

วทส 79755 / 1743

การศึกษาคุณสมบัติของดินพื้นที่ป่าชุมชนโคกดอนทา บ้านเหล่าจัน  
ตำบลแกลง อำเภอแกลง จังหวัดมหาสารคาม

Study on Soil Qualification in the Koke Donta Community  
Forest, Ban Lao Chan, Amphur Kae-Dum; Maha Sarakham



รุ่งนภา โพธิ์ศรี  
ยอดรัก นราทร  
กรกนก จันทะเรศ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM

หอสมุดสถาบันราชภัฏมหาสารคาม
รับไว้.....
วันที่..... 3 พ.ย. 2550
เลขที่..... ค. 173832
เลขเรียกหนังสือ..... 361.4 5425 ก 2550

ดท 16 - 2004/ระกอม - 1743

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา  
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
ปี พ.ศ. 2550

คณะกรรมการสอบรายงานวิจัยสิ่งแวดล้อม ได้พิจารณารายงานการวิจัยฉบับนี้แล้ว  
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์  
สิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามได้

คณะกรรมการการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(อาจารย์ คร.สมสงวน จันทจร)

.....กรรมการ

(อาจารย์เมตตา เก่งชูวงศ์)

.....กรรมการ

(อาจารย์อนุกุล กุดแกลง)

.....กรรมการ

(อาจารย์วุฒิกร สายแก้ว)

.....กรรมการ

(อาจารย์รติกร แสงห้าว)

.....กรรมการ

(อาจารย์เชิดชัย สมบัติโยธา)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อนุมัติให้รับวิจัยฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

.....

(อาจารย์เมตตา เก่งชูวงศ์)

หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

.....

(อาจารย์สมาน ศรีสะอาด)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2550

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

## กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยเรื่อง การศึกษาคุณสมบัติของดินพื้นที่ป่าชุมชนโคกคอนทา บ้านเหล่าจั่น ตำบลแกดำ อำเภอแกดำ จังหวัดมหาสารคาม ได้ดำเนินการวิจัยเสร็จเรียบร้อยได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาเป็นอย่างดียิ่งจาก อาจารย์ คร.สมสงวน จันทจร อาจารย์เมตตา เก่งชูวงศ์ อาจารย์อนุกุล กุศลแดง อาจารย์วุฒิกกร สายแก้ว อาจารย์รติกร แสงห้าว อาจารย์เชิดชัย สมบัติโยธา คุณชมพู่ เหนือศรี และคุณทศพล เสนามาตย์ ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำ ตลอดจนเอาใจใส่ในการดำเนินการวิจัยมาโดยตลอด จนการทำปัญหาพิเศษเรื่องนี้สำเร็จลงด้วยดี คณะผู้ทำการวิจัยขอกราบขอบพระคุณไว้เป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนตลอดจนเพื่อนๆ และน้องๆ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมทุกคนที่ให้กำลังใจ และมีส่วนผลักดันในการทำวิจัยสำเร็จในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม องค์การบริหารส่วนตำบลแกดำ ที่เป็นแหล่งให้ค้นคว้าข้อมูลต่างๆ และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมอนุเคราะห์ อุปกรณ์ สารเคมี รวมไปถึงสถานที่สำหรับการวิจัยในครั้งนี้จนทำให้งานวิจัยเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้ซึ่งเปรียบเสมือนชีวิตและจิตใจของผู้ศึกษา ที่ได้ให้การอบรมสั่งสอนให้ความรัก ความอบอุ่น กำลังใจตลอดมา และให้การส่งเสริมสนับสนุน กำลังทรัพย์ในการศึกษาเล่าเรียน รวมทั้งญาติพี่น้องทุกคนที่เป็นกำลังใจอันสำคัญยิ่งในการวิจัย ในครั้งนี้ คุณค่าและประโยชน์ของรายงานการวิจัยฉบับนี้ คณะผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ตลอดจนบูรพาจารย์ที่มีส่วนสำคัญยิ่งในการอบรมสั่งสอนให้แก่คณะผู้วิจัยสำเร็จสมบูรณ์

คณะผู้วิจัย

ชื่อเรื่อง	การศึกษาคุณสมบัติของดินพื้นที่ป่าชุมชนโคกคอนทา บ้านเหล่าจั่น ตำบลแกดำ อำเภอกำแพง จังหวัดมหาสารคาม
ผู้วิจัย	รุ่งนภา โพธิ์ศรี ชอครัก นราทร กรกนก จันทร์เทศ
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.สมสงวน จันทร์ทอง อาจารย์เมตตา เก่งชูวงศ์ อาจารย์บุญกุล กุดแดง อาจารย์วุฒิกร สายแก้ว อาจารย์รัตติกร แสงห้าว อาจารย์เชิดชัย สมบัติโยธา
สาขาวิชา / คณะ	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม / คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ปีที่พิมพ์	2550

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อศึกษาคุณสมบัติของดินทางด้านกายภาพและเคมีบางประการของดิน ในพื้นที่ป่าชุมชนโคกคอนทา บ้านเหล่าจั่น ตำบลแกดำ อำเภอกำแพง จังหวัดมหาสารคาม

โดยเก็บตัวอย่างดินจำนวน 19 จุด นำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านกายภาพและเคมี รวม 7 พารามิเตอร์ ได้แก่ อุณหภูมิ (Temperature), สีดิน (Soil Color), ค่าการนำไฟฟ้า (EC), ความเป็นกรดด่าง (pH), ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N), การวิเคราะห์ฟอสฟอรัส (Available P) และปริมาณสารตะกั่ว (Pb)

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินแต่ละพารามิเตอร์มีค่าดังนี้ อุณหภูมิ 25 – 35 °C ดินชั้นบนมีค่าสีอยู่ระหว่าง สีเทาปนน้ำตาลอ่อน – สีเทาปนแดงอ่อน (10 YR7/3 - 5 YR7/2) ดินชั้นล่างมีค่าสีอยู่ระหว่าง สีน้ำตาลปนเหลือง – สีเทาอ่อนปนแดงอ่อน (10 YR7/4 - 5

YR8/2) ค่าการนำไฟฟ้าของดินชั้นบนมีค่า 150.60 – 211.40  $\mu\text{s}/\text{cm}$  และดินชั้นล่างมีค่า 146.03 – 199.10  $\mu\text{s}/\text{cm}$  ความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของดินชั้นบนมีค่า 4.04 – 6.57 และดินชั้นล่างมีค่า 4.04 – 5.63 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ของดินชั้นบนมีค่า 0.013 – 0.057 เปอร์เซ็นต์ และดินชั้นล่างมีค่า 0.010 - 0.042 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) ของดินชั้นบน มีค่า 5.71 – 10.92 ppm และดินชั้นล่างมีค่า 4.00 – 10.21 ppm ปริมาณตะกั่ว (Pb) ของดินชั้นบน มีค่า 5.92 – 8.25 mg/Kg และดินชั้นล่างมีค่า 5.92 – 7.83 mg/Kg

คุณสมบัติของดินในพื้นที่ป่าชุมชน โศกคองทา อยู่ในเกณฑ์ที่มีความอุดมสมบูรณ์ ส่วนปริมาณตะกั่วในดินบริเวณที่ท่อระบายน้ำเสียจากโรงงานทอผ้าแตก พบว่า ยังมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอื่นนอกเหนือจากการอยู่อาศัย และเกษตรกรรมของประเทศไทย



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

<b>Title</b>	Study on Soil Qualification in the Koke Donta Community Forest, Ban Lao Chan, Amphur Kae–Dum; Maha Sarakham.
<b>Authors</b>	Rungnapa Posri Yodruk Naratorn Kornkanok Juntarat
<b>Advisors</b>	Dr. Somsanguan Chantachon Mrs. Metta Kenchuwong Mr. Nukool Kudthalang Mr. Wuttikom Saikaew Miss. Ratikon Sanghaw Mr Cherdchai Sombatyotha
<b>Department/Faculty</b>	Environmental Science / Science and Technology
<b>University</b>	Rajabhat Institute Maha Sarakham University
<b>Year</b>	2007

#### ABSTRACT

The purposes of this research were to study on qualification physical and chemical partly of soil in the Koke donta community forest Ban Lao Chan Kae Dam District in Maha Sarakham .

To determine the samples collected point of soil to be 19 points and collected all samples soil to analyze it physical and chemical qualification by 7 parameters that' s Temperature, Soil Color, EC, pH, Total N, Available P and Pb.

The Qualification of soils in each parameters were in average range as follow :

Temperature was approximately 25.00 – 35.00 °C. Soil Color of the upper layer was between grey – light brown and grey – light red (5YR7/3 – 10YR7/2), the lower layer was between brown – yellow and grey – light red (10YR8/4 – 5YR8/2).

EC the upper layer average was between 150.60 – 211.40  $\mu\text{s/cm}$ , EC the lower layer average was between 146.03 – 199.10  $\mu\text{s/cm}$ . pH number of the upper layer average was between 4.04 – 6.57, the lower layer average was between 4.04 – 5.63, Total Nitrogen of the upper layer was 0.013 – 0.570 percent, total Nitrogen of the lower layer was 0.010 – 0.042 percent. Available Phosphorus of upper layer average was between 5.71 – 10.92 ppm, available Phosphorus of lower layer average was between 4.00 – 10.21 ppm. Lead (Pb) in the upper layer was 0.24 – 0.33 mg/Kg, lead (Pb) in the lower layer was 0.24 – 0.31 mg/Kg.

The Qualification of soil in all parameters were plentiful soil. The analyzing of Pb in soil in the weaving factory's waste water broken tube were found that Pb quantity in soil was lower than standard level for useful soil quality other than residential and agricultural area in Thailand.

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
สารบัญ.....	ก
สารบัญตาราง.....	ข
สารบัญภาพ.....	ณ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ .....	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	2
1.4 ขอบเขตการศึกษา .....	2
1.5 นิยามคำศัพท์ .....	3
1.6 ระยะเวลาและสถานที่ทำวิจัย.....	3
<b>บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	
2.1 ดิน.....	5
2.2 มลพิษทางดิน.....	9
2.3 ป่าชุมชน โลกคองทา.....	15
2.4 การปนเปื้อนน้ำทิ้งในป่าชุมชน โลกคองทา.....	16
2.5 พารามิเตอร์ที่ศึกษา.....	16
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	21
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย</b>	
3.1 พื้นที่ศึกษา .....	25
3.2 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง .....	27
3.3 การเก็บตัวอย่างดิน .....	30
3.4 การวิเคราะห์คุณสมบัติของดิน.....	30



## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	31
<b>บทที่ 4 ผลการวิจัย</b>	
4.1 สภาพแวดล้อมโดยทั่วไปของพื้นที่ป่าชุมชน โลกคองทา.....	33
4.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติของดินทางด้านกายภาพ และเคมี.....	34
<b>บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ</b>	
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	57
5.2 อภิปรายผล.....	63
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	65
<b>บรรณานุกรม.....</b>	<b>67</b>
<b>ภาคผนวก .....</b>	<b>69</b>
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์คุณสมบัติดิน.....	70
ภาคผนวก ข มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอื่นนอกเหนือ จากการอยู่อาศัย และเกษตรกรรม.....	84
ภาคผนวก ค ภาพการเก็บตัวอย่างดิน.....	94
<b>ประวัติผู้วิจัย.....</b>	<b>98</b>

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ส่วนประกอบของดินต่างๆ ไปที่เหมาะสมต่อการเพราะปลูก.....	7
3.1 พารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาและวิธีวิเคราะห์คุณสมบัติดิน.....	31
4.1 ผลการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิ.....	44
4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสีดิน.....	45
4.3 ผลการวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้า.....	46
4.4 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง.....	47
4.5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด.....	48
4.6 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์.....	49
4.7 ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว.....	50
5.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติดินของจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 19 จุด ดินชั้นบนและดินชั้นล่าง.....	59

## สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงส่วนประกอบของดินบนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช.....	6
3.1 อาณาเขตติดต่อโดยรอบของพื้นที่ป่าชุมชน โลกคองทา.....	26
3.2 ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ป่าชุมชน โลกคองทา ทั้ง 19 จุด.....	29
4.1 รัศมีอุณหภูมิจุดเก็บตัวอย่าง.....	50
4.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ในดินชั้นบนและดินชั้นล่างของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง.....	51
4.3 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในดินชั้นบนและดินชั้นล่างของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง.....	52
4.4 ปริมาณไนโตรเจน (Total N) ในดินชั้นบนและดินชั้นล่างของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง.....	53
4.5 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) ในดินชั้นบนและดินชั้นล่าง ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง.....	54
4.6 ปริมาณตะกั่ว (Pb) ในดินชั้นบนและดินชั้นล่างของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง.....	55

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ดินเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญ เนื่องจากเป็นแหล่งผลิตปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิต คือปัจจัยสี่ ได้แก่ อาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม และยารักษาโรค นอกจากนี้ดินยังเป็นทรัพยากร ที่มีคุณค่าเป็นรากฐานความเจริญและความมั่นคงของประเทศ โดยประชาชนได้ใช้ประโยชน์จากที่ดินในการประกอบอาชีพ เช่น การเกษตรกรรม การพาณิชย์ เป็นต้น หากแต่ การกระทำของมนุษย์ในปัจจุบัน ได้ส่งผลกระทบต่อให้ดินเสื่อมคุณภาพจนพื้นที่บางแห่งไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้หรือใช้ประโยชน์ได้ไม่เต็มที่ เช่น การใช้ปุ๋ยเคมี การใช้สารกำจัดศัตรูพืช การระบายน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมลงบนดิน เป็นต้น

สารมลพิษสามารถเข้าสู่ดินได้หลายรูปแบบ เช่น สามารถตกลงมาจากอากาศในรูปของฝนกรด จากน้ำเสียด่างๆ จากซากหรือของเสียจากสิ่งมีชีวิต หรือจากการกำจัดขยะ เป็นต้น สารเหล่านี้ เข้าสู่ดินแล้วสามารถหมุนเวียนเข้าห่วงโซ่อาหารได้โดยตรง เนื่องจากดินเป็นแหล่งที่มีกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและจุลินทรีย์ต่างๆ เป็นจำนวนมาก

(โยธิน สุริยพงศ์, 2542)

ดินที่รับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยออกมาปนเปื้อนนั่นจะขึ้นอยู่กับกิจกรรมของโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้ในกระบวนการผลิต วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการผลิต รวมทั้งน้ำล้างอุปกรณ์ ซึ่งสารตกค้างก็จะปล่อยปะปนมากับน้ำทิ้งนั้น หากโรงงานอุตสาหกรรมใช้ระบบบำบัดน้ำเสียที่ไม่เหมาะสม หรือขาดจิตสำนึกในการบำบัดน้ำเสียดังกล่าวก็จะสร้างปัญหาให้แก่ประชาชนและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ข้างเคียงได้ ดังเช่น โรงงานทอผ้าจะมีกระบวนการซักล้างผ้า ซึ่งต้องใช้ผงซักฟอกที่มีสารประกอบประเภทฟอสเฟตที่อาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพของดินได้ นอกจากนี้ น้ำทิ้งที่ปล่อยออกสู่สาธารณะอาจมีส่วนประกอบของสีย้อมผ้า ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าในสีย้อมผ้านั้นมีส่วนประกอบของโลหะหนักบางชนิด เช่น ตะกั่วปรอท เป็นต้น ซึ่งทำให้เกิดการสะสมในชั้นดินทำให้เกิดมลพิษทางดิน ส่งผลกระทบต่อการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ

ป่าชุมชนโลกคอนทาในพื้นที่บ้านเหล่าจัน ตำบลแกดำ อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม เป็นอีกป่าชุมชนหนึ่งที่ยังคงมีความอุดมสมบูรณ์ หากแต่ได้มีโรงงานทอผ้าได้วางท่อระบายน้ำทิ้งผ่านเขตป่าชุมชนโลกคอนทาไปไปยังระบบบำบัดน้ำเสียที่มีระบบแบบ

บ่อฝัง ซึ่งลักษณะที่ตั้ง ของระบบบำบัดน้ำเสียอยู่ในบริเวณที่เป็นที่ราบสูง ซึ่งอาจมีการไหลล้นของน้ำทิ้งสู่พื้นที่ป่าชุมชน โกลคองทาและบริเวณพื้นที่นาของชาวบ้านบริเวณใกล้เคียง ทำให้ชาวบ้านไม่มั่นใจในระบบบำบัดน้ำเสียดังกล่าว ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อพื้นที่ป่าชุมชนโกลคองทาซึ่งเป็นแหล่งหาของป่า ของชาวบ้าน และอาจเกิดผลเสียต่อคุณสมบัติของดินทำให้ดินเปลี่ยนสภาพไปจากเดิมได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาคุณสมบัติของดินในพื้นที่ป่าชุมชนโกลคองทา บ้านเหล่าจั้น ตำบลแกดำ อำเภอกำแพง จังหวัดมหาสารคาม เพื่อศึกษาวิเคราะห์คุณสมบัติของดินสำหรับเป็นแนวทางในการป้องกันแก้ไขปัญหาดังกล่าวต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางด้านกายภาพและเคมีบางประการของดิน ในพื้นที่ป่าชุมชนโกลคองทา บ้านเหล่าจั้น ตำบลแกดำ อำเภอกำแพง จังหวัดมหาสารคาม

