมาณของแคลเซียมที่สกัดได้เมื่อไร่เหล่าอายุ 1 ปี พบว่ามีปริมาณของแคลเซียมที่สกัดได้สูงที่สุดจากนั้นจะลดลงในไร่เหล่าช่วง 3-6 ปี และค่อยๆเพิ่มสูงขึ้นในไร่เหล่าอายุ 8-10 ปี ปริมาณของแมกนีเซียมที่สกัดได้ในไร่เหล่าอายุ 0 ปี จะมีปริมาณลดลงลงเกือบครึ่งในช่วงไร่เหล่าอายุ 1-8 ปี และจะเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ นครบ 10 ปี ปริมาณของความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสจะมีปริมาณสูงที่สุดเมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 1 ปีและน้อยที่สุดเมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ ครบ 10 ปี แต่ในช่วงที่พื้นที่ไร่เหล่าอายุ 3-8 ปีจะมีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย ในส่วนของวัชพืชจะเห็นได้ว่ามีผลสอดคล้องกับปริมาณอินทรียวัตถุซึ่งจะมีปริมาณมากเมื่อพื้นที่ไร่เหล่าอายุ 3 และ8 ปี และน้อยที่สุดอยู่ในช่วงไร่เหล่าอายุ 10 ปี เช่นเดียวกับอินทรียวัตถุ เมื่อพิจารณาจากสัดส่วนของ clay ในชั้นดิน สรุปได้ว่า ไร่เหล่า 8 ปีดินชั้น A ยังไม่ถูก

กร่อนไป ขณะที่ ดินชั้น A ของข้าวไร่ และไร่เหล่าอายุ 10 ปี ชั้น A ถูกกร่อนไปมากที่สุด จึงทำให้ไร่เหล่า 8 ปี มีความหนาแน่นต่ำ ความแข็งแรงของเม็ดดินสูง เพราะอินทรียวัตถุสูง ซึ่งที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูง เพราะ ดินชั้น A ยังไม่ถูกกร่อนไป ธรรมชาติความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ไร่เหล่าจะสะสมอยู่ตามระดับความลึกของดิน และส่วนใหญ่จะสะสมอยู่ในเศษซากพืชบริเวณเหนือดินแสดงให้เห็นว่า ธาตุอาหารพืชในดินไม่เพิ่มขึ้นภายในระยะ 5 ปี 10 ปี แต่ความแตกต่างจะเห็นชัดเจนเมื่อเทียบกับดินป่าดั้งเดิมเท่านั้น การประเมินบทบาทของไร่เหล่าในการฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ โดยวิธีสุ่มเลือกศึกษาเปรียบเทียบความอุดมสมบูรณ์ของดินในไร่เหล่าอายุต่างกัน มีจุดอ่อนที่ประวัติการจัดการดินเฉพาะแปลงอาจมีผลต่อความอุดมสมบูรณ์มากจนบดบังผลกระทบจากอายุไร่เหล่า จากการทดลองในครั้งนี้ทำให้เห็นแนวโน้มของระยะเวลาพักตัวของป่าต่อคุณสมบัติของดินบางประการมีแนวโน้มของความอุดมสมบูรณ์ของดินเพื่อเตรียมความพร้อมในการปลูกข้าวครั้งต่อไป เมื่อไร่เหล่าอายุครบ 6-10 ปี เนื่องจากมีปริมาณของธาตุอาหารที่เพียงพอต่อการปลูกข้าวไร่ และจำนวนของวัชพืชก็น้อยลงทำให้ประหยัดแรงงานในการกำจัดวัชพืช ปัญหาวัชพืชเป็นปัญหาหลักที่ทำให้ชาวบ้านย้ายพื้นที่ทำการเกษตรใหม่

บรรณานุกรม

กฤติยา ทองคุ้ม. 2552. **ผลของการทำการเกษตรแบบไร่หมุนเวียนต่อการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสังคมพืชและความอุดมสมบูรณ์ของดิน.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 161 น.

กิตติพงษ์ พงษ์บุญ, พิณทิพย์ ชิติโรจนะวัฒน์, พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล, วารินทร์ จิระสุขทวีกุล, เอกชัย ลิ่มถาวรศิริพงศ์ และ ประภา คล้ายมุข. 2531. **คุณสมบัติของดินในป่าธรรมชาติ บริเวณลุ่มน้ำห้วยไร่ ที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จ. สกลนคร.** กรุงเทพฯ: ฝ่ายวิจัย กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 20 น.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 547 น.

จตุรงค์ ละอองพันธ์สกุล. 2543. **ลักษณะของดินและความหลากหลายของชนิดป่าบริเวณสวนพฤกษศาสตร์พระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาปฐพีศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 294 น.