## 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้จะทราบถึงคุณสมบัติของดินทางด้านกายภาพและเคมี เพื่อใช้ในการประกอบการประเมินคุณสมบัติของดิน
2. ข้อมูลของคุณสมบัติของดินที่วิเคราะห์ได้สามารถนำไปเป็นฐานข้อมูลดินของป่าชุมชนโกลคองทา เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้วางแผนเฝ้าระวัง ตลอดจนการจัดการป่าชุมชนโกลคองทาให้มีความอุดมสมบูรณ์ยั่งยืนตลอดไป

## 1.4 ขอบเขตของการศึกษา

### 1. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ที่ศึกษาคุณสมบัติของดินในการวิจัยครั้งนี้เป็นพื้นที่ดินในป่าชุมชนโกลคองทาบ้านเหล่าจั้น ตำบลแกดำ อำเภอกำแพง จังหวัดมหาสารคาม โดยเริ่มจากแนวเขตของป่าด้านที่ติดกับบ่อน้ำเสียของโรงงานทอผ้า ซึ่งมีจำนวน 4 บ่อ

### 2. การสุ่มเก็บตัวอย่างดิน

ในการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจะทำการเก็บตัวอย่างดินทั้งหมด 19 จุด ของดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และดินชั้นล่างที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร ได้แก่ จุดเก็บตัวอย่างดินที่ 1, 4, 7 และ 10 ซึ่งมีระยะห่าง 10 เมตร ของบ่อน้ำเสียที่ 1, 2, 3

และ 4 ตามลำดับ จุดเก็บตัวอย่างดินที่ 2, 5, 8 และ 11 ซึ่งมีระยะห่าง 20 เมตร ของบ่อน้ำบาดาลที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ จุดเก็บตัวอย่างดินที่ 3, 6, 9 และ 12 ซึ่งมีระยะห่าง 30 เมตร ของบ่อน้ำบาดาลที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ จุดเก็บตัวอย่างดินที่ 13, 14, 15 และ 16 เป็นจุดควบคุม ซึ่งมีระยะห่าง 90 เมตร ของบ่อน้ำบาดาลที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ จุดเก็บตัวอย่างดินที่ 17 และ 18 เป็นจุดเก็บตัวอย่างดินบริเวณที่ระบายน้ำเสียแตก ระยะห่างจากท่อแตก 0.5 เมตร และจุดเก็บตัวอย่างดินที่ 19 เป็นจุดควบคุมที่อยู่ทางทิศตะวันออกของป่าชุมชนโลกคอนทา อยู่ห่างจากบ่อน้ำบาดาลที่ 4 เป็นระยะทางประมาณ 200 เมตร

### 3. คุณสมบัติของดินที่ศึกษา มีดังนี้

3.1 คุณสมบัติทางด้านกายภาพ ทำการศึกษา อุณหภูมิ (Temperature) และสีดิน (Soil Color)

3.2 คุณสมบัติทางด้านเคมี ทำการศึกษา ค่าความเป็นกรดค่าด่าง (pH), การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N), การวิเคราะห์ฟอสฟอรัส (Available P), ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และปริมาณสารตะกั่ว (Pb)

### 1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. คุณสมบัติของดิน หมายถึง คุณสมบัติทางด้านกายภาพและเคมีบางประการของดินในพื้นที่ป่าชุมชนโลกคอนทา ได้แก่ อุณหภูมิ (Temperature), สีดิน (Soil Color), ค่าความเป็นกรดค่าด่าง (pH), การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N), การวิเคราะห์ฟอสฟอรัส (Available P), ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และปริมาณตะกั่ว (Pb)

2. ป่าชุมชน หมายถึง พื้นที่ป่าไม้ที่ได้รับการจัดการโดยกระบวนการที่มีส่วนร่วมจากประชาชนและองค์กร ตามความเชื่อและวัฒนธรรมท้องถิ่น เพื่อประโยชน์ที่สอดคล้องกับความต้องการของมนุษย์อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

### 1.6 ระยะเวลาในการศึกษา

การศึกษานี้มีระยะเวลาตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

## บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการศึกษาคุณสมบัติของดินพื้นที่ป่าชุมชน  
โลกคองทา บ้านเหล่าจั้น ตำบลแกดำ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม มีดังนี้

### 2.1 ดิน

2.1.1 ความหมายของดิน

2.1.2 ส่วนประกอบของดิน

2.1.3 ความสำคัญของดิน

2.1.4 ประเภทของดิน

2.1.5 คุณสมบัติของดิน

### 2.2 มลพิษทางดิน (Soil Pollution)

2.2.1 ความหมายของมลพิษทางดิน

2.2.2 สาเหตุของการเกิดมลพิษทางดิน

2.2.3 สารมลพิษในดิน

2.2.4 แหล่งกำเนิดสารมลพิษ

2.2.5 ผลกระทบที่เกิดจากมลพิษทางดิน

### 2.3 ป่าชุมชนโลกคองทา

2.3.1 ความหมายของป่าชุมชน

2.3.2 ป่าชุมชนโลกคองทา

2.3.3 การใช้ประโยชน์ป่าชุมชนโลกคองทา

### 2.4 การปนเปื้อนของน้ำทิ้งในป่าชุมชนโลกคองทา

### 2.5 พารามิเตอร์ที่ศึกษา

2.5.1 อุณหภูมิ (Temperature)

2.5.2 สีดิน (Soil Color)

2.5.3 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

2.5.4 ธาตุอาหารหลัก

2.5.4.1 ไนโตรเจน (Total N)

2.5.4.2 ฟอสฟอรัส (Available P)

### 2.5.5 ค่าการนำไฟฟ้า (EC)

### 2.5.6 การวิเคราะห์ตะกั่ว (Pb)

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 ดิน

#### 2.1.1 ความหมายของดิน (สาโรช มนตระกูล และคณะ, 2541)

ดิน หมายถึง เทหวัตถุธรรมชาติ (Natural Body) ที่ปกคลุมผิวโลกอยู่บางๆ เกิดขึ้นจากผลของการแปรสภาพหรือผุพังของหินและแร่ และอินทรีย์วัตถุผสมคลุกเคล้ากัน

ดิน หมายถึง เทหวัตถุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติรวมกันขึ้นเป็นชั้น(Profile) จากส่วนผสมของแร่ธาตุต่างๆ ที่สลายตัวเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยกับอินทรีย์วัตถุที่เปื่อยผุพังอยู่รวมกันเป็นชั้นบางๆ ห่อหุ้มผิวโลก และเมื่อมีอากาศและน้ำเป็นปริมาณที่เหมาะสมแล้ว จะช่วยค้ำจุนพร้อมทั้งช่วยในการยังชีพและการเจริญเติบโตของพืช

ดิน คือเทหวัตถุใดๆ ก็ตามที่ทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถเจริญเติบโตได้ หรือเป็นตัวกลางที่สามารถค้ำจุนหรือยึดเหนี่ยวให้พืชสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสภาพปกติ

และ คือเทหวัตถุธรรมชาติที่เกิดจากการสลายตัวของแร่ หิน เศษเหลือจากซากสัตว์ และโรงงานอุตสาหกรรม เป็นระยเวลานานนับพันๆ ปี โดยอาศัยปัจจัยต่างๆ จนในที่สุดกลายเป็นดิน (เกษมศรี ชับช้อน, 2541)

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ดิน หมายถึง เทหวัตถุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ จากการผสมของแร่ธาตุต่างๆ ที่สลายตัวเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยกับอินทรีย์วัตถุรวมกันเป็นชั้นบางๆ ห่อหุ้มโลกและช่วยค้ำจุนพร้อมทั้งช่วยในการยังชีพและการเจริญเติบโตของพืช

#### 2.1.2 ส่วนประกอบของดิน (Soil Component)

ส่วนประกอบของดินแบ่งออกตามความสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชได้เป็น 4 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1. อินทรีย์วัตถุ (Inorganic Matter) เป็นส่วนที่เกิดจากชิ้นเล็กชิ้นน้อยของแร่และหินต่างๆ ที่สลายตัวโดยทางเคมี ทางฟิสิกส์ และทางชีวเคมี

2. อินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) ได้แก่ส่วนที่เกิดจากการเน่าเปื่อยผุพังหรือการสลายตัวของเศษเหลือของพืชและสัตว์ที่ทับถมกันอยู่บนดิน

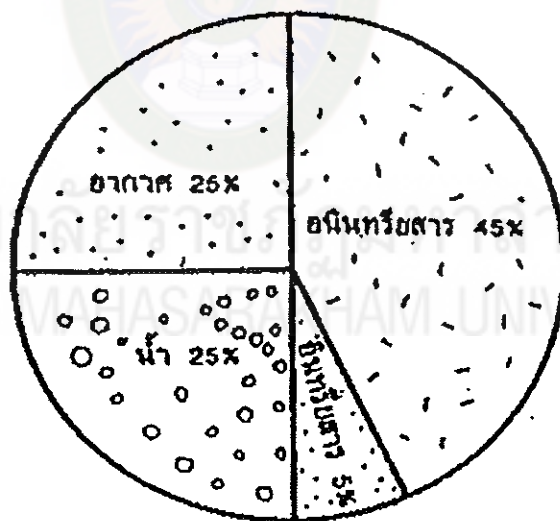
3. น้ำ น้ำที่อยู่ในดินนั้นพบอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดิน (Aggregate) หรืออนุภาคดิน (Particle) ที่เรียกช่องหรือที่ว่างนี้ว่า ช่องว่างในดิน (Pore Space)



4. อากาศ ที่ว่างในดินระหว่างก้อนดินหรืออนุภาคดินนั้นมีอากาศอยู่ ก๊าซที่พบ โดยทั่วไปในอากาศในดินนั้นมีไนโตรเจน ออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์

ปริมาตรของแต่ละส่วนที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก โดยทั่วไปแล้วจะมี ส่วนประกอบที่เป็นของแข็งประมาณร้อยละ 50 โดยปริมาตร (อินทรีย์วัตถุประมาณร้อยละ 45 โดยปริมาตรของอินทรีย์วัตถุประมาณร้อยละ 5 โดยปริมาตร) และส่วนประกอบที่เป็น ช่องว่างและน้ำร้อยละ 50 โดยปริมาตร (ซึ่งมีอากาศร้อยละ 25 โดยปริมาตร และน้ำประมาณ ร้อยละ 25 โดยปริมาตร)

ดินมีส่วนประกอบที่สำคัญ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือส่วนที่เป็น ของแข็ง (Soil Solids) กับส่วนที่เป็นช่องว่าง (Pore Space) ดังภาพที่ 2.1 และตารางที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบของดินบนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (Silt Loam)

แหล่งที่มา : Brady, 1974

## ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบของดินต่างๆ ไปที่เหมาะสมต่อการเพราะปลูก (คินรวน)

(Brady, 1974)

ส่วนประกอบของดิน	ปริมาตร (ร้อยละ)	น้ำหนัก (กิโลกรัม/ตารางเมตร)
<b>ของแข็ง</b>		
อนินทรีย์วัตถุ (Mineral)	45	1300
อินทรีย์วัตถุ (Organic)	5	50
<b>ช่องว่าง</b>		
น้ำ (Water)	20-30	250
อากาศ (Air)	20-30	277 (กรัม)

สำหรับพวกของแข็งที่เป็นอนินทรีย์วัตถุนั้นได้มาจากการสลายตัวศพของสิ่งไม่มีชีวิต ได้แก่ หิน และแร่ชนิดต่างๆ ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ จนในที่สุดกลายเป็นอนุภาคของทรายแป้ง (Sand Silt) อนุภาคดินเหนียว (Clay) และอินทรีย์วัตถุส่วนใหญ่ได้มาจากการสลายตัวศพจากสิ่งมีชีวิต เช่น พืช และสัตว์ และเกิดเป็นสารประกอบพวกชีวมีสซึ่งมีประจุลบ ส่วนอากาศที่มีอยู่ในช่องว่างนั้นจะประกอบด้วยก๊าซไนโตรเจน ( $N_2$ ) ร้อยละ 79, ก๊าซออกซิเจน ( $O_2$ ) ร้อยละ 20, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ( $CO_2$ ) ร้อยละ 0.5, และก๊าซอื่นๆ อีกประมาณร้อยละ 0.5

### 2.1.3 ความสำคัญของดิน (เกษมศรี ชับช้อน, 2541)

ความสำคัญของดินตามส่วนประกอบของดิน คือ

อนินทรีย์วัตถุ (Inorganic Matter Mineral) มีความสำคัญดังนี้ คือ

1. เป็นแหล่งธาตุอาหารของพืช
2. สามารถจำแนกเนื้อของดินออกเป็นกลุ่มๆ ได้
3. มีส่วนประกอบของดินเหนียวเป็นส่วนใหญ่

อินทรีย์วัตถุ (Organic Matter Mineral) มีความสำคัญ คือ

1. มีธาตุอาหารพวกไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน ซึ่งอยู่ในรูปอินทรีย์
2. สามารถจำแนกโครงสร้างของดินออกเป็นกลุ่มๆ ได้
3. เป็นอาหารและแหล่งสะสมของจุลินทรีย์ดิน

น้ำในดิน (Soil Water) มีความสำคัญ คือ

1. เป็นสารละลายดิน ซึ่งเป็นส่วนที่ปริมาณธาตุต่างๆ ที่อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

2. เป็นแหล่งน้ำสำหรับการเจริญเติบโตของพืช

อากาศในดิน (Soil Air) มีความสำคัญ คือ

1. เป็นแหล่งของก๊าซออกซิเจน ( $O_2$ ) สำหรับพืชและจุลินทรีย์
2. เป็นแหล่งของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ( $CO_2$ )
3. เป็นแหล่งของก๊าซไนโตรเจน ( $N_2$ )
4. ก๊าซอื่นๆ

#### 2.1.4 ประเภทของดิน

ดินแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. ดินเหนียว (Clay) มีเม็ดดินละเอียดจับตัวกันแน่น อากาศและน้ำซึมผ่านได้ยาก  
อุ้มน้ำได้ดี มีความเหนียวเป็นแผ่นได้ง่ายมีสีดำหรือคล้ำ เหมาะแก่การปลูกพืชที่ต้องการ  
น้ำมาก เช่น ข้าว เป็นต้น
2. ดินร่วนหรือดินตะกอน (Loam) มีเนื้อหยาบ เม็ดดินเกาะกันไม่แน่นเท่า  
ดินเหนียว เป็นดินที่มีสมบัติกึ่งกลางระหว่างดินเหนียวกับดินทราย น้ำและอากาศผ่านได้ง่าย  
กว่าดินเหนียว อุ้มน้ำได้ดี มีซากพืช และซากสัตว์ปนอยู่มากเหมาะแก่การปลูกพืชมากที่สุด
3. ดินทราย (Sand) มีทรายนอยู่มาก เม็ดดินไม่เกาะกัน ไม่อุ้มน้ำ น้ำซึมผ่านได้  
อย่างรวดเร็ว เหมาะแก่การปลูกพืชที่ต้องการน้ำน้อย เช่น มะพร้าว มันสำปะหลัง
4. ดินร่วนปนทราย (Sand Loam) เป็นดินที่มีดินเหนียวไม่เกิน 56 เปอร์เซ็นต์  
ถ้าเติมปุ๋ยอีกเล็กน้อยจะเป็นดินที่เหมาะสมแก่การปลูกพืชมาก

### 2.1.5 คุณสมบัติของดิน (จิราณี วานิชกุล, 2542)

คุณสมบัติของดินโดยทั่วไปสามารถจำแนกได้ ดังนี้

#### 2.1.5.1 คุณสมบัติทางกายภาพของดิน

สมบัติทางฟิสิกส์ของดินมีผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการงอกของเมล็ด การเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช สมบัติทางฟิสิกส์เป็นสมบัติที่มองเห็นได้และสัมผัสได้ เช่น เนื้อดิน (Soil Texture) และโครงสร้างของดิน (Soil Structure) รวมทั้งสมบัติอื่นๆ ที่เป็นผลต่อเนื่องจากสมบัติของดิน 2 ประการข้างต้น เช่น ความหนาแน่นรวม (Bulk Density) ความพรุน (Porosity) ความร่วนเหนียว (Consistence) สภาพให้ซึมได้ (Permeability) สำหรับน้ำ อากาศ และความสามารถอุ้มน้ำ (Water Holding Capacity) ของดิน เป็นต้น

#### 2.1.5.2 คุณสมบัติทางเคมีของดิน

สมบัติทางเคมี คือ สมบัติที่แสดงว่าสารนั้นทำปฏิกิริยาทางเคมีกับสารอีกชนิดหนึ่งได้อย่างไร และปฏิกิริยานั้นๆ เกี่ยวข้องอย่างใดกับองค์ประกอบของสาร โดยทั่วไปปฏิกิริยาเคมีหรือการเปลี่ยนแปลงทางเคมีมีหลายแบบ เช่น การรวมตัวหรือการผนวกเข้าด้วยกัน การแทนที่ การสลายตัว ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของสารอาจมีการให้หรือรับพลังงานเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

#### 2.1.5.3 คุณสมบัติทางชีววิทยาของดิน

สิ่งมีชีวิตในดินมีหลากหลาย ตั้งแต่จุลินทรีย์ขนาดเล็กประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียวไปจนถึงสัตว์ขนาดใหญ่ที่อาศัยอยู่ในดิน ปริมาณสิ่งมีชีวิตในดินมีประมาณ 1 - 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักดินแห้ง สังกะยมของสิ่งมีชีวิตในดินจะมีการถ่ายทอดพลังงานอาหาร และมีการแข่งขันเพื่อให้ออกชีวิต พืชที่ปลูกจะมีส่วนรากอยู่ในดินถือว่าอยู่ในสังคมนี้ด้วย การศึกษาให้เข้าใจระบบนิเวศในดินสามารถนำมาใช้เป็นประโยชน์ในการปลูกพืชได้

## 2.2 มลพิษทางดิน

### 2.2.1 ความหมายของมลพิษทางดิน

ณรงค์ ฅ เชียงใหม่ (2525) ได้ให้ความหมายของมลพิษทางดิน หมายถึง ความสกปรกที่เกิดจากการเติมหรือทิ้งสิ่งต่างๆ ลงไปในดินหรือบนดินเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่น การเกษตร แล้วทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคนและสัตว์หรือทำให้เกิดมลพิษทางอากาศและทางน้ำได้

โกมล ศิวะบวร (2537) ได้ให้ความหมายของมลพิษทางดิน หมายถึง ดินที่เปลี่ยนแปลงไปไปในทางที่เสื่อมโทรม ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากธรรมชาติหรือมาจากการกระทำของมนุษย์เองก็ได้ จนกลายเป็นแหล่งที่อาจก่อให้เกิดเชื้อโรคหรืออันตรายต่างๆ ต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ทั้งโดยทางตรงหรือทางอ้อมก็ได้

โยธิน สุริยพงศ์ (2544) ได้ให้ความหมายของมลพิษทางดิน หมายถึง ดินที่มีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไป ทั้งที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์ จึงทำให้ไม่เหมาะต่อการนำมาใช้ประโยชน์ รวมถึงอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์

โกมล ศิวะบวร (2537) ได้อธิบายภาวะดินที่มีมลพิษ ดังนี้

1) ดินบริเวณที่ประชาชนนำขยะมูลฝอยมากองรวมกันไว้ ขยะมูลฝอยจะเกิดการเน่าเหม็นและมีน้ำสกปรกไหลนองออกมา นอกจากนี้ดินบริเวณนั้นยังเป็นที่อาศัยของแมลงและสัตว์ฟันแทะต่างๆ ที่เป็นพาหะนำโรคและเป็นบ่อเกิดของเชื้อโรคบางชนิดได้

2) ดินบริเวณเพาะปลูกที่มีการใช้สารฆ่าแมลงมากๆ สารฆ่าแมลงเหล่านั้นย่อมตกค้างอยู่ในดิน ทำให้ดินบริเวณนั้นเกิดมลพิษขึ้น ส่งผลให้สัตว์บางชนิดมีประโยชน์ เช่น พวกไส้เดือน แมงกระชอนตาย เป็นการทำร้ายสัตว์ที่เป็นประโยชน์แก่การเกษตรกรรมไป โดยทางอ้อมนอกจากนี้พืชผักที่ปลูกอาจจะดูดซึมเอาสารพิษเหล่านี้ไปสะสมไว้ในส่วนต่างๆ เช่น ราก หัว ลำต้น ใบ เป็นต้น เมื่อคนนำเป็นอาหารอาจได้รับอันตรายจากสารพิษเหล่านี้ได้

3) ดินที่มีน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยออกมาปนเปื้อน ถ้าเป็นน้ำเสียของอุตสาหกรรมพวกโลหะหนัก ดินก็จะสะสมโลหะหนักเหล่านั้นไว้ได้

4) ดินที่แตกกระแหงเนื่องจากการตัดต้นไม้ทำลายป่าของประชาชนทั้งเพื่อผลประโยชน์และรู้เท่าไม่ถึงการณ์ ดินจะเสียไปเพราะเกิดความชุ่มชื้นใช้ทำการเพาะปลูกไม่ได้

#### 2.2.2 สาเหตุของการเกิดมลพิษทางดิน

มลพิษของดิน เกิดจากสาเหตุต่างๆ ทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากการกระทำของมนุษย์ ดังนี้ คือ

### 2.2.2.1 มลพิษทางดินที่เกิดจากธรรมชาติ

ความเป็นพิษของดินในบางพื้นที่อาจเกิดขึ้นเองด้วยกลไกทางธรรมชาติ เช่น การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาที่มีผลทำให้เกิดการสะสมของหินและแร่ต่างๆ หลายชนิด ซึ่งเมื่อสลายตัวอาจมีผลทำให้เกิดการสะสมของหินและแร่ต่างๆ หลายชนิดที่เป็นองค์ประกอบ ซึ่งองค์ประกอบบางชนิด เช่น โลหะหนัก สารกำมะถันตรังสี กรดและด่าง สามารถก่อให้เกิด ความเป็นพิษแก่สิ่งมีชีวิตได้ ตัวอย่างมลพิษทางดินที่เกิดจากธรรมชาติ ได้แก่

1) ดินเปรี้ยว หมายถึง ดินที่มีสภาพของกรดกำมะถันอยู่ในชั้นหน้าดิน มีลักษณะ น้ำขังและมีสีเหลืองฟางข้าว มีการระบายน้ำเลว สภาพดินเป็นกรดจัด โดยทั่วไปมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ต่ำกว่า 5.4

2) ดินเค็ม หมายถึง ดินที่มีปริมาณเกลือหรือสารเคมีพวกเกลือต่างๆ มากกว่าปกติ ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดผลเสียต่อการเจริญเติบโตของพืช ส่วนมากเกลือที่พบจะเป็นคลอไรด์ หรือซัลเฟต ของธาตุโซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียม นอกจากนี้ยังมีเกลือชนิดอื่นๆ เช่น ไบคาร์บอเนต และไนเตรตของแคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียมหรือโพแทสเซียม โดยปกติดินเค็มจะมีค่า ความเป็นกรด-เบส ประมาณ 8.5

3) ดินพรุ หรือดินอินทรีย์ คือดินที่มีปริมาณสารอินทรีย์อยู่ในชั้นดินสูงมากจนอาจถึงร้อยละ 35 ของความลึก เป็นดินที่มีน้ำขัง การระบายน้ำเลว การเน่าเปื่อยของซากอินทรีย์เกิดขึ้นได้น้อยมาก

4) ดินที่มีสารกำมะถันตรังสี เป็นดินที่มีสารกำมะถันตรังสีปะปนอยู่ในดิน เนื่องจากมีส่วนผสม ของธาตุยูเรเนียม ทอเรียม เรเดียม

5) ดินที่เจือปนด้วยโลหะหนัก เกิดจากพิษที่มีสารประกอบของปรอท แกลเดียม ตะกั่ว โครเมียม ฯลฯ ผสมอยู่เมื่อเกิดการสลายตัวจะทำให้เกิดการเจือปนอยู่ในดิน

### 2.2.2.2 มลพิษทางดินที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่

1) การพังทลายของดิน เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน การใช้ที่ดินผิดประเภท การใช้ที่ดินโดยขาดการบำรุงรักษาและขาดการอนุรักษ์ที่ถูกวิธี ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวเป็นสาเหตุของการพังทลายของดินทั้งสิ้น ทำให้ดินเกิดการสูญเสียน้ำอินดิน ธาตุอาหารและสารอินทรีย์ในดิน

2) การใช้วัตถุมีพิษต่างๆ เช่น สารฆ่าแมลง สารฆ่าวัชพืช สารฆ่าเชื้อรา ในการทำการเกษตรแผนใหม่ จะทำให้สารพิษตกค้างอยู่ในดินหรือพื้นที่เกษตรกรรม

3) การใช้ปุ๋ยเคมีทางการเกษตรจะก่อให้เกิดผลกระทบมากมาย ซึ่งจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สารเคมีตกค้างและเกิดเป็นมลพิษขึ้นได้

4) ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม จะถูกทิ้งลงสู่แหล่งน้ำและพื้นที่ใกล้เคียง ซึ่งมีผลทำให้ดินมีส่วนได้รับสารพิษปนเปื้อนเข้าไปได้

5) ของเสียจากชุมชน จะเป็นทั้งของเหลว ของแข็ง และก๊าซ ของเสียเหล่านี้ ได้แก่ เศษอาหาร เศษกระดาษ ขยะพลาสติก เศษโลหะ เป็นต้น ซึ่งจะทำให้ดินเสียและเสื่อมคุณภาพ และไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้อีกต่อไป

6) การเกษตรกรรม เช่น การปลูกมันสำปะหลัง การปลูกข้าวกันหลายปีจะทำให้ดินจืดและเกิดมลพิษของดินได้

### 2.2.3 สารมลพิษในดิน

ประเภทของสารมลพิษในดินสามารถจำแนกได้ 5 กลุ่ม ดังนี้

2.2.3.1 สารปราบศัตรูพืชและสัตว์ (Pesticide) และปุ๋ยเคมี (Fertilizer) โดยสารปราบศัตรูพืชและสัตว์ แบ่งออกได้เป็นสารปราบศัตรูพืชและสารฆ่าแมลงปราบศัตรูพืชและสัตว์ (Insecticide) และปุ๋ยเคมีที่ใช้กันอยู่ทั่วไปมักเป็นประเภทฉีดพ่น โดยตรงลงบนพืชและผิวดิน หรือโดยการผสมคลุกเคล้ากับดินหรือเมล็ดพืชก่อนปลูก หรือใส่ลงในดินในระยะต่างๆ ตามการเจริญเติบโตของพืช ด้วยเหตุนี้สารปราบศัตรูพืชและสัตว์และปุ๋ยเคมี จึงสะสมอยู่ในดินและ เมื่อสะสมจนถึงระดับหนึ่งจะทำให้เกิดปัญหามลพิษขึ้นกับดินได้

2.2.3.2 สารอนินทรีย์ (Inorganic Material) โดยทั่วไปมักจะหมายถึงโลหะหนักและธาตุอื่นๆ ซึ่งถูกนำมาใช้ประโยชน์ต่างๆ โดยเฉพาะในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานกลั่นน้ำมัน โรงงานผลิตสีทาบ้าน โรงงานผลิตแบตเตอรี่ เป็นต้น

2.2.3.3 ของเสียในรูปสารอินทรีย์ (Organic Waste) โดยวัสดุเหล่านี้เป็นของเสียที่เกิดจากกิจกรรมของสิ่งมีชีวิต ซึ่งอาจได้มาจากชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม เศษซากพืชและเศษวัสดุต่างๆ จากสัตว์และการผลิตสัตว์ของเสียเหล่านี้ถ้ามีอยู่ในปริมาณที่สูงจนเกินความสามารถของจุลินทรีย์ดินที่จะย่อยสลายได้ จะมีผลทำให้เกิดมลพิษขึ้นได้

2.2.3.4 เกลือที่ละลายได้ (Soluble Salt) เกลือที่อยู่ในรูปเกลือซัลเฟต คาร์บอเนต และครอไรด์ ของโซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ซึ่งมีผลทำให้เกิดดินกรด ดินด่าง และดินเค็ม

2.2.3.5 สารกัมมันตรังสี (Radioactive Material) สารกัมมันตรังสีสามารถปนเปื้อนและสะสมในดินได้ โดยการทดลองค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ เช่น การศึกษา

เรื่องพลังงานนิวเคลียร์ การทดลองอาวุธสงคราม รวมทั้งการทดลองทางด้านเกษตรกรรม  
ด้วย

#### 2.2.4 แหล่งกำเนิดสารมลพิษ

สารมลพิษในดินต่างๆ มีแหล่งกำเนิด ดังนี้

2.2.4.1 เกษตรกรรม เกิดจากการใช้สารเคมีเพื่อการเกษตรกรรม ได้แก่ ปุ๋ย และสารปราบศัตรูพืช ซึ่งถ้าหากเป็นสารเคมีที่ทนต่อการย่อยสลายโดยธรรมชาติแล้ว จะเกิดการสะสมอยู่มากในดินก่อให้เกิดมลพิษขึ้นได้ นอกจากนี้ยังรวมถึงสิ่งปฏิภูลต่างๆ ที่เกิดจากการเกษตรกรรม เช่น มูลสัตว์ต่างๆ อีกด้วย

2.2.4.2 อุตสาหกรรม เกิดจากการใช้สารเคมีในกระบวนการผลิต รวมทั้งกากของเสียต่างๆ ที่เกิดจากกระบวนการผลิต โรงงานอุตสาหกรรมที่มีกปล่อยของเสียที่มีสารตะกั่วปนเปื้อน ได้แก่ โรงงานผลิตแบตเตอรี่ โรงงานผลิตคลอรีน โรงงานผลิตกระดาษ และเยื่อกระดาษ โรงงานผลิตไวนิลคลอไรด์ และโรงงานไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง สำหรับแควดเมียมจะมีแหล่งกำเนิดมาจากโรงงานถลุงสังกะสี ตะกั่ว ทองแดง สี แบตเตอรี่ น้ำมันเครื่อง ผลิตภัณฑ์ยาง การเผาไหม้พลาสติกและควันบุหรี่ เป็นต้น

2.2.4.3 สภาพดินที่ถูกทำลายซึ่งอาจเกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์หรือภัยธรรมชาติก็ได้ เช่น การตัดไม้ทำลายป่า การทำไร่เลื่อนลอย โดยเฉพาะการเผาไหม้ผิวดินจนไม่มีพืช ปกคลุมอยู่ทำให้ดินถูกกัดเซาะได้ง่าย การเปิดหน้าดินเพื่อทำเหมืองแร่ทำให้สภาพของดินส่วนที่ เป็นประโยชน์ถูกชะล้างไปหมดให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของดิน นอกจากนี้การระเบิด ของภูเขาไฟโดยลาวาที่ถูกพ่นออกมาจะทำลายสภาพพื้นที่ รวมทั้งมีสารที่เป็นแร่ธาตุต่างๆ และเถ้าถ่านปกคลุม ซึ่งทำให้เกิดมลพิษทางดินในบริเวณนั้นได้

#### 2.2.5 ผลกระทบที่เกิดจากมลพิษทางดิน (สุริยา ตูลยะเสถียร และคณะ, 2544)

##### 2.2.5.1 ผลกระทบต่อความสัมพันธ์ภายในระบบนิเวศ

ดินมีโอกาสได้รับของเสียต่างๆ ทั้งจากอากาศ แหล่งน้ำ และจากสารพิษที่ใส่ลงไปเพื่อการเกษตร และนอกจากนี้อาจทำให้เกิดน้ำเสียและอากาศเสียได้ เมื่อเกิดการกักตรอนโดยน้ำ และลม เมื่อดิน น้ำ และอากาศเสียทำให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตต่อระบบนิเวศ ผลจากดินที่ได้รับสารปนเปื้อนจนเป็นพิษ ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อน้ำชะล้างดิน ที่มีสารพิษลงในแหล่งน้ำก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำ หรือเป็นฝุ่นดินปะปนในอากาศเสียและ เกิดมลพิษของดิน จะให้เกิดผลเสียโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืช



ทำให้ได้ผลผลิตจากดินต่ำหรือไม่ได้เลย นอกจากนั้นผลกระทบที่สำคัญคือ สารพิษในดินจะเกิดการสะสมในห่วงโซ่อาหาร (Food Chain) เช่น ในพืช ผัก เนื้อสัตว์ ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคคือมนุษย์ ทำให้เกิด การเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์ของร่างกาย หรือในระบบต่างๆ ในร่างกาย ระบบประสาท ระบบย่อยอาหาร ซึ่งอาจเกิดอาการเฉียบพลันหรือเรื้อรังได้