ชลาทร ศรีตุลานนท์, สมาน รวยสูงเนิน และ มนตรี พุทธวงศ์. 2528. **ความคงทนและสมรรถนะการอุ้มน้ำของดินในป่าเบญจพรรณแล้งและไร่ร้าง ที่สถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำลำตะคอง.** กรุงเทพฯ: ฝ่ายวิจัย กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 19 น.

ณัฐลักษณ์ คำยอง. 2552. **ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ ลักษณะดินและการสะสมคาร์บอนในป่าชนิดต่างๆ บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาปฐพีศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 333 น.

นันทวรรณ เบญจวรรณ. 2550. **การประเมินความยั่งยืนของพื้นที่ในระบบไร่หมุนเวียน 7 ปี ในโครงการสถานีพัฒนาการเกษตรที่สูงตามพระราชดำริ ดอยอมพาย.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาภูมิสังคมอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 139 น.

เนตรนภา ไชยเปิง. 2551. **การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อการศึกษาผลกระทบของระบบการปลูกพืชแบบไร่หมุนเวียนต่อปริมาณมวลชีวภาพของป่าไม้ และคุณสมบัติของดิน.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 161 น.

บุญเดี่ยว บุญหมั้น. 2553. **การเปรียบเทียบสมบัติของดินที่เกิดจากหินดินดานระหว่างป่าธรรมชาติกับแปลงไม้ผลในอำเภอปางมะผ้าและอำเภอเมืองจังหวัดแม่ฮ่องสอน.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาปฐพีศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 170 น.

บุญมา ดีแสง, พิณทิพย์ ธิติโรจนะวัฒน์, ชลดา เต็มคุณธรรม และ ไพรัตน์ พิมพ์ศิริกุล. 2541. **สมบัติทางกายภาพและชลศาสตร์ของดิน ในพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ บริเวณต้นน้ำแม่กลอง จ.กาญจนบุรี.** กรุงเทพฯ: กลุ่มลุ่มน้ำ ส่วนวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 75 น.

บุญแสน เตียวนุกูลธรรม. 2548. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.nsru.ac.th/e-learning/soil/lesson_3_4.php. 12 มกราคม 2554.

ประพาส วีระแพทย์. 2542. **ความรู้เรื่องข้าว.** กรุงเทพ: สาขาคัดพันธุ์ต้านทานศัตรูข้าว กองการข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 216 น.

ผการัตน์ รัฐเขตต์. 2535. **ดินป่าไม้.** มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 172 น.

พิณทิพย์ ธิติโรจนะวัฒน์, ธรรมนูญ แก้วอำพุท, บุญมา ดีแสง และ แสงจันทร์ ศรีสายเชื้อ. 2541. **สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน ในพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินชนิดต่าง ๆ บริเวณลุ่มน้ำขุนคองอ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่.** กรุงเทพฯ: กลุ่มลุ่มน้ำ ส่วนวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 84 น.

เพชร พลอยเจริญ. 2542. **สมบัติดินบริเวณลุ่มน้ำแม่งา อ.พาน จ.เชียงราย.** กรุงเทพฯ: กลุ่มลุ่มน้ำ ส่วนวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 37 น.

วารินทร์ จิระสุขทวีกุล, สุพจน์ เจริญสุข และ สมาน รวยสูงเนิน. 2526ก. **ความอุดมสมบูรณ์ของดินที่สถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำน่าน.** กรุงเทพฯ: ฝ่ายวิจัย กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 16 หน้า.

วารินทร์ จิระสุขทวีกุล, สุพจน์ เจริญสุข และ สมาน รวยสูงเนิน. 2526ข. **ความคงทนของดินที่สถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำน่าน จ.น่าน.** กรุงเทพฯ: ฝ่ายวิจัย กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 28 น.

วิทูรย์ เลี่ยมจำรูญ, ณรงค์ คงมาก, ฐิรวุฒิ เสนาคำ วิทูรย์ ปัญญากุล และ ไชยา เพ็งอุ่น. 2535. **เกษตรกรรมทางเลือก ความหมาย ความเป็นมา และเทคนิควิธี.** กรุงเทพฯ: พิมพ์ดี. 202 น.

สมชาย อ่อนอาษา, ชลดา เต็มคุณธรรม, บุญมา ดีแสง และ แสงจันทร์ ศรีสายเชื้อ. 2542. **การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน ภายหลังการทำลายป่าเพื่อใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ ในพื้นที่ต้นน้ำ อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์.** กรุงเทพฯ: การประชุมทางวิชาการของ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 303-309 น.