#### 2.2.5.2 ผลกระทบต่อสุขภาพร่างกายและสุขภาพจิตของมนุษย์

ดินที่มีสารมลพิษย่อมมีผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อสุขภาพด้านร่างกายและจิตใจของมนุษย์ ผลกระทบทางตรงมลสารที่ผ่านเข้ามาทางจมูก ทางปาก และทางผิวหนัง จะก่อให้เกิดผลกระทบทางตรงต่อมนุษย์โดยก่อให้เกิด

1) โรคภัยไข้เจ็บตลอดจนเชื้อโรคต่างๆ ที่ปนมากับน้ำ อากาศ และมาจากดิน ย่อมก่อให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บต่อมนุษย์ทันทีทันใดหรือค่อยๆ สะสมบั่นทอนสุขภาพของมนุษย์ไปเรื่อยๆ เป็นเวลานาน

2) โรคภูมิแพ้ต่างๆ สารพิษทั้งที่อยู่ในรูปของอนินทรีย์และอินทรีย์ อาจทำให้เกิดโรคภูมิแพ้กับบางคนได้ เช่น บางคนแพ้ฝุ่นละอองที่ปลิวในอากาศ ซึ่งมีส่วนมาจากดินโดยตรง

3) ภูมิคุ้มกันต่ำลงหรือโรคลดลงเมื่อร่างกายมนุษย์ได้รับสารพิษที่มาจากดินโดยตรงจะมีผลทำให้ระบบภูมิคุ้มกันต่ำลงหรือโรคของร่างกายน้อยลง

4) โรคมะเร็งสาเหตุที่แท้จริงยังทราบไม่แน่ชัด เพียงแต่สันนิษฐานว่า สารกัมมันตรังสี โลหะหนักบางชนิด ฯลฯ เป็นตัวชักนำที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็งในอวัยวะต่างๆ ผลกระทบทางอ้อม ได้แก่ ของเสียหรือสิ่งปฏิกูลต่างๆ ที่อยู่บนผิวดินจะทำให้ทัศนียภาพเสียไปและส่งกลิ่นน่ารังเกียจ

#### 2.2.5.3 ผลกระทบต่อพืชและสัตว์

ดินเค็มมีผลทำให้พืชดูดน้ำได้ลดลงและธาตุบางชนิดเป็นพิษโดยตรงต่อพืช เช่น โซเดียม สำหรับสัตว์เลี้ยงที่กินพืชอาหารที่ปลูกในพื้นที่ดินเค็ม และน้ำเมื่อกินเข้าไปจะทำให้เกิดความเป็นพิษของเกลือจะมีการกินน้ำเพิ่มขึ้นน้ำหนักตัวลดลง นอกจากนี้ยังมีผลกระทบต่อ สัตว์น้ำโดยเฉพาะปลาทำให้เติบโตช้าหรือตายได้ก็ตายไป

#### 2.2.5.4 ผลกระทบต่อด้านเศรษฐกิจและสังคม

เมื่อเกิดปัญหามลพิษของดินแล้วต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงในการปรับปรุงดิน ที่เสียแล้วให้กลับคืนดี สำหรับประเทศไทยเราการปรับปรุงแก้ไขโดยชาวบ้านมักเป็นไปได้ น้อยเพราะความยากจนที่มีอยู่เดิมประกอบกับราคาผลผลิตส่วนใหญ่ไม่คุ้มกับการลงทุน ด้วยเหตุนี้ผลผลิตต่อไร่ตามปกติของชาวไร่ชาวนาจึงต่ำมาก ส่งผลทำให้เกิดการอพยพของชาวไร่ชาวนา มาทำงานในตัวเมือง ทำให้เกิดปัญหาสังคมตามมา

### 2.3 ป่าชุมชนโลกคองคา (องค์การบริหารส่วนตำบลแกดำ, 2549)

#### 2.3.1 ความหมายป่าชุมชน

ป่าชุมชน หมายถึง พื้นที่ป่าไม้ที่ได้รับการจัดการโดยกระบวนการที่มีส่วนร่วมจากประชาชนและองค์กรชุมชน ตามความเชื่อและวัฒนธรรมท้องถิ่น เพื่อประโยชน์ที่สอดคล้องกับความต้องการของมนุษย์อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

#### 2.3.2 ประวัติป่าชุมชนโลกคองคา

ป่าชุมชนโลกคองคาได้รับการประกาศจัดตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2545 ในอดีตจัดเป็นป่าสาธารณะและป่าช้า ป่าชุมชนโลกคองคาเป็นเครือข่ายของป่าชุมชนโลกใหญ่ อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งอยู่ในความดูแลของ สำนักงานป่าไม้ จังหวัดมหาสารคาม (ใน พ.ศ. 2545 อยู่ในความดูแลของ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จังหวัดมหาสารคาม)

#### 2.3.3 การใช้ประโยชน์ป่าชุมชนโลกคองคา

ป่าชุมชนโลกคองคาเป็นป่าที่อุดมสมบูรณ์ เป็นที่อาศัยของสัตว์ป่านานาชนิด และท้องทุ่งนารอบๆ ประมาณ 78 ไร่ คะกอนจากใบไม้ที่ร่วงหล่นทับถมกลายเป็นปุ๋ยธรรมชาติแหล่งใหญ่ที่ถูกน้ำฝนชะล้างลงสู่ที่นาชาวบ้านทำให้ผืนนาอุดมสมบูรณ์ และไหลลงสู่แหล่งน้ำกลายเป็นแหล่งอาหารชั้นดีของสัตว์น้ำนานาชนิด ผืนป่าที่กว้างใหญ่เป็นที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารของแมลงศัตรูพืช ทำให้แมลงไม่มารบกวนพืชผลทางการเกษตรของชาวบ้าน ป่าแห่งนี้ จึงเปรียบเสมือน โรงงานผลิตปุ๋ย และแนวกำแพงธรรมชาติ

ประชาชนที่ใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนโลกคองคา จะมีทั้งหมด 7 หมู่บ้าน ได้แก่

- 1) บ้านเหล่าจัน 3 หมู่บ้าน คือ หมู่ที่ 10, 11 และ 14
- 2) บ้านนาภู 2 หมู่บ้าน คือ หมู่ที่ 8 และ 18
- 3) บ้านหนองเจริญ 2 หมู่บ้าน คือ หมู่ที่ 9 และ 17

โดยใช้เป็นที่หาของป่า เช่น เห็ด มัน หน่อไม้ พืชผัก ผลไม้ สัตว์ต่างๆ แมลง นานาชนิด สมุนไพรรักษาโรค ไม้ใช้สอยสร้างบ้านเรือน ทำฟืน อุปกรณ์ เครื่องใช้ เปลือกไม้ข้อมลิเส้นไหม เส้นด้าย เป็นต้น ประชาชนสามารถใช้ประโยชน์จากป่าชุมชน โลกคองทาได้ตลอดทุกฤดูกาล นอกจากนี้บริเวณพื้นที่ว่างเปล่าของป่าชุมชน โลกคองทา จะเป็นที่เลี้ยงสัตว์ของประชาชน เช่น วัว ควาย เป็นต้น

#### 2.4 การปนเปื้อนน้ำทิ้งในป่าชุมชนโลกคองทา

ป่าชุมชน โลกคองทา เป็นพื้นที่ที่เป็นทางผ่านของท่อลำเลียงน้ำทิ้งจากโรงงานทอผ้า ซึ่งท่อลำเลียงน้ำทิ้งจะผ่านตลอดแนวป่าชุมชนโลกคองทาทางด้านทิศใต้ของพื้นที่ป่า และในการวางแผนของท่อลำเลียงน้ำทิ้งมีบางจุดที่ท่อลำเลียงแตก ซึ่งเป็นจุดที่มีน้ำทิ้งจากโรงงานทอผ้าออกสู่ป่าชุมชนทำให้ป่าชุมชน โลกคองทาได้รับน้ำทิ้งจากโรงงาน เมื่อถึงฤดูน้ำหลาก ปริมาณน้ำทิ้งในบ่อบำบัด น้ำเสียทั้ง 4 บ่อ จะมีปริมาณมาก ทำให้บ่อบำบัดไม่สามารถรับ ปริมาณน้ำทิ้งได้ทั้งหมด จากการสำรวจพบว่า มีการปล่อยน้ำทิ้งจากโรงงานทอผ้าในบริเวณ ป่าชุมชน โลกคองทาจำนวนหลายจุด ทำให้พื้นที่ดังกล่าวเป็นแหล่งรองรับน้ำทิ้งจากโรงงาน ทอผ้า ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวมีโอกาสได้รับสารเคมีที่ปนมากับน้ำทิ้ง

#### 2.5 พารามิเตอร์ที่ทำการศึกษา

##### 2.5.1 อุณหภูมิของดิน (Temperature)

อุณหภูมิดินมีความสำคัญในการกำหนดอัตรา และทิศทางของการเกิดกระบวนการทางฟิสิกส์ เคมี และชีวภาพในดิน กระบวนการที่สำคัญทางฟิสิกส์ได้แก่ กระบวนการแลกเปลี่ยนมวลและพลังงานอยู่ในชั้นหน้าตัดดินแลบรรยากาศ มวลที่แลกเปลี่ยนระหว่างดินและบรรยากาศเช่น ก๊าซต่างๆ ที่มีอยู่ในชั้นหน้าตัดดิน ส่วนพลังงานคือความร้อน สำหรับกระบวนการทางเคมี ที่ขึ้นกับอุณหภูมิได้แก่ กระบวนการแตกตัว (Chemical Speciation) และการรวมตัว (Chemical Complex or Compound Formation) ของสารเคมีในดิน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของดิน จะทำให้สมดุลทางเคมีเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งแน่นอนย่อมทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณของสารอินทรีย์ในแต่ละรูป (Speciation) ที่มีอยู่ในดิน ส่วนกระบวนการทางชีวภาพขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้แก่ กระบวนการเปลี่ยนรูปของสารเคมีโดยจุลินทรีย์ในดิน การเปลี่ยนรูป ธาตุอาหารของพืชจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่ง หรือเปลี่ยนแปลงสถานะของสารเคมีจากสถานะหนึ่งไป

เป็นอีกสถานะหนึ่ง อุณหภูมิดินยังมีผลโดยตรงต่อจุลินทรีย์ในดินและรากพืช กล่าวคือ จุลินทรีย์ในดินจะมีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสม ในการดำเนินกิจกรรมในช่วงหนึ่งๆ เท่านั้น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของดิน อาจทำให้ความเหมาะสมในการดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินและรากพืชแปรเปลี่ยนไป อีกทั้งการงอกของเมล็ดพืชและการเจริญเติบโตของพืชมีความสัมพันธ์อย่างมากต่ออุณหภูมิดิน อาจสรุปได้ว่าการเปลี่ยนอุณหภูมิดินสะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพที่จะเกิดขึ้นกับกระบวนการทั้งทางฟิสิกส์ เคมีและชีวภาพของดินได้ทั้งในเชิงเวลา และระยะทาง ในรูปของทั้งอัตราและทิศทางของการเกิดของกระบวนการเหล่านี้

#### 2.5.2 สีดิน (Soil Color) (สาโรช มนตระกูล และคณะ, 2544)

สีของดิน เป็นลักษณะเห็นได้เด่นชัดที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะอื่นๆ ของดิน สีของดินจะศึกษาได้ง่าย โดยมีผลต่อการดูดซับความร้อน การสะท้อนของแสงและความร้อนของดิน การศึกษาสีของดินจะมีประโยชน์มากในการแจกแจงชนิดของดิน เพราะว่าจะมีความเกี่ยวข้องกับลักษณะอื่นๆ ในดินที่เราไม่สามารถศึกษาได้โดยง่าย และเราสามารถจะใช้สีดินเป็นเครื่องช่วยอธิบายลักษณะอื่นๆ หรือความสำคัญของลักษณะอื่นๆ ได้เช่นเดียวกัน ในการการเปรียบเทียบสีดินนั้นจะการใช้การเทียบสีดินตามหลักของ Munsell ในสมุดเทียบสีดินของ GLOBE

#### 2.5.3 ค่าระดับความเข้มข้นความเป็นกรดต่างของดิน (pH)

เป็นค่าบ่งบอกระดับความเข้มข้นความเป็นกรดของดิน ในค่าของปริมาณกรดจริง (Active Acidity) และกรดแฝง (Potential Acidity) โดยค่า pH ของดินไม่มีผลกระทบโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่มีผลกระทบทางอ้อมในการวิเคราะห์ หากพบว่า ดินเป็นกรดหรือเป็นด่าง (pH) มีผลต่อการควบคุมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช ซึ่งธาตุอาหารพืช ในดินที่อยู่ตามธรรมชาตินั้นมักไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชทั้งหมด มีพืชบางส่วนที่นำธาตุอาหารเหล่านั้นเอาไปใช้ประโยชน์ได้

#### 2.5.4 ธาตุอาหารหลัก (มุกดา สุขสวัสดิ์, 2544)

ธาตุอาหารพืชในดินมีทั้งธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมากและปริมาณน้อย ในดินแต่ละชนิดอยู่ในระดับที่ไม่เท่ากัน แต่พืชต้องการธาตุอาหารเหล่านี้ในปริมาณที่เหมาะสม ดังนั้นถ้าดินมีธาตุอาหารเหล่านี้ในปริมาณที่มากหรือน้อยเกินไป จะส่งผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชได้ การประเมินธาตุอาหารพืชในดินมีดังนี้

#### 2.5.4.1 ไนโตรเจนในดิน (Total N)

การวิเคราะห์เพื่อประเมินเกี่ยวกับไนโตรเจนในดินจะวิเคราะห์ระดับของอินทรีย์วัตถุในดินเพื่อการประเมินไนโตรเจนด้วยเช่นกัน เพราะไนโตรเจนในดินประกอบด้วย รูปที่เป็นประโยชน์ (Available Nitrogen) ได้แก่ รูปของแอมโมเนียมและไนเตรดไอออน แต่ปริมาณที่พบในดินจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เนื่องจากไนโตรเจนเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ดีในดินจึงมีการเคลื่อนที่ สูญเสีย แปรสภาพได้ง่ายและเร็วขึ้นกับสภาพแวดล้อมนั้นๆ ค่าที่วิเคราะห์ได้ จึงเป็นการบอกปริมาณไนโตรเจนในดิน ในขณะที่วิเคราะห์มากกว่าไนโตรเจน ในรูปที่เป็นประโยชน์นี้จึงเป็นค่าที่ไม่น่าเชื่อถือในการบอกสถานะของไนโตรเจนในดิน

#### 2.5.4.2 ฟอสฟอรัสในดิน (Available P)

การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในดิน จะวิเคราะห์ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available Phosphorus) โดยอาจสกัดได้จากวิธีต่างๆ หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีก็มีสหสัมพันธ์กับผลผลิตพืช หรือปริมาณฟอสฟอรัสที่พืชดูดได้จากดินแตกต่างกัน จะเห็นได้ว่าการประเมิน ที่มีความแตกต่างกันนั้น เนื่องจากความสามารถในการสกัดของน้ำยาสกัดสมบัติของดิน และปัจจัยอื่นๆ มีผลทำให้ค่าสกัดได้ที่เรียกว่า ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินแต่ละสถานที่มีสหสัมพันธ์ต่อการเจริญเติบโตของพืชได้แตกต่างกัน ดังนั้นหากต้องการค่าสกัดของสารสกัดใด ที่บ่งบอกฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่แท้จริง ควรจะต้องมีการศึกษาประเมินสร้างสหสัมพันธ์ ของดินและพืชแต่ละชนิดด้วย จึงจะได้ค่าที่เป็นจริง

การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในดิน จะใช้เป็นค่าที่เป็นประโยชน์ได้นั้นต่อเมื่อมีสหสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นค่าฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้นั้นอาจไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้จริงในสภาพไร่นา เนื่องจากค่าที่วิเคราะห์ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของสารสกัดและความเข้มข้นที่นำมาใช้สกัด อีกทั้งปัจจัยอื่นๆ เกี่ยวข้องหลายประการ เช่น ชนิดพืช ระดับ pH ของดิน ความชื้นของดิน อุณหภูมิ และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เป็นต้น ปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการควบคุมฟอสฟอรัสในดิน ดังนั้นถ้าต้องการนำค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์นี้มาใช้จะต้องมีการนำไปทดสอบแล้วว่ามีความสำคัญต่อการตอบสนองของพืช

### 2.5.5 ค่าความนำไฟฟ้า (EC) (กรมวิชาการเกษตร, 2544)

การวัดค่าความนำไฟฟ้า (EC) เป็นการวัดปริมาณของเกลือที่ละลายน้ำ (Soluble Salts) ในดินเพื่อต้องการทราบว่าดินมีปริมาณเกลือมากเกินไปจนเป็นอันตรายแก่พืช ที่ปลูกหรือไม่ ซึ่งเกลือที่ละลายน้ำได้ส่วนใหญ่ ได้แก่ แคลโคออนต่างๆ ของโซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียม รวมทั้งแคลโคออนบางตัว เช่น อะลูมิเนียม เหล็กและแมงกานีส ที่อาจมีปริมาณมากในดินกรด ซึ่งเป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดี เมื่ออยู่ในรูปสารละลายจะแตกตัวให้อนุผลที่นำไฟฟ้าได้ แต่ค่าการนำไฟฟ้าไม่ได้บอกถึงชนิดของเกลือในสารละลาย เพียงแค่บอกถึงปริมาณการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณเกลือในสารละลายเท่านั้น ปริมาณของเกลือที่วัดได้ในดินมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น ทำให้พืชแคระแกรน และถ้ามีปริมาณสูงมากๆ จะทำให้พืชเหี่ยวแห้งและตายได้ สาเหตุเนื่องจากเกิดกระบวนการ Plasmolysis คือน้ำหรือสารละลายในพืชบางส่วนจะไหลซึมออกมายังสารละลายในดินซึ่งมีความเข้มข้นสูงกว่า ซึ่งนอกจากทำให้พืช ไม่สามารถดูดน้ำและสารละลายอาหารมาใช้ประโยชน์ได้แล้วยังทำให้โครงสร้างของดินเสียไป ทำให้ดินแน่นที่น้ำซึมผ่านได้ยากทำให้การถ่ายเทอากาศในดินลดลง ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าว ไม่เหมาะแก่การเจริญเติบโตของพืช

### 2.5.6 ตะกั่วในดิน (Pb) (สุธีลา ตูลยะเสถียร และคณะ, 2544)

ตะกั่ว เป็นสารที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมการทำสี ทำแบตเตอรี่ ผสมในน้ำมันเบนซิน (ปัจจุบันไม่ผสมแล้ว) เครื่องเคลือบ โลหะผสม หมึกพิมพ์ และยาฆ่าแมลง ตะกั่วเป็นสารสีน้ำเงินปนเทา หลอมเหลว และกลายเป็นไอได้ในอุณหภูมิสูงๆ เข้าสู่สิ่งแวดล้อมได้ทั้งในอากาศ ในน้ำ ในดิน ในอาหาร จึงสามารถเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้ทั้งทางจุกทางปาก และทางผิวหนัง

ตะกั่วเป็นโลหะจัดอยู่ในหมู่ IV ของตารางธาตุสัญลักษณ์ คือ Pb มีเลขอะตอม 82 เลขมวล 207.19 จุดเดือด 1,620 °C จุดหลอมเหลว 327.4 °C จุดหลอมเหลว 327.4 °C ความถ่วงจำเพาะ 11.35 (ณรงค์ เกิดอุษร, 2531) มีความต้านทานแรงดึงต่ำมาก คือ 14,000 กิโลพาสกาลที่ 20 องศาเซลเซียส เนื่องจากมีความถ่วงจำเพาะที่สูงจึงจัดเป็นพวกโลหะหนัก มีสีขาวปนฟ้า เป็นโลหะที่เป็นมันเงา อ่อนนุ่ม เป็นตัวนำไฟฟ้าที่เลวรู้จักกันมาตั้งแต่ครั้งโบราณ โดยชาวโรมันซึ่งใช้ตะกั่วในการทำท่อส่งน้ำและภาชนะหมักเหล้าไวน์ (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต, 2536) "Lead" เป็นชื่อในภาษา แองโกลแซกซอน ส่วนสัญลักษณ์ Pb ย่อมาจากคำว่า Plumbum (16:130) นอกจากนั้นแล้วตะกั่วสามารถที่จะนำมาหล่อหรือขึ้นรูป

ได้ง่าย ด้านทานต่อการกัดกร่อนของกรด ที่อุณหภูมิสูงๆ จะกลายเป็นไอได้ และมีเสถียรภาพทางเคมีในอากาศ น้ำ ดิน

#### 2.5.6.1 การใช้ตะกั่วในวงการอุตสาหกรรม แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1) สารประกอบอินทรีย์ตะกั่ว เช่น โลหะตะกั่วใช้ผสมในแท่งโลหะผสมหรือผงเชื่อมบัดกรีโลหะ นำมาทำเป็นแผ่น หรือท่อโลหะใช้ในอุตสาหกรรมเคมีเพื่อป้องกันการกัดกร่อน แผ่นกรองในอุตสาหกรรมรถยนต์ ทำลูกปืนจากกันสารกัมมันตรังสี ออกไซด์ของตะกั่ว ได้แก่ ตะกั่วโมนอกไซด์ (Lead Monoxide) ใช้ในอุตสาหกรรมสี โดยใช้เป็นสารสีเหลืองผสม สีทาบาน ตะกั่วออกไซด์ (Leadred Dioxide) ใช้ทำเป็นขั้วอิเล็กโทรดของแบตเตอรี่รถยนต์ และเครื่องจักร ตะกั่วออกไซด์หรือตะกั่วทองแดง (Leadred Oxide) ใช้ในอุตสาหกรรมแบตเตอรี่ สีทาโลหะเพื่อกันสนิม เครื่องแก้ว ยาง และเครื่องเคลือบ สารประกอบของเกลือตะกั่ว คุณสมบัติ มีสีต่างๆ กันจึงนิยมใช้เป็นแม่สีหรือสีผสมในอุตสาหกรรมสี เช่น ตะกั่วเหลือง (Lead Cromate) ตะกั่วขาว (Lead Carbonate) ตะกั่วซัลเฟต (Lead Sulfate) ใช้ในอุตสาหกรรมสีและหมึกพิมพ์ ตะกั่วอะซิเตต (Lead Acetate) ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง ครีมใส่ผม

2) สารประกอบอินทรีย์ของตะกั่ว ได้แก่ เตตราเอทิลเลด (Tetramethyl Lead) และเตตราเมทริลเลด (Tetramethyl Lead) โดยใช้เป็น "สารกันน็อก" หรือสารป้องกันการกระตุกของเครื่องยนต์เวลาทำงาน โดยใช้ผสมในน้ำมันเบนซินเพื่อให้เชื้อเพลิงมีค่าออกเทนสูงขึ้น

#### 2.5.6.2 สารตะกั่วในสิ่งแวดล้อม

ตะกั่วในสิ่งแวดล้อมมีอยู่ใน 3 แหล่งใหญ่ คือ น้ำ ดิน และอากาศทั้ง 3 แหล่งนี้มีความสัมพันธ์กันสามารถเปลี่ยนแปลงส่งผ่านสารตะกั่วซึ่งกันและกันได้ ถ้าแหล่งใดแหล่งหนึ่งเกิดมลพิษของตะกั่วหรือโลหะหนักอื่นๆ (ปรอท แคดเมียม ทองแดง สังกะสี โครเมียม เป็นต้น) ย่อมทำให้เกิดปัญหามลพิษของอีก 2 แหล่งได้ และภาวะมลพิษที่เกิดขึ้นมีโอกาสที่จะเกิดผลกระทบต่อคนไม่มากนัก

มาตรฐานของสารตะกั่วในสิ่งแวดล้อมที่องค์การอนามัยโลก (WHO) และสำนักงานกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติกำหนดไว้ คือ

ตะกั่วในอากาศ ไม่เกิน 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขณะในช่วงปี พ.ศ. 2531-2532 มีรายงานการวัดสารตะกั่วในอากาศที่กรุงเทพมหานครและริมทางด่วน แห่ง

ละ 7 วัน พบว่าบริเวณที่มีการจราจรคับคั่งพบสารตะกั่วมากที่สุดหรือมีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่บริเวณถนนวงเวียนใหญ่ เขาวราช ประตูน้ำ อยู่ในระดับ 5-7 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) ส่วนริมทางด่วนเฉลี่ยสูงสุดที่ด้านเก็บเงินดินแดง  $3 \text{ mg}/\text{m}^3$  ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศที่กำหนดไว้ ( $< 10 \text{ mg}/\text{m}^3$ ) และค่ามาตรฐานในสถานที่ประกอบการในปี 1989 ให้ใช้ไม่เกิน  $50 \text{ mg}/\text{m}^3$

ตะกั่วในน้ำ กำหนดไว้ไม่เกิน  $50 \text{ mg}/\text{L}$  ( $0.05 \text{ mg}/\text{L}$ ) ซึ่ง WHO ให้ไม่เกิน  $10 \text{ mg}/\text{L}$  และจากการวัดน้ำประปามีน้อยกว่า  $20 \text{ mg}/\text{L}$  ตะกั่วในอาหาร กำหนดไว้ให้น้อยกว่า  $300 \text{ mg}/\text{day}$  และจากการวัดน้อยกว่า  $20 \text{ mg}/\text{day}$

ตะกั่วในดินกำหนดไว้ไม่เกิน  $750 \text{ mg}/\text{Kg}$  ตามมาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอื่นนอกเหนือจาก การอยู่อาศัยและเกษตรกรรม (อ้างจาก [http://www.pcd.go.th/info\\_serv/reg\\_std\\_soil01.html](http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_soil01.html), 1 มีนาคม 2550)

## 2.6 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทรงธรรม สุขสว่าง และคณะ (2529) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบสมบัติทางเคมีของดินหลังการทำลายป่าดิบแล้ง เพื่อใช้ที่ดินในการทำไร่มันสำปะหลัง สวนยางพารา และสวนผลไม้ บริเวณห้วยมะเฟือง ตำบลตะพง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ในช่วงกลางฤดูฝนปี 2529 โดยทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-5, 5-20, 20-50 และ 50-70 เซนติเมตร จากผิวดิน พบว่าดิน มีวัตถุต้นกำเนิดเป็นหินแกรนิต ควอทไซต์ ไนส์ และซีสท์ ซึ่งสลายตัวให้ดินเนื้อหยาบ แม้ว่า จะให้ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสูง และการอยู่ใกล้ทะเลจะทำให้มีปริมาณโซเดียมในน้ำผิวดินสูง แต่ระบบรากที่ลึกและหนาแน่นบนดินที่เต็มไปด้วยหินทำให้กระบวนการชะล้างเกิดขึ้นรุนแรงในสภาพป่าธรรมชาติ อินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารต่างๆ ตลอดจน pH และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation Exchange Capacity : CEC) ของดินจึงต่ำ เมื่อเทียบกับป่าชนิดเดียวกันในท้องที่อื่นๆ

ชยรินทร์ เปลื้องเจริญ และคณะ (2530) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบสมบัติทางเคมีบางประการของดินหลังการทำลายป่าธรรมชาติและปลูกทดแทนด้วยไม้สนประดิพัทธ์ กระถินณรงค์ และกระถินยักษ์ บริเวณสวนรุกขชาติเพ ตำบลเพ อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ในช่วงต้นฤดูฝนปี พ.ศ. 2530 พบว่า การขึ้นลงของน้ำทะเลและการระเหยน้ำของดินก่อให้เกิด การตกผลึกและสะสมตัวของเกลือชนิดต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบของน้ำทะเล ได้แก่ แคลเซียมคาร์บอเนต ( $\text{CaCO}_3$ ) แคลเซียมซัลเฟต ( $\text{CaSO}_4$ ) น้ำ ( $2\text{H}_2\text{O}$ ) และโซเดียม



คลอไรด์ (NaCl) แต่ฝนที่ตกชุกบนพื้นที่ที่เป็นดินทรายจัด ภายใต้การปกคลุมของป่าคงคิพที่มีระบบรากหนาแน่น ทำให้เกิดการชะล้างเกลือเหล่านี้ออกไป ทำให้ pH ของดินส่วนใหญ่อยู่ในสภาพที่เป็นกลาง แม้ว่าจะมีการร่วงหล่นของซากเศษเหลือของพืชในปริมาณที่มาก แต่สภาพที่เหมาะสมกับกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน ทำให้การย่อยสลายเป็นไปอย่างรวดเร็ว เช่นเดียวกับการดึงดูดขึ้นไปใช้ โดยต้นไม้ ธาตุอาหารส่วนใหญ่จึงสะสมอยู่ภายใต้ต้นไม้ในป่าและบางส่วนของผิวดินเท่านั้น ดังนั้นในส่วนลึกของชั้นดินจึงมีธาตุอาหารอยู่น้อยมาก การทำลายป่าทำให้การชะล้างลดน้อยลง การสะสมเกลือทะเลจึงเพิ่มมากขึ้น เช่นเดียวกับการเพิ่มขึ้นของแคลเซียม โซเดียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส รวมไปถึงความเป็นด่างของดิน ส่วนอินทรีย์วัตถุในดินและโพแทสเซียมโดยเฉลี่ย มีค่าลดลง การปลูกป่าทดแทนด้วยไม้สน ประติพัทธ์ กระจดินณรงค์ และกระจดินยักษ์ จะช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก และลดปริมาณแคลเซียมกับโซเดียมในปริมาณที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งจากการให้คะแนนไม้ ทดลองดังกล่าวที่ช่วยปรับค่าทางเคมีของดินให้อยู่ในภาวะที่เหมาะสม ซึ่งไม้สนประติพัทธ์เป็นไม้ที่เหมาะสมกับการปลูกทดแทนป่าธรรมชาติเดิมมากที่สุด

ทรงธรรม สุขสว่าง และคณะ (2534) การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน ภายหลังจากทำไม้ออกจากป่าต้นน้ำที่สถานีวิจัยเพื่อรักษาดินน้ำแม่กลอง จังหวัดกาญจนบุรี ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลในพื้นที่ป่าธรรมชาติที่ไม่เคยผ่านการทำไม้มาก่อน พื้นที่ป่าที่ผ่านการทำไม้ 2 ปี และ 3 ปี และพื้นที่ซึ่งเป็นทางซีกลากไม้อายุ 2 ปี และ 3 ปี แต่ละแปลงทำการเก็บใน 3 ระดับชั้นความลึกของดิน โดยดำเนินการเก็บตัวอย่าง 4 ครั้ง ระหว่างเดือน ธันวาคม 2533 ถึงกันยายน 2534 ทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินตามลักษณะการใช้พื้นที่ป่าทำไม้ ออก และตามระดับความลึกของดิน โดยป่าธรรมชาติเป็นแปลงควบคุม ทำการวิเคราะห์หว่าเรียนซ์แบบ Two Factors Factorial Inrandomized Complete Block Design ผลการศึกษาพบว่า ภายหลังจากการทำไม้ทำให้ค่า pH ของดินเปลี่ยนแปลงโดยป่าที่ผ่านการทำไม้อายุ 2 ปี pH ลดลง แต่ป่าที่ผ่านการทำไม้อายุ 3 ปี เพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนทั้งหมดในดิน ในป่าธรรมชาติและพื้นที่อื่นๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยพื้นที่ป่าที่ผ่านการทำไม้อายุ 2 ปี มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงสุด ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสในดินป่า ที่ผ่านการทำไม้ลดลงเมื่อเทียบกับป่าธรรมชาติ สำหรับปริมาณโพแทสเซียมและแคลเซียมมีค่าสูงสุดในป่าธรรมชาติเมื่อเปรียบเทียบกับในพื้นที่ต่างๆ มีความเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนปริมาณแมกนีเซียมในป่า

ธรรมชาติและพื้นที่อื่นๆ ที่ผ่านการทำไม้ไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีค่าสูงสุดในป่าธรรมชาติ อย่างไรก็ตามการทำไม้ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในดินแต่อย่างใด

บุญมา ตีแสง (2535) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินภายหลังการทำลายป่าเพื่อใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ ในพื้นที่ต้นน้ำแม่กลอง จังหวัดกาญจนบุรี ได้แก่ ป่าปลูก (ป่ากระถินยักษ์ และป่าสัก) พื้นที่เกษตรกรรม (ไร่ข้าวโพด และสวนเงาะ) และไร่ร้าง โดยเปรียบเทียบกับป่าธรรมชาติ คือ ป่าไผ่ แต่ละพื้นที่ทำการเก็บตัวอย่างดิน 3 หลุม นำมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี ผลการศึกษาพบว่า ในส่วนของสมบัติทางกายภาพนั้น เมื่อเปลี่ยนสภาพจากป่าธรรมชาติเป็นพื้นที่เกษตรกรรม จะมีแนวโน้มทำให้การสะสมอนุภาคละเอียดเพิ่มมากขึ้น ค่าความหนาแน่นรวมของดินมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการปลูกป่าและ ทำการเกษตร แต่จะมีค่าลดลงเมื่อปล่อยทิ้งเป็นไร่ร้าง ส่วนความหนาแน่นอนุภาคมีแนวโน้มสูงขึ้นเล็กน้อยเมื่อใช้พื้นที่ทำการเกษตร สำหรับความพรุนจะลดลงเล็กน้อยเมื่อมีการปลูกป่า และลดลงอย่างชัดเจนเมื่อมีการทำการเกษตร แต่หลังจากการปล่อยทิ้งเป็นไร่ร้างจะทำให้ดินกลับมีความพรุนใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติ สำหรับสมบัติทางเคมีของดิน พบว่า ภายหลังการแผ้วถางป่าธรรมชาติค่าปฏิกิริยาดินจะลดลงในพื้นที่ทำการเกษตรมากกว่าการปลูกป่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินชั้นบนจะลดลงเมื่อเปลี่ยนจากสภาพป่าธรรมชาติเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ไร่ร้าง และพื้นที่ป่าปลูก ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เมื่อมีการปลูกป่าและใช้พื้นที่ทำการเกษตรจะมีค่าใกล้เคียงกัน และมีค่าต่ำสุดในพื้นที่ไร่ร้าง ปริมาณโพแทสเซียมมีค่าลดลงในพื้นที่ไร่ร้างและพื้นที่เกษตรกรรม แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีการปลูกป่า ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมก็เช่นเดียวกัน โดยปริมาณแคลเซียมจะลดลงอย่างชัดเจนเมื่อปล่อยให้เป็นไร่ร้าง การทำการเกษตรรวมทั้งการปล่อยทิ้งเป็นไร่ร้างจะเป็นการส่งเสริมให้ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกลดลง ส่วนปริมาณเหล็กจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อมีการแผ้วถางทำลายป่าเพื่อการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ไร่ร้าง หรือป่าปลูกบางชนิด