สมชาย อ่อนอาษา และ ชลดา เต็มคุณธรรม. 2542. **สมรรถนะการซึมน้ำผ่านผิวดินในพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ บริเวณสถานีวิจัยลุ่มน้ำป่าสัก อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์.** กรุงเทพฯ: กลุ่มลุ่มน้ำ ส่วนวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 18 น.

สุวัฒน์ จันธิวงศ์, บุญมา ดีแสง, พิณทิพย์ ธิติโรจนะวัฒน์ และ แสงจันทร์ ศรีสายเชื้อ. 2540. **ลักษณะและสมบัติดิน บริเวณสถานีวิจัยลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา.** กรุงเทพฯ: กลุ่มลุ่มน้ำ ส่วนวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 39 น.

อานันท์ กาญจนพันธุ์. 2547. **รายงานการวิจัย ระบบการเกษตรแบบไร่หมุนเวียน: สถานภาพและความเปลี่ยนแปลง.** เชียงใหม่: คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 334 น.

อุทิศ กุฎอินทร์. 2541. **นิเวศวิทยา : พื้นฐานเพื่อการป่าไม้.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 563 น.

เอิบ เขียวรื่นรมณ์. 2533. **ดินของประเทศไทย.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 651 น.

อรวรรณ ฉัตรสีรุ้ง. 2551. **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน.** เชียงใหม่: ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษ์ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 253 น.

Adedeji, F.O. 1984. Population dynamics of Aspilia africana in lowland bush fallows following shifting cultivation agriculture in southern Nigeria. **Acta Oecologica/Oecologia Plantarum**, 5: 315-320.

Ahn, P.M. 1978. The optimum length of planned fallows. pp. 15-39. In H.O. Mongi and P.A. Huxley (Editors). **Soils Research in Agroforestry.** Nairobi, Kenya: ICRAF.

Andrade, G.I. and H. Rubio-Torgler. 1994. Sustainable use of the tropical rain forest: evidence from the avifauna in a shifting-cultivation habitat mosaic in the Colombian Amazon. **Conserv. Biol** 8(2): 545–554.

Anneke.D.R. 1995. The fallow period as a weed-break in shifting cultivation (Tropical wet forests). **Agriculture, Ecosystems and Environment** 54: 31-43.

Alegre. J. C and D. K. Cassel. 1996. Dynamics of soil physical properties under alternative system to slash and burn. **Agriculture, Ecosystems and Environment** 58: 39-48.

Avwunudiogba, A. 2012. Soil erosion and geomorphic sensitivity under slash-and-burn agricultural systems, sierra madre oriental, Eastern Mexico: **The University of Texas at Austin**: 305.

Aweto, A.O. 1981. Secondary Succession and Soil Fertility Restoration in South-Western Nigeria. **J. Eco** 69: 609-614.

Bebwa, B. and J. Lejoley. 1993. Soil organic matter dynamics and mineral nutrients Ccontent in a traditional fallow system in Zaire. pp. 135-142. In Mulongoy, K. and Merck, R. (eds). 1993. **Soil organic matter dynamics and sustainability of Tropical Agriculture.** Belgium: K.U. Leuven.

Bale´e, W and A. Ge´ly. 1989. Managed forest succession in Amazonia: The Ka'apor case. pp. 129–158. In Posey, D.A., Bale´e, W. (Eds.). **Resource Management in Amazonia: Indigenous and Folk Strategies:** New York: Botanical Garden.

Benneh, G. 1972. Systems of agriculture in tropical Africa. **Econ. Geogr** 48: 244–257.

Black, C. A. 1965. Methods of soil analysis part 2 chemical and microbiological properties. Madison: Agron.,Inc. **America society of Agronomy**: 1484-1486.

Brams, E. A. 1971. Continuous cultivation of West African soils: organic matter diminution and effect of applied lime and phosphorus. **Plant and Soil** 35: 401-414.

Bruun, T.B., A. De Neergaard., D. Lawrence and A.D. Ziegler. 2009. Environmental consequences of the demise in swidden cultivation in Southeast Asia: carbon storage and soil quality. **Humn Ecol** 37: 375–388.

Cairns, M and D.P. Garrity. 1999. Improving shifting cultivation in Southeast Asia by building on indigenous fallow management strategies. **Agrofor Syst** 47: 37–48.

Cerda, A. 1998. Soil aggregate stability under different Mediterranean vegetation types. **Catena** 32: 73-86.

Chapin, F.S., P.A. Matson and H.A. Mooney. 2002. **Principles of terrestrial ecosystem ecology**. New York: Springer. 398 p.

Chikere-Kjoku, C., I.K.Okorie and I.E. Christo. 2011. Effect of fallow period on some physio-chemical properties of a sandy loam ultisol south east Nigeria. Academic Publications: **Global Research Journal of Science**: 28-32.

De Rouw, A. 1995. The fallow period as a weed-break in shifting cultivation (tropical wet forest). Agric., Ecosyst. **Environ** 54: 31–43.

Denevan, W.M., J.M. Treacy., J.B. Alcorn., C. Padoch., J. Denslow and S. Flores Paitan. 1984. Indigenous agroforestry in the Peruvian Amazon: Bora Indian management of swidden fallows. **Interciencia** 9 (6), 346–357.

Dubois, J.C.L. 1990. **Secondary forests as a land-use resource in frontier zones of Amazonia**. pp. 183–194. In Anderson, A.B. (Ed.). **Alternatives to Deforestation: Steps toward Sustainable Use of the Amazon Rain Forest**. New York: Columbia University Press.

Eastmond, A and B. Faust. 2006. Farmers, fires, and forests: a green alternative to shifting cultivation for conservation of the Maya forest. **Landsc Urban Plan** 74: 267–284.

Fearnside, P.M. and W. Malheiros Guimara˜es. 1996. Carbon uptake by secondary forests in Brazilian Amazonia. **For. Ecol. Manage** 80: 35–46.

Fresco, L.O. 1986. Cassava in shifting cultivation. A systems approach to agricultural technology development in Africa. Netherlands: **Royal Trop. Inst.** 240.

Gafur, A., J.R. Jensen., O.K. Borggaaed and P. Petersen. 2003. Runoff and losses of soil and nutrients from small watersheds under shifting cultivation (Jhum) in The Chittagogong Hill Tracts of Bangladesh. **Journal of Hydrology** 274: 30-46.

Garwood, N.C. 1989. **Tropical soil seed banks: a review**. pp. 149-209. In M.A. Leck, V.T. Parker and R. L. Simpson (Editors). **Ecology of Soil Seed Banks**. San Diego: Academic Press.

Garrity,D.P., M. Movillon and K. Moody. 1992. Differential weed suppression ability in upland rice cultivars. **Agron. J** 84: 586- 591.

Guerrero, C., J. Mataix-solera and I. Goamez. 2001. Different patterns of aggregate stability in burned and restored Soils. **Arid Land Research and Management** 15: 163- 171.

Irvine, D. 1989. Succession management and resource distribution in an Amazonian rain forest. pp. 223–237. In Posey, D.A., Bale´e, W. (Eds.). 1989. **Resource Management in Amazonia: Indigenous and Folk Strategies**. New York: Botanical Garden NY.

Kass, D.C.L., C. Foletti., L.T. Szott., R. Landaverde and R. Nolasco. 1993. Traditional fallow systems of the Americas. **Agroforest. Syst** 23: 207–218.

Kato, M.S.A., O.R. Kato., M. Denich and P.L.G. Vlek. 1999. Fire-free alternatives to slash-and-burn for shifting cultivation in the eastern Amazon region: the role of fertilizers. **Field Crops Research** 62 :225–237.

Kayode, S. A., A. Gabriel and O. O. Adebayo. 2009. Slash and burn effect on soil quality of an Afisol : soil physical properties. **Soil and tillage research** 103: 4-10.

Khemnark, C., S. Wacharakitti and T. Kaewlaiad. 1972. Forest production and soil fertility at Nikom Doi Chiangdao, Chiangmai province. **Forest Research Bulletin** 22: 1–40.

Kotto-Same, J., P.L. Woomer., M. Appolinaire and Z. Louis. 1997. Carbon dynamics in slash-and-burn agriculture and land use alternatives of the humid forest zone in Cameroon. **Agric., Ecosyst. Environ** 65: 245–256.

Kunstadter, P. and E.C. Chapman. 1978. **Problems of shifting cultivation and economic development in Northern Thailand.** pp. 3-23. In Kunstadter, P. ; Chapman, E. C. and Sabhasri, S. (Editors) **Farmers in the forest.** East-West Center. Honolulu: The University Press of Hawaii.

Lawrence. D. and W.H. Schlesinger. 2001. Changes in soil phosphorus during 200 years of shifting cultivation in Indonesia. **Ecology** 82: 2769–2780.

Lugo, A.E. and S. Brown. 1993. Management of tropical soil as sinks or sources of atmospheric carbon. **Plant Soil** 149: 27-41.

Maria, R. and B.B, Rorke. 2005. Soil properties along cultivation and fallow time sequences on Vertisols in Northeastern Mexico. **Soil sci. Soc. Am. J.** 69: 473-481.

Mermut, A. R., S. H., Luk, M.J.M., Romkens and J.W.A., Poesen. 1997. Soil loss by splash and wash during rainfall from two loess soils. **Geoderma** 75: 203–214.

Moura, W. and S. W. Buol. 1972. Studies of Latosol Roxo (Eutrustox) in Brazil. **Experientiae** 13: 201-217.