กำชัย กาญจนธนเศรษฐ และคณะ (2542) ได้ศึกษาสมบัติบางประการของดินในบริเวณโครงการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลอุทกวิทยาดูม่น้ำที่สูงสถานีย่อยที่ 3 อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าการทำลายป่าดิบเขาเพื่อทำไร่เลื่อนลอย มีผลทำให้สมบัติทางฟิสิกส์และเคมีบางประการเปลี่ยนแปลงไป ความหนาแน่นรวมมีค่าสูงขึ้น ความพรุนและความสามารถในการอุ้มน้ำของดินมีค่าลดลง ปฏิกิริยาของดินมีค่าลดลง อินทรีย์วัตถุมีค่า

สูงขึ้น ฟอสฟอรัสมีค่า ไม่แตกต่างกันมากในทุกสภาพการใช้ที่ดิน สำหรับโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม มีค่าลดลงหลังจากการทำลายป่า ส่วนโซเดียมมีค่าสูงขึ้น และการปลูกป่าช่วยทำให้ความหนาแน่นรวมมีค่าลดลงความพรุนและความสามารถในการอุ้มน้ำ มีค่าสูงขึ้น ฟอสฟอรัสมีค่าเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมมีค่าลดลงเล็กน้อย

จิราณี วานิชกุล (อ้างในทองอุฒ หงษ์พันธ์, 2542) ได้ศึกษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน ที่ทำการเกษตรบริเวณลุ่มแม่น้ำภาชีโดยสุ่มตัวอย่างดิน 100 ตัวอย่าง วิเคราะห์สมบัติดิน ภาคสนามและจำแนกเป็นชุดดิน นำตัวอย่างของแต่ละชุดดินไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ในห้องปฏิบัติการและนำมาประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน พบชุดดินรวม 10 ชุดดินคือ ชุดดินโคราช สันป่าตอง แม่ริน ท่ายาง เขาย้อย กำแพงแสน ท่าม่วง นครปฐม จันทิก และหุบกะพง ในจำนวนนี้ชุดดินกำแพงแสนครอบคลุมพื้นที่มากที่สุด ทุกชุดดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ยกเว้นดินล่างของชุดดินนครปฐมและจันทิกมีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

### บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาคุณสมบัติของดินพื้นที่ป่าชุมชนโลกคอนทา บ้านเหล่าจั้น ตำบลแกดำ อำเภอแกดำ จังหวัดมหาสารคาม คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษา ดังนี้

- 3.1 การสำรวจพื้นที่การศึกษา
- 3.2 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง
- 3.3 การเก็บตัวอย่างดิน
- 3.4 วิเคราะห์คุณสมบัติของดิน
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 พื้นที่การศึกษา

##### 3.1.1 สภาพทั่วไป

###### 1) ที่ตั้ง

ป่าชุมชนโลกคอนทา ตั้งอยู่หมู่ที่ 11 บ้านเหล่าจั้น ตำบลแกดำ อำเภอแกดำ จังหวัดมหาสารคาม ตั้งอยู่ทางทิศใต้ของอำเภอแกดำ ห่างจากตัวอำเภอแกดำ 3 กิโลเมตร มีพื้นที่ทั้งหมด 78 ไร่

###### 2) อาณาเขตติดต่อ

ทิศเหนือ ติดต่อกับ ตำบลวังแสง ตำบลมิตรภาพ อำเภอแกดำ

ทิศตะวันออก ติดต่อกับ ตำบลโนนภิบาล อำเภอแกดำ และตำบลหนองแสน

อำเภวาริปทุม

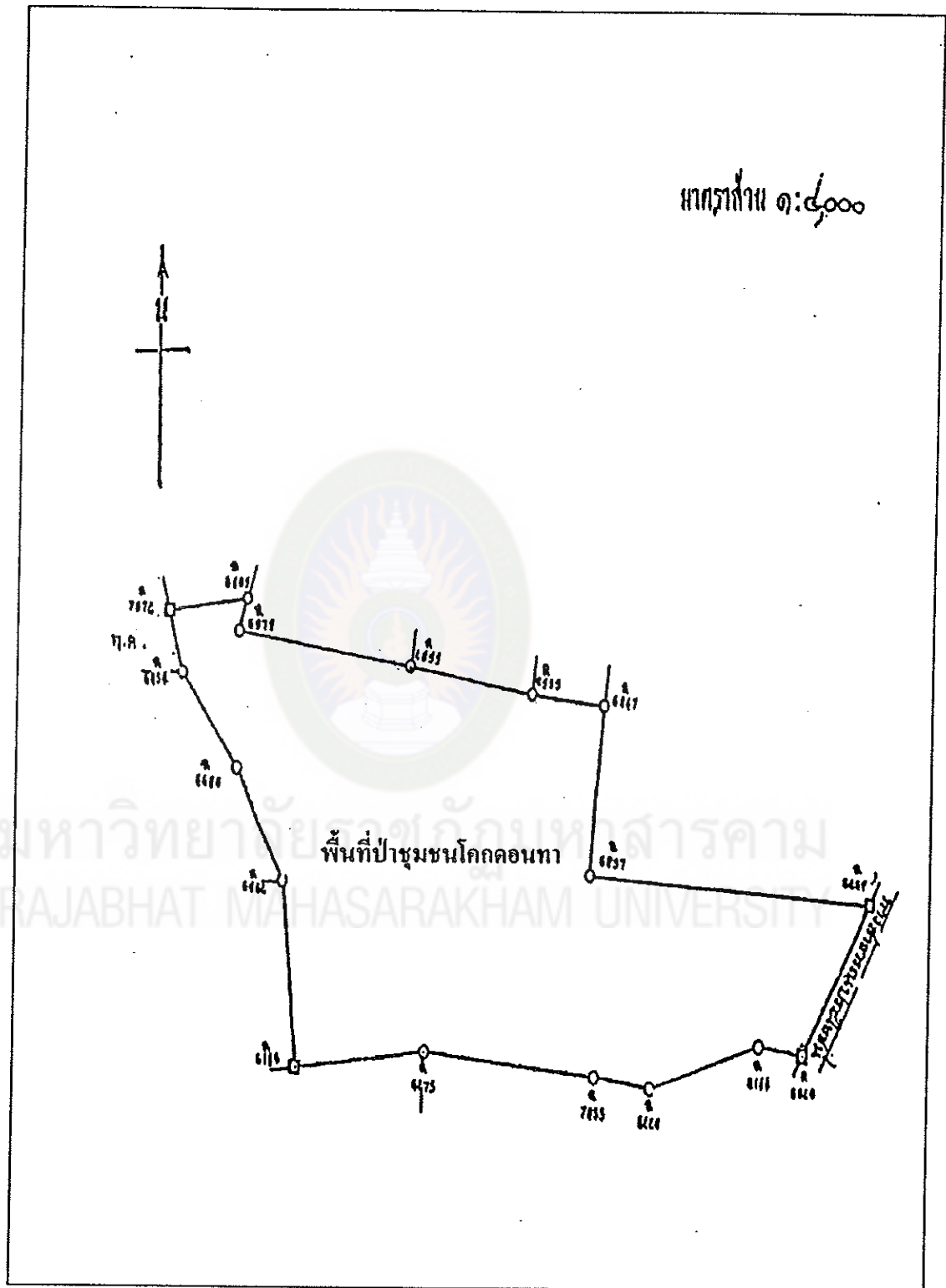
ทิศใต้ ติดต่อกับ ตำบลจัวบา อำเภวาริปทุม จังหวัดมหาสารคาม

ทิศตะวันตก ติดต่อกับ ตำบลคอนหวาน อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

(ดังภาพที่ 3.1)

##### 3.1.2 สภาพภูมิประเทศ

สภาพภูมิประเทศของป่าชุมชนโลกคอนทา ส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่ม ทางตอนใต้เป็นที่ดอนเหมาะสำหรับการทำไร่และเลี้ยงสัตว์ ลักษณะดินทั่วไปเป็นดินทรายเก็บกักน้ำไม่ดีเท่าที่ควร



ภาพที่ 3.1 อาณาเขตติดต่อโดยรอบขอบป่าชุมชนโลกคอนทา

### 3.2 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างดิน

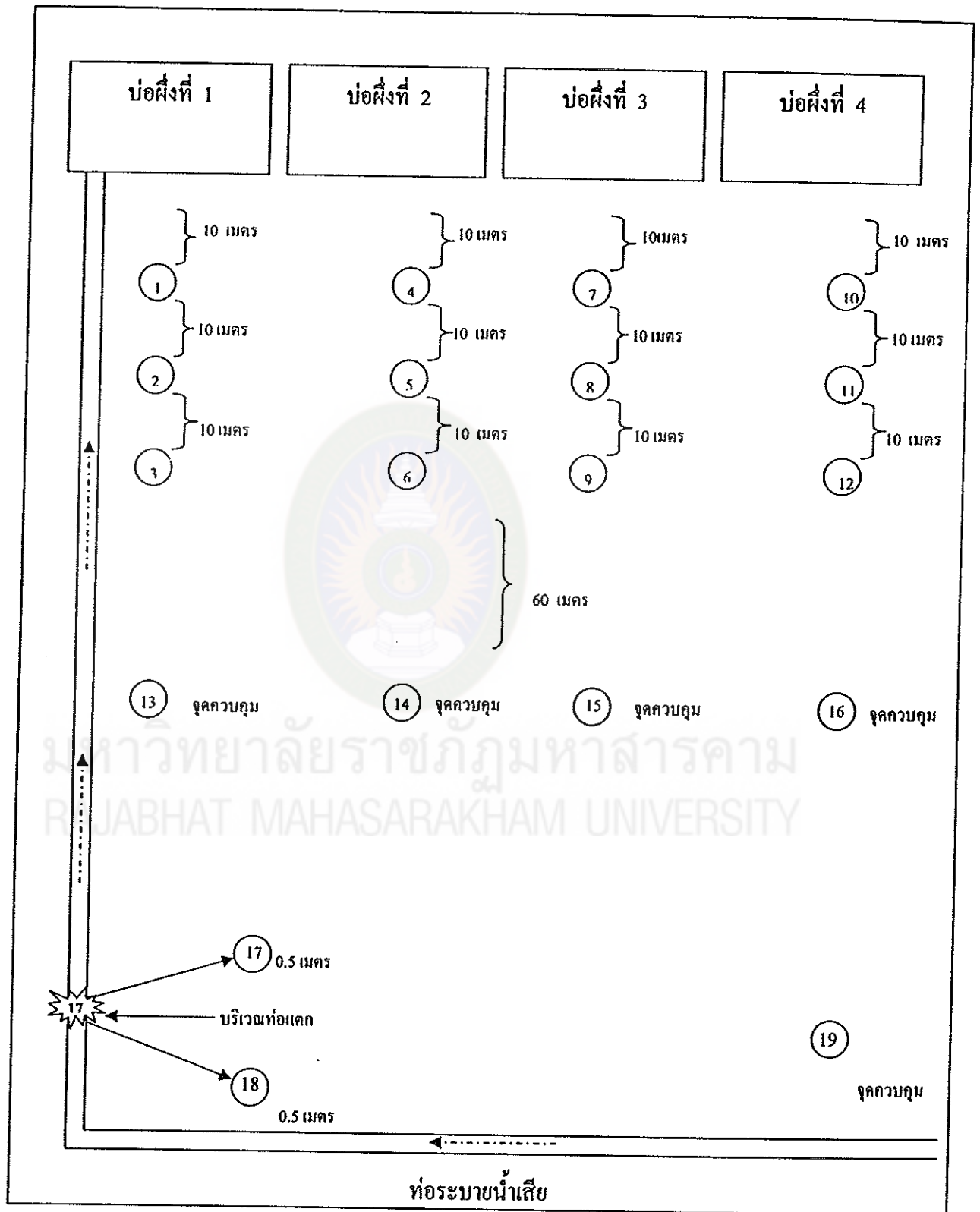
พื้นที่ป่าชุมชนโลกคอนทา บ้านเหล่าจัน ตำบลแกดำ อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม มีพื้นที่ทั้งหมด 78 ไร่ สภาพภูมิประเทศของป่าชุมชนโลกคอนทา ส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่มทางตอนใต้เป็นที่ดอน เหมาะสำหรับการทำไร่และเลี้ยงสัตว์ ลักษณะดินทั่วไปเป็นดินทราย เก็บกักน้ำไม่ดีเท่าที่ควร ในการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างจะเก็บตัวอย่างดินจากขอบปอที่อยู่ทางทิศใต้ไปทิศเหนือ ของขอบป่าด้านทิศตะวันตก ได้กำหนดจุดเก็บตัวอย่างดินทั้งหมดรวม 19 จุด โดยแต่ละจุดจะทำการเก็บดินที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร (ดินชั้นบน) และ 15 - 30 เซนติเมตร (ดินชั้นล่าง) ได้แก่ จุดเก็บตัวอย่างดินที่ 1, 4, 7 และ 10 ซึ่งมีระยะห่าง 10 เมตร ของบ่อน้ำบาดาลเสียที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ จุดเก็บตัวอย่างดินที่ 2, 5, 8 และ 11 ซึ่งมีระยะห่าง 20 เมตร ของบ่อน้ำบาดาลเสียที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ จุดเก็บตัวอย่างดินที่ 3, 6, 9 และ 12 ซึ่งมีระยะห่าง 30 เมตร ของบ่อน้ำบาดาลเสียที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ จุดเก็บตัวอย่างดินที่ 13, 14, 15 และ 16 เป็นจุดควบคุม ซึ่งมีระยะห่าง 90 เมตร ของบ่อน้ำบาดาลเสียที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ จุดเก็บตัวอย่างดินที่ 17 และ 18 เป็นจุดเก็บตัวอย่างดินบริเวณที่ระบายน้ำเสียแต่ระยะห่างจากท่อแตก 0.5 เมตร และจุดเก็บตัวอย่างดินที่ 19 เป็นจุดควบคุมที่อยู่ทางทิศตะวันออกของป่าชุมชนโลกคอนทา อยู่ห่างจากบ่อน้ำบาดาลเสียที่ 4 เป็นระยะทางประมาณ 200 เมตร

จุดที่ 1 ระยะทาง 10 เมตร จากบริเวณขอบบ่อน้ำบาดาลน้ำเสียบ่อที่ 1  
 จุดที่ 2 ระยะทาง 20 เมตร จากบริเวณขอบบ่อน้ำบาดาลน้ำเสียบ่อที่ 1  
 จุดที่ 3 ระยะทาง 30 เมตร จากบริเวณขอบบ่อน้ำบาดาลน้ำเสียบ่อที่ 1  
 จุดที่ 4 ระยะทาง 10 เมตร จากบริเวณขอบบ่อน้ำบาดาลน้ำเสียบ่อที่ 2  
 จุดที่ 5 ระยะทาง 20 เมตร จากบริเวณขอบบ่อน้ำบาดาลน้ำเสียบ่อที่ 2  
 จุดที่ 6 ระยะทาง 30 เมตร จากบริเวณขอบบ่อน้ำบาดาลน้ำเสียบ่อที่ 2  
 จุดที่ 7 ระยะทาง 10 เมตร จากบริเวณขอบบ่อน้ำบาดาลน้ำเสียบ่อที่ 3  
 จุดที่ 8 ระยะทาง 20 เมตร จากบริเวณขอบบ่อน้ำบาดาลน้ำเสียบ่อที่ 3  
 จุดที่ 9 ระยะทาง 30 เมตร จากบริเวณขอบบ่อน้ำบาดาลน้ำเสียบ่อที่ 3  
 จุดที่ 10 ระยะทาง 10 เมตร จากบริเวณขอบบ่อน้ำบาดาลน้ำเสียบ่อที่ 4  
 จุดที่ 11 ระยะทาง 20 เมตร จากบริเวณขอบบ่อน้ำบาดาลน้ำเสียบ่อที่ 4  
 จุดที่ 12 ระยะทาง 30 เมตร จากบริเวณขอบบ่อน้ำบาดาลน้ำเสียบ่อที่ 4  
 จุดที่ 13, 14, 15 และ 16 ระยะทาง 90 เมตร เป็นจุดควบคุม จากบริเวณขอบบ่อน้ำบาดาล น้ำเสียทั้งหมด

จุดที่ 17-18 บริเวณท่อระบายน้ำเสียแตก โดยห่างจากจุดแตกประมาณ 0.5 เมตร

จุดที่ 19 เป็นจุดควบคุม บริเวณด้านทิศตะวันออกของป่าชุมชน โลกคองทา อยู่ห่างจากบ่อน้ำบาดาลน้ำเสียที่ 4 เป็นระยะทางประมาณ 200 เมตร

รายละเอียดของตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างดินได้นำเสนอไว้ในภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ป่าชุมชนโคกดอนทา ทั้ง 19 จุด



### 3.3 การเก็บตัวอย่างดิน (สถาพร อุวิจิตรจารุ, 2541)

1) เตรียมอุปกรณ์ที่จำเป็นในการเก็บตัวอย่างดิน ได้แก่ เครื่องมือสำหรับขุดหรือเจาะเก็บตัวอย่างดิน เช่น จอบ หรือ ออเกอร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิของดิน ได้แก่ เทอร์โมมิเตอร์ เครื่องมือบันทึกข้อมูล ได้แก่ กระดาษ และปากกา ส่วนภาชนะที่ใส่ดิน เช่น ถุงพลาสติกให้พร้อมสำหรับการศึกษา

2) การเก็บตัวอย่างดินแต่ละจุดทำดังนี้ คือ ใช้ออเกอร์เก็บตัวอย่างดินจุดเป็นหลุมที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร (ดินชั้นบน) และที่ความลึก 15 - 30 เซนติเมตร (ดินชั้นล่าง) หลังจากนั้นนำดินที่ขุดได้ใส่ถุงพลาสติก บันทึกจุดเก็บตัวอย่างแต่ละจุด โดยมีรายละเอียดดังนี้ คือ ตำแหน่งจุดเก็บ ระดับความลึก และระยะห่างจากบ่อน้ำบาดิน้ำเสีย

3) นำตัวอย่างดินที่ได้มาส่งลมให้แห้ง บดตัวอย่างดินให้ละเอียด ร่อนด้วยตะแกรงขนาด 0.2 มิลลิเมตร แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ตามที่กำหนดไว้

### 3.4 การวิเคราะห์คุณสมบัติของดิน

ตัวอย่างดินที่ทำการเก็บตัวอย่างจากข้อ 3.3 จะนำมาศึกษาคุณสมบัติของดิน ณ ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยมีพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ ดังนี้

3.4.1 คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ (Temperature) และสีดิน (Soil Color)

3.4.2 คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) การวิเคราะห์ฟอสฟอรัส (Available P) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และปริมาณตะกั่ว (Pb) รายละเอียด วิธีและเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 พารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาและวิธีวิเคราะห์คุณสมบัติดิน

พารามิเตอร์ที่ทำการศึกษา	วิธีวิเคราะห์คุณภาพดิน
- อุณหภูมิ (Temperature)	- เทอร์โมมิเตอร์
- สีดิน (Soil Color)	- เทียบสี โดยใช้สมุดเทียบสีรหัส Munsell
- ค่าความเป็นกรดค่า (pH)	- pH Meter
- การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N)	- Kjeldahl Method
- การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P)	- Bray II Method / Spectrophotometer
- ค่าการนำไฟฟ้า (EC)	- Conductivity Meter
- ปริมาณตะกั่ว (Pb)	- Conc. HNO <sub>3</sub> / Atomic Absorption Spectrophotometer

### 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล (<http://wbc.msu.ac.th/wbc/edu/0504304/lesson8.htm#2>)

ข้อมูลผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินจากห้องปฏิบัติการ จะนำมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ โดยค่าสถิติที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังนี้

3.5.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) หมายถึง ค่าที่ได้จากการนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกัน แล้วหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด

$$\text{จากสูตร} \quad \bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

$\bar{x}$  = ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$\sum x$  = ผลรวมจากคะแนนทั้งหมด

N = จำนวนตัวอย่างทั้งหมด

3.5.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) หมายถึง รากที่สองของความแปรปรวน การวัดการกระจาย โดยใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานนั้นจะใช้ประกอบกับการวัดแนวโน้มเข้าสู่ ส่วนกลาง โดยใช้ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

(<http://wbc.msu.ac.th/wbc/edu/0504304/lesson8.htm#2>)

จากสูตร 
$$SD = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

SD = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\bar{x}$  = ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$x$  = คะแนนแต่ละตัว

$n$  = จำนวนคะแนนทั้งหมด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การศึกษาคุณสมบัติของดินพื้นที่ป่าชุมชนโลกคอนทา บ้านเหล่าจัน ตำบลแกดำ อำเภอแกดำ จังหวัดมหาสารคาม เป็นการศึกษาคุณสมบัติของดินทางด้านกายภาพและเคมี โดยมีจุดเก็บตัวอย่าง 19 จุด ของดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร และดินชั้นล่างที่ระดับความลึก 15 - 30 เซนติเมตร ได้แก่ จุดเก็บตัวอย่างดินที่ 1, 4, 7 และ 10 ซึ่งมีระยะห่าง 10 เมตร ของบ่อน้ำบาดาลเสียที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ จุดเก็บตัวอย่างดินที่ 2, 5, 8 และ 11 ซึ่งมีระยะห่าง 20 เมตร ของบ่อน้ำบาดาลเสียที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ จุดเก็บตัวอย่างดินที่ 3, 6, 9 และ 12 ซึ่งมีระยะห่าง 30 เมตร ของบ่อน้ำบาดาลเสียที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ จุดเก็บตัวอย่างดินที่ 13, 14, 15 และ 16 เป็นจุดควบคุม ซึ่งมีระยะห่าง 90 เมตร ของบ่อน้ำบาดาลเสียที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ จุดเก็บตัวอย่างดินที่ 17 และ 18 เป็นจุดเก็บตัวอย่างดินบริเวณ ท่อระบายน้ำเสียแตก ระยะห่างจากท่อแตก 0.5 เมตร และจุดเก็บตัวอย่างดินที่ 19 เป็นจุดควบคุม ที่อยู่ทางทิศตะวันออกของป่าชุมชนโลกคอนทา อยู่ห่างจากบ่อน้ำบาดาลเสียที่ 4 เป็นระยะทางประมาณ 200 เมตร ทำการเก็บตัวอย่างดินในวันที่ 4 ธันวาคม 2549 เก็บตัวอย่างดินทั้งหมด 1 ครั้ง พารามิเตอร์ที่ทำการเก็บตัวอย่าง 1 ซ้ำ ได้แก่ อุณหภูมิของดิน สีของดิน และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) และพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษา 3 ซ้ำ ได้แก่ ค่าความเป็น กรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) และปริมาณตะกั่ว (Pb)

#### 4.1 สภาพแวดล้อมโดยทั่วไปของพื้นที่ป่าชุมชนโลกคอนทา

ป่าชุมชนโลกคอนทามีลักษณะเป็นป่าเต็งรังมีลักษณะเป็นป่าโปร่ง ประกอบด้วยต้นไม้ผลัดใบขนาดกลางและขนาดเล็กขึ้นอย่าง กระจุกกระจายไม่ต่อเนื่องกัน พันธุ์พืชที่สำคัญ ได้แก่ ไม้เต็ง ไม้รัง ไม้เหียง ไม้พลวง และไม้ยางกราด ไม้ขนาดกลาง เช่น ไม้มะขามป้อม ไม้มะม่วงหัวแมลงวัน ไม้กระโดน และหนามเค็ด ไม้ล้มลุกหลายชนิดที่สืบพันธุ์ด้วยเมล็ด และหน่อใต้ดิน เช่น ฝั่เห็ก นูก พืชตระกูลขิงข่า เช่น กระเจียวแดง กระเจียวขาว และพืชตระกูลหญ้า ตลอดจนพืชจำพวกอิงอาศัยอีกหลายชนิด ได้แก่ กกล้วยไม้ เป็นต้น สัตว์ป่าที่อาศัยอยู่ในป่าเต็งรัง เช่น กิ้งก่าผีเสื้อ นกชนิดต่างๆ เป็นต้น โดยป่าชุมชนโลกคอนทา มีพื้นที่ติดต่อดังนี้

ทิศตะวันออกมีพื้นที่ติดต่อกับวัดป่าบ้านเหล่าจั้น ตำบลแกคำ อำเภอกำ  
จังหวัดมหาสารคาม

ทิศตะวันตกมีพื้นที่ติดต่อกับบ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงานทอผ้า บ้านเหล่าจั้น ตำบลแกคำ  
อำเภอกำ จังหวัดมหาสารคาม

ทิศใต้มีพื้นที่ติดต่อกับพื้นที่นาของชาวบ้านเหล่าจั้น ตำบลแกคำ อำเภอกำ  
จังหวัดมหาสารคาม

ทิศเหนือมีพื้นที่ติดต่อกับไร่ของชาวบ้านเหล่าจั้น ตำบลแกคำ อำเภอกำ  
จังหวัดมหาสารคาม

#### 4.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติของดินทางกายภาพ และเคมี

ผลการศึกษาคุณสมบัติของดินทางด้านกายภาพและเคมี ในพื้นที่ป่าชุมชนโลกคอนทา  
บ้านเหล่าจั้น ตำบลแกคำ อำเภอกำ จังหวัดมหาสารคาม ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างดิน  
มีรายละเอียดดังนี้ (แสดงในตารางที่ 4.1 – 4.7 และภาพที่ 1 - 6)

จุดเก็บที่ 1 ระยะห่างจากบ่อบำบัดน้ำเสียที่ 1 เป็นระยะทาง 10 เมตร วัตถุประสงค์ของดิน  
ที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร มีค่า 30.00 °C สำหรับพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาของ  
ดินชั้นบน ที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สีดินศึกษาจากสมุดเทียบ  
สีรหัส Munsell คือ 7.5 YR 8/2 ซึ่งมีสีน้ำตาลปนเทาอ่อน ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  
160.47 ± 0.12  $\mu\text{s/cm}$ .ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย 4.70 ± 0.05 ปริมาณ  
ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า 0.013 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็น  
ประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย 7.38 ± 0.00 ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  
6.75 ± 0.43 mg/Kg ดินชั้นล่างที่ระดับ ความลึก 15 - 30 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้  
สีดินศึกษาจากสมุดเทียบสีรหัส Munsell คือ 7.5 YR 8/3 ซึ่งมีสีน้ำตาลปนเทาอ่อน ค่าการ  
นำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย 165.37 ± 0.75  $\mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย 5.23  
± 0.06 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า 0.012 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ  
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย 5.33 ± 0.29 ppm และปริมาณตะกั่ว  
(Pb) มีค่าเฉลี่ย 6.33 ± 0.14 mg/Kg

จุดเก็บที่ 2 ระยะห่างจากบ่อบำบัดน้ำเสียที่ 1 เป็นระยะทาง 20 เมตร วัตถุประสงค์ของดิน  
ที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร มีค่า 25.00 °C สำหรับพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาของ  
ดินชั้นบน ที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สีดินศึกษาจากสมุดเทียบ

สิรหัท Munsell คือ 7.5 YR 7/3 ซึ่งมีสีน้ำตาลปนเทา ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $155.50 \pm 0.20$   $\mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ค่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย  $5.19 \pm 0.16$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.018 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $9.02 \pm 0.78$  ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $7.17 \pm 0.38$  mg/Kg ดินชั้นล่างที่ระดับ ความลึก 15 - 30 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สีดินศึกษาจากสมมุติเทียบสิรหัท Munsell คือ 7.5 YR 8/3 ซึ่งมีสีน้ำตาลอ่อนปนเหลืองอ่อน ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $149.60 \pm 0.52$   $\mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ค่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย  $5.24 \pm 0.08$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.010 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $6.58 \pm 0.69$  ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $6.67 \pm 0.51$  mg/Kg

จุดเก็บที่ 3 ระยะห่างจากบ่อน้ำบาดน้ำเสียที่ 1 เป็นระยะทาง 30 เมตร วัตถุประสงค์ของดินที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร มีค่า  $25.00$  °C สำหรับพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาดังนี้ สีดินศึกษาจากสมมุติเทียบสิรหัท Munsell คือ 10 YR 7/3 ซึ่งมีสีเทาปนน้ำตาลอ่อน ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $154.83 \pm 0.64$   $\mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ค่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย  $5.31 \pm 0.26$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.04 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $8.75 \pm 0.00$  ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $6.50 \pm 0.00$  mg/Kg ดินชั้นล่างที่ระดับความลึก 15 - 30 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สีดินศึกษาจากสมมุติเทียบสิรหัท Munsell คือ 10 YR 7/4 ซึ่งมีสีน้ำตาลปนเหลือง ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $153.13 \pm 0.81$   $\mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ค่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย  $5.36 \pm 0.03$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.025 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $5.46 \pm 0.07$  ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $6.58 \pm 0.14$  mg/Kg

จุดเก็บที่ 4 ระยะห่างจากบ่อน้ำบาดน้ำเสียที่ 2 เป็นระยะทาง 10 เมตร วัตถุประสงค์ของดินที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร มีค่า  $35.00$  °C สำหรับพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาดังนี้ สีดินศึกษาจากสมมุติเทียบสิรหัท Munsell คือ 7.5 YR 7/3 ซึ่งมีสีน้ำตาลปนเทา ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $211.40 \pm 0.69$   $\mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด-ค่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย  $4.61 \pm 0.06$  ปริมาณ

ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.015 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $5.71 \pm 0.26$  ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $7.25 \pm 0.50$  mg/Kg ดินชั้นล่างที่ระดับ ความลึก 15 - 30 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สีดินศึกษาจากสมุดเทียบสีรหัส Munsell คือ 7.5 YR 8/3 ซึ่งมีสีน้ำตาลอ่อนปนเหลืองอ่อน ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $177.08 \pm 0.65$   $\mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย  $4.44 \pm 0.02$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.02 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $4.00 \pm 0.00$  ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $7.58 \pm 0.12$  mg/Kg

จุดเก็บที่ 5 ระยะห่างจากบ่อน้ำบาดน้ำเสียที่ 2 เป็นระยะทาง 20 เมตร วัตถุประสงค์ของดินที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร มีค่า  $26.00$  °C สำหรับพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาของดินชั้นบน ที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สีดินศึกษาจากสมุดเทียบสีรหัส Munsell คือ 7.5 YR 7/3 ซึ่งมีสีน้ำตาลปนเทา ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $183.53 \pm 0.75$   $\mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย  $4.54 \pm 0.03$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.022 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $5.88 \pm 0.66$  ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $7.17 \pm 0.14$  mg/Kg ดินชั้นล่างที่ระดับ ความลึก 15 - 30 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สีดินศึกษาจากสมุดเทียบสีรหัส Munsell คือ 7.5 YR 7/4 ซึ่งมีสีน้ำตาลปนเทาแก่ ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $182.07 \pm 0.61$   $\mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย  $4.34 \pm 0.04$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.023 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $5.88 \pm 0.33$  ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $7.17 \pm 0.14$  mg/Kg

จุดเก็บที่ 6 ระยะห่างจากบ่อน้ำบาดน้ำเสียที่ 2 เป็นระยะทาง 30 เมตร วัตถุประสงค์ของดินที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร มีค่า  $26.00$  °C สำหรับพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาของดินชั้นบน ที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สีดินศึกษาจากสมุดเทียบสีรหัส Munsell คือ 7.5 YR 6/2 ซึ่งมีสีเทาอ่อน ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $158.87 \pm 0.06$   $\mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย  $4.26 \pm 0.13$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.026 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $5.71 \pm 0.19$  ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $7.67 \pm 0.14$  mg/Kg ดินชั้น

ล่างที่ระดับ ความลึก 15 - 30 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สัตินศึกษาจากสมมุติเทียบสิรหัท Munsell คือ 7.5 YR 8/3 ซึ่งมีสีน้ำตาลอ่อนปนเหลืองอ่อน ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $154.40 \pm 0.62$   $\mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ค่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย  $5.36 \pm 0.15$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.025 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $5.21 \pm 0.47$  ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $7.58 \pm 0.12$  mg/Kg