Nye, P. H. and D. J. Greenland. 1960. The Soil Under Shifting Cultivation. **Commonwealth Agricultural Bureaux.** 156 p.

Nye, P. H. and D. J. Greenland. 1964. Change the Soil After Clearing a Tropical Forest. **Plant and Soil** 21: 101-112.

Oades, J. M. 1993. The role of biology in the formation, stabilization and degradation of soil structure. **Geoderma** 56: 377-400.

Padoch, C., J. Chota Inuma., W. De Jong and J. Unruh. 1985. Amazonian agroforestry: a market-oriented system in Peru. **Agrofor. Syst.** 3(1): 47–58.

Raich, J.W. 1983. **Effects of forest conversion on the carbon budget of a tropical soil.** Biotropica, 15: 177-184.

Ramakrishnan, P.S. 1992. **Shifting agriculture and sustainable development: an interdisciplinary study from north-eastern India Parthenon.** Paris: Parthenon Publ. 424 p.

Ramakrishnan, P.S. and Mishra, B.K., 1981. Population dynamics of eupatorium adenophorum spreng. during secondary succession after slash and burn agriculture (jhum) in north eastern India. **Weed Res** 22: 77-84.

Ramakrishnan, P.S. and O.P. Toky. 1981. Soil nutrient status of hill agro-ecosystems and recovery after slash and burn agriculture (jhum) in northeastern India. **Plant Soil** 60 : 41–64.

Roder. W., Phengchanh and B. Keoboulapha. 1995. Relationships between soil fallow period, weeds and rice yield in slash and burn systems of Laos. **Plant and soil** 176: 27-36.

Roder. W., Phengchanh and Maniphone. 1997. Dynamics of Soil and Vegetation during Crop and Fallow Period in Slash-and-Burn Fields of Northern Laos. **Geoderma** 131: 131-144.

Salcedo, I. H., H. Tiessen and E. V. S. B. Sampaio. 1997. Nutrient availability in soil samples from shifting cultivation sites in the semi-arid Caatinga of NE Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment** 65: 177-186.

Sanchez, P.A. 1976. **Properties and management of soils in the tropics.** New York: Wiley. 618 p.

Sankaran, S. and S. K. De Datta. 1985. Weeds and weed management in upland rice. **Adv. Agron** 38: 283-338.

Seubert, C. E. 1975. Effect of Land Clearing Methods on Crop Performance and Change in Soil Properties in an Ultisol . **The Amazon J:** 1-152.

Schmidt-Vogt, D., S.J. Leisz., O. Mertz and T.M., Dao. 2009. An assessment of trends in the extent of Swidden in Southeast Asia. **Hum Ecol** 37: 269–280.

Staver, C. 1991. The role of weeds in the productivity of Amazonian bush fallow agriculture. **Expl. Agric** 27: 287-304.

Szott, L.T. and C. A. Palm. 1996. Nutrient stocks in managed and natural humid tropical fallows. **Plant Soil** 186: 293–309.

Tanaka, S., T. Ando., S. Funakawa., C. Sukhrun and K. Sakurai .2001. Effect of burning on soil organic matter content and N mineralization under shifting cultivation system of Karen people in northern Thailand. **Soil Sci Plant Nutr** 47: 547–558.

Tawnenga, S.U. and R.S. Tripathi. 1996. Evaluating second year cropping on jhum fallows in Mizoram, north-eastern India: phytomass dynamics and primary productivity. **J Biosci** 21: 563–575.

Thomas, G.W. 1982. Exchangeable Cations. pp. 159-165. In, A.L. Page, R.H. Miller, an D.R. Keeney (eds). 1983. **Methods of Soil Analysis, Part2**. University of Michigan: Amer Society of Agronomy.

Thomaz, E.L. 2009. The influence of traditional steep land agricultural practices on runoff and soil loss. **Agric Ecosyst Environ** 130: 23–30.

Tisdall, J. M. and J. M. Oades. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. **Soil Science** 33: 141-163.

Toky, O.P. and P.S. Ramakrishnan. 1981a. Cropping and yields in agricultural systems of the northeastern hill region of India. **Agro-Ecosystems** 7: 11–25.

Toky, O.P. and P.S. Ramakrishnan .1981b. Run-off and infiltration losses related to shifting agriculture (jhum) in northeastern India. **Environ Conserv** 8: 313–321.

Wadsworth, G., H. M. Reisenauer., D. R. Gordon and M.J. Singer. 1990. Effects of length of forest fallow on fertility dynamics in a Mexican Ultisol. **Plant and Soil** 122: 151-156.

Watters, R.F. 1960. The nature of shifting cultivation: a review of recent research. **Pacific Viewpoint** 1 (1): 59–99.

Watter, R. F. 1971. **Shifting cultivation in Latin America**. FAO, Forestry Department Paper 17.

Wayne, E. 1980. Handbook **on Reference Methods for Soil Testing**. Athens: University of Georgia. 151 p.

Weeraratana, C.S. 1981. Effect of tillage practices on soil and crops. pp. 267-273 In **Proceedings of the South-East Asian Regional Symposium on Problems of Soil Erosion and Sedimentation**. Bangkok: Asian Institute of Technology.

Whittlesey, D. 1937. Shifting cultivation. **Econ. Geogr** 13: 35–52.

Ziegler, A.D., T.B. Bruun., M. Guardiola-Claramonte., T.W. Giambelluca and N.T. Lam. 2009 Environmental consequences of the demise in Swidden cultivation in montane mainland Southeast Asia: hydrology and geomorphology. **Hum Ecol** 37: 361–373.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางผนวก

ตารางผนวก 1 Analysis Two Factors Factorial ของความหนาแน่นรวมของดินในดินระดับที่ 1, 2 และ 3 โดยมีระยะเวลาของไร่เหล่าที่แตกต่างกัน เป็นปัจจัย A และตำแหน่งของความชัน เป็นปัจจัย B

ความหนาแน่นรวมของดินในดินระดับที่ 1

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	5	0.2380	0.0476	6.73	2.45	3.51
B	2	0.0012	0.0006	0.09	3.23	5.18
AxB	10	0.0124	0.0012	0.18	2.08	2.80
ERROR	36	0.2545	0.0071			

Grand Mean = 0.9598 CV = 8.7606

ความหนาแน่นรวมของดินในดินระดับที่ 2

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	5	0.0660	0.0132	1.47	2.77	4.25
B	2	0.0097	0.0048	0.54	3.55	6.01
AxB	10	0.0295	0.0029	0.33	2.41	3.51
ERROR	18	0.2666	0.0076			

Grand Mean = 1.0219 CV = 9.2673

ความหนาแน่นรวมของดินในดินระดับที่ 3

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	5	0.1012	0.0202	1.48	2.77	4.25
B	2	0.0007	0.0003	0.03	3.55	6.01
AxB	10	0.0530	0.0053	0.39	2.41	3.51
ERROR	18	0.4015	0.0115			

Grand Mean = 1.0503 CV = 11.1455

ตารางผนวก 2 Analysis Two Factors Factorial ของเสถียรภาพของเม็ดดิน โดยมีระยะเวลาของไร่เหล่าที่แตกต่างกัน เป็นปัจจัย A และตำแหน่งของความชัน เป็นปัจจัย B

เสถียรภาพของเม็ดดิน						
SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	5	1391.0076	278.2015	6.42	2.45	3.51
B	2	105.5310	52.7655	1.22	3.23	5.18
AxB	10	175.7679	17.5768	0.41	2.08	2.80
ERROR	36	1560.3416	43.3428			

Grand Mean = 75.7061 CV = 8.6962

ตารางผนวก 3 Analysis Two Factors Factorial ของความเป็นกรดด่างของดินในดินระดับที่ 1, 2 และ 3 โดยมีระยะเวลาของไร่เหล่าที่แตกต่างกัน เป็นปัจจัย A และตำแหน่งของความชัน เป็นปัจจัย B

ความเป็นกรดด่างในดินระดับที่ 1

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	5	7.5182	1.5036	13.89	2.77	4.25
B	2	0.0070	0.0035	0.03	3.55	6.01
AxB	10	0.4396	0.0440	0.41	2.41	3.51
ERROR	18	1.9480	0.1082			

Grand Mean = 4.900 CV = 7.4776

ความเป็นกรดด่างในดินระดับที่ 2

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	5	6.9015	1.3803	25.94	2.77	4.25
B	2	0.0308	0.0154	0.29	3.55	6.01
AxB	10	0.2995	0.0300	0.56	2.41	3.51
ERROR	18	0.9578	0.0532			

Grand Mean = 4.5856 CV = 5.6461

ความเป็นกรดด่างในดินระดับที่ 3

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	5	5.0558	1.0112	35.79	2.77	4.25
B	2	0.0134	0.0067	0.24	3.55	6.01
AxB	10	0.1247	0.0125	0.44	2.41	3.51
ERROR	18	0.5086	0.0283			

Grand Mean = 4.4928 CV = 4.2099

ตารางผนวก 4 Analysis Two Factors Factorial ของอินทรียวัตถุของดินในดินระดับที่ 1, 2 และ 3 โดยมีระยะเวลาของไร่เหล่าที่แตกต่างกัน เป็นปัจจัย A และตำแหน่งของความชัน เป็นปัจจัย B

อินทรียวัตถุในดินระดับที่ 1

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	5	142.4096	28.4819	22.28	2.77	4.25
B	2	1.6854	0.8427	0.66	3.55	6.01
AxB	10	6.3835	0.6383	0.50	2.41	3.51
ERROR	18	23.0148	1.2786			

Grand Mean = 7.9658 CV = 14.1950

อินทรียวัตถุในดินระดับที่ 2

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	5	20.3256	4.0651	12.81	2.77	4.25
B	2	0.0035	0.0017	0.01	3.55	6.01
AxB	10	0.9942	0.0994	0.31	2.41	3.51
ERROR	18	5.7114	0.3173			

Grand Mean = 3.8764 CV = 14.5313

อินทรียวัตถุในดินระดับที่ 3

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	5	6.7284	1.3457	2.30	2.77	4.25
B	2	0.0205	0.0102	0.02	3.55	6.01
AxB	10	3.6150	0.3615	0.62	2.41	3.51
ERROR	18	10.5417	0.5857			

Grand Mean = 2.9450 CV = 25.9857

ตารางผนวก 5 Analysis Two Factors Factorial ของความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินในดินระดับที่ 1, 2 และ 3 โดยมีระยะเวลาของไร่เหล่าที่แตกต่างกัน เป็นปัจจัย A และตำแหน่งของความชัน เป็นปัจจัย B

ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินในดินระดับที่ 1

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	5	942.6106	188.5221	14.07	2.45	3.51
B	2	57.2578	28.6289	2.14	3.23	5.18
AxB	10	74.3067	7.4307	0.55	2.08	2.80
ERROR	36	482.4933	13.4026			

Grand Mean = 25.9278 CV = 14.1198

ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินในดินระดับที่ 2

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	5	1040.2001	208.0400	9.54	2.45	3.51
B	2	18.7745	9.3872	0.43	3.23	5.18
AxB	10	88.1989	8.8199	0.40	2.08	2.80
ERROR	36	785.2800	21.8133			

Grand Mean = 23.9778 CV = 19.4783

ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินในดินระดับที่ 3

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	5	1805.9410	361.1882	8.44	2.45	3.51
B	2	35.2626	17.6313	0.41	3.23	5.18
AxB	10	264.9418	26.4942	0.62	2.08	2.80
ERROR	36	1541.2267	42.8119			

Grand Mean = 23.2574 CV = 28.1333

ตารางผนวก 6 Analysis Two Factors Factorial ของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินในดินระดับที่ 1, 2 และ 3 โดยมีระยะเวลาของไร่เหล่าที่แตกต่างกัน เป็นปัจจัย A และตำแหน่งของความชัน เป็นปัจจัย B

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินในดินระดับที่ 1

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	5	150.0927	30.0185	4.68	2.77	4.25
B	2	5.5534	2.7767	0.43	3.55	6.01
AxB	10	59.4594	5.9459	0.93	2.41	3.51
ERROR	18	115.4983	6.4166			

Grand Mean = 3.9872 CV = 63.5303

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินในดินระดับที่ 2

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	5	9.2422	1.8484	4.94	2.77	4.25
B	2	0.1442	0.0721	0.19	3.55	6.01
AxB	10	0.4044	0.0404	0.11	2.41	3.51
ERROR	18	6.7342	0.3741			

Grand Mean = 0.9442 CV = 64.7828

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินในดินระดับที่ 3

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	5	17.5869	3.5174	9.77	2.45	3.51
B	2	0.1764	0.0882	0.24	3.23	5.18
AxB	10	0.4439	0.0444	0.12	2.08	2.80
ERROR	36	12.9661	0.3602			

Grand Mean = 0.6356 CV = 94.4279

ตารางผนวก 7 Analysis Two Factors Factorial ของปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ของดินในดินระดับที่ 1, 2 และ 3 โดยมีระยะเวลาของไร่เหล่าที่แตกต่างกัน เป็นปัจจัย A และตำแหน่งของความชัน เป็นปัจจัย B

ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ของดินในดินระดับที่ 1

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	5	514003.4259	102800.6852	10.01	2.45	3.51
B	2	12934.2593	6467.1296	0.63	3.23	5.18
AxB	10	19601.5185	1960.1519	0.19	2.08	2.80
ERROR	36	369702.6667	10269.5185			

Grand Mean = 252.7593 CV = 40.0929

ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ของดินในดินระดับที่ 2

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	5	232562.9167	46512.5833	7.31	2.77	4.25
B	2	32550.5000	16275.2500	2.56	3.55	6.01
AxB	10	38633.8333	3863.3833	0.61	2.41	3.51
ERROR	18	114523.5000	6362.4167			

Grand Mean = 181.9167 CV = 43.8469

ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ของดินในดินระดับที่ 3

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	5	129720.8056	25944.1611	6.45	2.77	4.25
B	2	12671.0556	6335.5278	1.57	3.55	6.01
AxB	10	15626.2778	1562.6278	0.39	2.41	3.51
ERROR	18	72435.5000	4024.1944			

Grand Mean = 167.6944 CV = 37.8286

ตารางผนวก 8 Analysis Two Factors Factorial ของปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ของดินในดินระดับที่ 1, 2 และ 3 โดยมีระยะเวลาของไร่เหล่าที่แตกต่างกัน เป็นปัจจัย A และตำแหน่งของความชัน เป็นปัจจัย B

ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ของดินในดินระดับที่ 1

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	5	4992581.2455	998516.2491	5.84	2.77	4.25
B	2	25059.4511	12529.7256	0.07	3.55	6.01
AxB	10	2756216.5159	275621.6516	1.61	2.41	3.51
ERROR	18	3075789.3094	170877.1839			

Grand Mean = 666.8731 CV = 61.9867

ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ของดินในดินระดับที่ 2

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	5	1416830.2148	283366.0430	13.67	2.77	4.25
B	2	12482.8673	6241.4337	0.30	3.55	6.01
AxB	10	343009.6720	34300.9672	1.66	2.41	3.51
ERROR	18	372997.3136	20722.0730			

Grand Mean = 180.7093 CV = 79.6592

ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ของดินในดินระดับที่ 3

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	5	937103.2578	187420.6516	15.78	2.77	4.25
B	2	4624.9713	2312.4856	0.19	3.55	6.01
AxB	10	232839.0628	23283.9063	1.96	2.41	3.51
ERROR	18	213799.6015	11877.7556			

Grand Mean = 130.9103 CV = 83.2518

ตารางผนวก 9 Analysis Two Factors Factorial ของปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ของดินในดินระดับที่ 1, 2 และ 3 โดยมีระยะเวลาของไร่เหล่าที่แตกต่างกัน เป็นปัจจัย A และตำแหน่งของความชัน เป็นปัจจัย B

ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ของดินในดินระดับที่ 1

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	5	484719.8889	96943.9778	11.75	2.77	4.25
B	2	5505.5556	2752.7778	0.33	3.55	6.01
AxB	10	14984.4444	1498.4444	0.18	2.41	3.51
ERROR	18	148453.0000	8247.3889			

Grand Mean = 195.5556 CV = 46.4396

ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ของดินในดินระดับที่ 2

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	5	94294.2500	18858.8500	7.89	2.77	4.25
B	2	549.5000	274.7500	0.11	3.55	6.01
AxB	10	2313.5000	231.3500	0.10	2.41	3.51
ERROR	18	43027.5000	2390.4167			

Grand Mean = 69.9167 CV = 69.9288

ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ของดินในดินระดับที่ 3

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	5	62280.5833	12456.1167	9.83	2.77	4.25
B	2	995.1667	497.5833	0.39	3.55	6.01
AxB	10	13622.5000	1362.2500	1.08	2.41	3.51
ERROR	18	22800.5000	1266.6944			

Grand Mean = 55.4167 CV = 64.2237

ตารางผนวก 10 Analysis Two Factors Factorial ของจำนวนวัชพืชในดิน 500 กรัม โดยมีระยะเวลาของไร่เหล่าที่แตกต่างกัน เป็นปัจจัย A และตำแหน่งของความชัน เป็นปัจจัย B

ใบเลี้ยงเดี่ยว

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	5	51.1534	10.2307	6.86	2.45	3.51
B	2	0.8058	0.4029	0.27	3.23	5.18
AxB	10	16.6587	1.6659	1.12	2.08	2.80
ERROR	36	53.7269	1.4924			

Grand Mean = 0.9738 CV = 125.4556

ใบเลี้ยงคู่

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	5	4205.8981	841.1796	17.40	2.45	3.51
B	2	123.6759	61.8380	1.28	3.23	5.18
AxB	10	467.1157	46.7116	0.97	2.08	2.80
ERROR	36	1740.2500	48.3403			

Grand Mean = 14.1481 CV = 49.1422

ใบเลี้ยงเดี่ยว+ใบเลี้ยงคู่

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	5	4036.7121	807.3424	15.55	2.45	3.51
B	2	111.4246	55.7123	1.07	3.23	5.18
AxB	10	528.8408	52.8841	1.02	2.08	2.80
ERROR	36	1868.6435	51.9068			

Grand Mean = 15.1219 CV = 47.6437

ภาคผนวก ข

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	วุฒิพงษ์ นาชัยเวียง	
เกิดเมื่อ	4 กันยายน 2529	
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2547	มัธยมศึกษาดอนปลาย โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่
	พ.ศ. 2551	ปริญญาตรี สาขาปฐพีศาตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้