จุดเก็บที่ 7 ระยะห่างจากบ่อน้ำบาดน้ำเสียที่ 3 เป็นระยะทาง 10 เมตร วัตถุประสงค์ของดินที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร มีค่า  $27.00$  °C สำหรับพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาดินชั้นบน ที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สัตินศึกษาจากสมมุติเทียบสิรหัท Munsell คือ 7.5YR7/4 ซึ่งมีสีน้ำตาลปนแดงอ่อน ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $164.73 \pm 0.46$   $\mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ค่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย  $5.08 \pm 0.06$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.027 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $5.79 \pm 0.26$  ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $7.25 \pm 0.43$  mg/Kg ดินชั้นล่างที่ระดับ ความลึก 15 - 30 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สัตินศึกษาจากสมมุติเทียบสิรหัท Munsell คือ 7.5 YR 7/4 ซึ่งมีสีน้ำตาลปนเทา ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $180.90 \pm 0.69$   $\mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ค่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย  $5.05 \pm 0.04$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.023 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $5.38 \pm 0.22$  ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $7.83 \pm 0.29$  mg/Kg

จุดเก็บที่ 8 ระยะห่างจากบ่อน้ำบาดน้ำเสียที่ 3 เป็นระยะทาง 20 เมตร วัตถุประสงค์ของดินที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร มีค่า  $27.00$  °C สำหรับพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาดินชั้นบน ที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สัตินศึกษาจากสมมุติเทียบสิรหัท Munsell คือ 5 YR 7/2 ซึ่งมีสีเทาปนแดงอ่อน ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $190.47 \pm 0.46$   $\mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ค่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย  $4.04 \pm 0.01$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.044 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $7.21 \pm 0.07$  ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $6.50 \pm 0.25$  mg/Kg ดินชั้นล่างที่ระดับ ความลึก 15 - 30 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สัตินศึกษาจากสมมุติเทียบสิรหัท Munsell คือ 5 YR 8/2 ซึ่งมีสีเทาอ่อนปนแดงอ่อน ค่าการ



นำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $188.23 \pm 0.29 \mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ค่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย  $4.04 \pm 0.03$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.039 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $6.54 \pm 0.07 \text{ ppm}$  และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $6.17 \pm 0.24 \text{ mg/Kg}$

จุดเก็บที่ 9 ระยะห่างจากบ่อน้ำบาดาลลึกที่ 3 เป็นระยะทาง 30 เมตร วัตถุประสงค์ของดินที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร มีค่า  $26.00^\circ\text{C}$  สำหรับพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาของดินชั้นบน ที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สีดินศึกษาจากสมุดเทียบสีรหัส Munsell คือ 7.5 YR 8/3 ซึ่งมีสีน้ำตาลอ่อนปนเหลืองอ่อน ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $201.33 \pm 0.0.58 \mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ค่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย  $6.57 \pm 0.02$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.027 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $6.38 \pm 0.22 \text{ ppm}$  และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $6.92 \pm 0.38 \text{ mg/Kg}$  ดินชั้นล่างที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สีดินศึกษาจากสมุดเทียบสีรหัส Munsell คือ 7.5 YR 8/3 ซึ่งมีสีน้ำตาลอ่อนปนเหลืองอ่อน ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $169.47 \pm 0.64 \mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ค่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย  $5.65 \pm 0.02$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.028 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $5.88 \pm 0.45 \text{ ppm}$  และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $7.17 \pm 0.76 \text{ mg/Kg}$

จุดเก็บที่ 10 ระยะห่างจากบ่อน้ำบาดาลลึกที่ 4 เป็นระยะทาง 10 เมตร วัตถุประสงค์ของดินที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร มีค่า  $28^\circ\text{C}$  สำหรับพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาของดินชั้นบน ที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สีดินศึกษาจากสมุดเทียบสีรหัส Munsell คือ 7.5 YR 7/2 ซึ่งมีสีน้ำตาลอ่อนปนเทาเข้ม ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $183.7 \pm 0.91 \mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ค่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย  $5.25 \pm 0.02$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.036 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $6.75 \pm 0.45 \text{ ppm}$  และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $7.58 \pm 0.63 \text{ mg/Kg}$  ดินชั้นล่างที่ระดับ ความลึก 15 - 30 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สีดินศึกษาจากสมุดเทียบสีรหัส Munsell คือ 7.5 YR 7/3 ซึ่งมีสีน้ำตาลปนเทา ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $199.10 \pm 0.82 \mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ค่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย  $5.16 \pm 0.14$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.023 \pm 0.00$

เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $5.67 \pm 0.29$  ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $6.83 \pm 0.66$  mg/Kg

จุดเก็บที่ 11 ระยะห่างจากบ่อน้ำบาดาลที่ 4 เป็นระยะทาง 20 เมตร วัตถุประสงค์ของดิน ที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร มีค่า  $30.00^{\circ}\text{C}$  สำหรับพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาของดินชั้นบน ที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สีดินศึกษาจากสมุดเทียบสีรหัส Munsell คือ 7.5 YR 7/2 ซึ่งมีสีน้ำตาลอ่อนปนเทาเข้ม ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $153.97 \pm 0.46$   $\mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย  $4.43 \pm 0.03$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.022 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $5.96 \pm 0.29$  ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $7.83 \pm 0.38$  mg/Kg ดินชั้นล่างที่ระดับ ความลึก 15 - 30 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สีดินศึกษาจากสมุดเทียบสีรหัส Munsell คือ 7.5 YR 7/3 ซึ่งมีสีน้ำตาลปนเทา ค่าการนำไฟฟ้ามี (EC) ค่าเฉลี่ย  $150.27 \pm 0.46$   $\mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย  $4.93 \pm 0.01$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.022 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $4.92 \pm 0.47$  ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $6.17 \pm 0.52$  mg/Kg

จุดเก็บที่ 12 ระยะห่างจากบ่อน้ำบาดาลที่ 4 เป็นระยะทาง 30 เมตร วัตถุประสงค์ของดิน ที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร มีค่า  $26.00^{\circ}\text{C}$  สำหรับพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาของดินชั้นบน ที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สีดินศึกษาจากสมุดเทียบสีรหัส Munsell คือ 7.5 YR 5/2 ซึ่งมีสีน้ำตาลปนเทาเข้ม ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $150.60 \pm 0.30$   $\mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย  $4.33 \pm 0.03$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.043 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $7.25 \pm 0.45$  ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $7.58 \pm 0.38$  mg/Kg ดินชั้นล่างที่ระดับ ความลึก 15 - 30 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สีดินศึกษาจากสมุดเทียบสีรหัส Munsell คือ 7.5 YR 6/2 ซึ่งมีสีเทาอ่อน ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $146.57 \pm 0.57$   $\mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย  $4.46 \pm 0.03$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.038 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $6.54 \pm 0.14$  ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $6.58 \pm 0.31$  mg/Kg

จุดเก็บที่ 13 ระยะห่างจากบ่อน้ำบาดน้ำเสียที่ 1 เป็นระยะทาง 90 เมตร วัตถุประสงค์ของดิน ที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร มีค่า  $29.00^{\circ}\text{C}$  สำหรับพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาของดินชั้นบน ที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สีดินศึกษาจากสมุดเทียบสีรหัส Munsell คือ 7.5 YR 7/1 ซึ่งมีสีเทาอ่อนปนน้ำตาลอ่อน ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $157.33 \pm 0.58$   $\mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ค่า (pH) มีค่าเฉลี่ย  $4.48 \pm 0.09$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.026 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $10.46 \pm 0.31$  ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $6.38 \pm 0.38$  mg/Kg ดินชั้นล่างที่ระดับความลึก 15 - 30 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สีดินศึกษาจากสมุดเทียบสีรหัส Munsell คือ 7.5 YR 8/2 ซึ่งมีสีน้ำตาลปนเทาอ่อน ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $148.57 \pm 0.49$   $\mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ค่า (pH) มีค่าเฉลี่ย  $4.36 \pm 0.08$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.027 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $7.34 \pm 0.31$  ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $7.08 \pm 0.14$  mg/Kg

จุดเก็บที่ 14 ระยะห่างจากบ่อน้ำบาดน้ำเสียที่ 2 เป็นระยะทาง 90 เมตร วัตถุประสงค์ของดิน ที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร มีค่า  $26.00^{\circ}\text{C}$  สำหรับพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาของดินชั้นบน ที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สีดินศึกษาจากสมุดเทียบสีรหัส Munsell คือ 7.5 YR 7/3 ซึ่งมีสีน้ำตาลปนเทา ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $174.93 \pm 0.58$   $\mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ค่า (pH) มีค่าเฉลี่ย  $4.53 \pm 0.03$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.022 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $6.50 \pm 0.00$  ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $7.75 \pm 0.25$  mg/Kg ดินชั้นล่างที่ระดับ ความลึก 15 - 30 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สีดินศึกษาจากสมุดเทียบสีรหัส Munsell คือ 7.5 YR 8/3 ซึ่งมีสีน้ำตาลอ่อนปนเหลืองอ่อน ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $181.97 \pm 0.45$   $\mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ค่า (pH) มีค่าเฉลี่ย  $4.61 \pm 0.04$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.019 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $6.54 \pm 0.14$  ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $7.00 \pm 0.35$  mg/Kg

จุดเก็บที่ 15 ระยะห่างจากบ่อน้ำบาดน้ำเสียที่ 3 เป็นระยะทาง 90 เมตร วัตถุประสงค์ของดิน ที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร มีค่า  $26.00^{\circ}\text{C}$  สำหรับพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษา

ของดินชั้นบน ที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สัตินศึกษาจากสมุดเทียบสีรหัส Munsell คือ 7.5 YR 6/3 ซึ่งมีสีน้ำตาลปนเทา ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $175.50 \pm 0.35$   $\mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย  $4.50 \pm 0.02$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.05 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $8.33 \pm 0.75$  ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $6.75 \pm 0.66$  mg/Kg ดินชั้นล่างที่ระดับ ความลึก 15 - 30 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สัตินศึกษาจากสมุดเทียบสีรหัส Munsell คือ 7.5 YR 7/2 ซึ่งมีสีน้ำตาลอ่อนปนเทาเข้ม ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $160.63 \pm 0.46$   $\mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย  $4.59 \pm 0.07$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.037 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $8.25 \pm 0.89$  ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $7.00 \pm 0.25$  mg/Kg

จุดเก็บที่ 16 ระยะห่างจากบ่อน้ำบาดาลที่ 4 เป็นระยะทาง 90 เมตร วัดอุณหภูมิของดินที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร มีค่า  $27.00$  °C สำหรับพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาของดินชั้นบน ที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สัตินศึกษาจากสมุดเทียบสีรหัส Munsell คือ 7.5 YR 7/3 ซึ่งมีสีน้ำตาลปนเทา ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $155.90 \pm 0.35$   $\mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย  $4.60 \pm 0.04$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.045 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $7.88 \pm 0.22$  ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $6.17 \pm 0.14$  mg/Kg ดินชั้นล่างที่ระดับ ความลึก 15 - 30 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สัตินศึกษาจากสมุดเทียบสีรหัส Munsell คือ 7.5 YR 8/3 ซึ่งมีสีน้ำตาลอ่อนปนเหลืองอ่อน ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $146.03 \pm 0.64$   $\mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย  $4.58 \pm 0.02$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.033 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $7.71 \pm 0.07$  ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $5.92 \pm 0.24$  mg/Kg

จุดเก็บที่ 17 ระยะห่างจากท่อแควระยะทาง 0.5 เมตร วัตถุประสงค์ของดินที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร มีค่า 28.00 °C สำหรับพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาของดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สีดินศึกษาจากสมุดเทียบสีรหัส Munsell คือ 7.5 YR 8/4 ซึ่งมีสีน้ำตาลปนเหลือง ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย 154.30 ± 0.69  $\mu\text{s}/\text{cm}$  ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย 4.84 ± 0.06 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า 0.035 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย 7.59 ± 0.19 ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย 8.25 ± 0.43 mg/Kg ดินชั้นล่างที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สีดินศึกษาจากสมุดเทียบสีรหัส Munsell คือ 7.5 YR 8/4 ซึ่งมีสีน้ำตาลอ่อนปนเหลือง ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย 153.07 ± 0.23  $\mu\text{s}/\text{cm}$  ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย 4.60 ± 0.05 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า 0.028 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย 6.71 ± 0.26 ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย 7.25 ± 0.25 mg/Kg

จุดเก็บที่ 18 ระยะห่างจากท่อแควระยะทาง 0.5 เมตร วัตถุประสงค์ของดินที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร มีค่า 26.00 °C สำหรับพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาของดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สีดินศึกษาจากสมุดเทียบสีรหัส Munsell คือ 7.5 YR 6/3 ซึ่งมีสีน้ำตาลปนเทาเข้ม ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย 159.80 ± 0.52  $\mu\text{s}/\text{cm}$  ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย 4.22 ± 0.04 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า 0.058 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย 10.79 ± 0.08 ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย 7.75 ± 0.43 mg/Kg ดินชั้นล่างที่ระดับความลึก 15 - 30 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สีดินศึกษาจากสมุดเทียบสีรหัส Munsell คือ 7.5 YR 7/3 ซึ่งมีสีน้ำตาลปนเทา ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย 155.83 ± 0.46  $\mu\text{s}/\text{cm}$  ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย 4.56 ± 0.02 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า 0.042 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย 10.21 ± 0.14 ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย 7.25 ± 0.35 mg/Kg

จุดเก็บที่ 19 บริเวณทิศตะวันออกของพื้นที่ป่าชุมชนโลกคอนทา ซึ่งเป็นจุดควบคุม อยู่ห่างจากบ่อน้ำบาดาลลึกที่ 4 ระยะทางประมาณ 200 เมตร วัตถุประสงค์ของดินที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร มีค่า  $26.00^{\circ}\text{C}$  สำหรับพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาของดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สีดินศึกษาจากสมุดเทียบสีรหัส Munsell คือ 7.5 YR 6/3 ซึ่งมีสีน้ำตาลปนเทาเข้ม ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $169.57 \pm 0.46$   $\mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย  $4.31 \pm 0.02$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.043 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $10.92 \pm 0.26$  ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $5.92 \pm 0.29$  mg/Kg ดินชั้นล่าง ที่ระดับความลึก 15 - 30 เซนติเมตร ผลการศึกษามีดังนี้ สีดินศึกษาจากสมุดเทียบสีรหัส Munsell คือ 7.5 YR 7/3 ซึ่งมี สีน้ำตาลปนเทา ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ย  $164.27 \pm 0.12$   $\mu\text{s/cm}$  ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย  $4.78 \pm 0.0$  ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) มีค่า  $0.04 \pm 0.00$  เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเฉลี่ย  $8.58 \pm 0.26$  ppm และปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ย  $6.25 \pm 0.50$  mg/Kg

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิ (Temperature)

จุดที่	ระดับอุณหภูมิ (°C)
1	30
2	25
3	25
4	35
5	26
6	26
7	27
8	27
9	26
10	28
11	30
12	26
13	29
14	26
15	26
16	27
17	27
18	26
19	27

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์สีดิน (Soil Color)

จุดที่	ค่าสีดิน (Soil Color)			
	ดินชั้นบน		ดินชั้นล่าง	
	รหัส Munsell	ค่าสี	รหัส Munsell	ค่าสี
1	7.5YR8/2	สีน้ำตาลปนเทาอ่อน	7.5YR8/3	สีน้ำตาลอ่อนปนเหลืองอ่อน
2	7.5 YR7/3	สีน้ำตาลปนเทา	7.5 YR8/3	สีน้ำตาลอ่อนปนเหลืองอ่อน
3	10 YR7/3	สีเทาปนน้ำตาลอ่อน	10 YR7/4	สีน้ำตาลปนเหลือง
4	7.5 YR7/3	สีน้ำตาลปนเทา	7.5 YR8/3	สีน้ำตาลอ่อนปนเหลืองอ่อน
5	7.5 YR7/3	สีน้ำตาลปนเทา	7.5 YR7/4	สีน้ำตาลปนเทาแก่
6	7.5 YR6/2	สีเทาอ่อน	7.5 YR8/3	สีน้ำตาลอ่อนปนเหลืองอ่อน
7	5 YR7/4	สีน้ำตาลปนแดงอ่อน	7.5 YR7/3	สีน้ำตาลปนเทา
8	5 YR7/2	สีเทาปนแดงอ่อน	5 YR8/2	สีเทาอ่อนปนแดงอ่อน
9	7.5 YR8/3	สีน้ำตาลอ่อนปนเหลืองอ่อน	7.5 YR8/3	สีน้ำตาลอ่อนปนเหลืองอ่อน
10	7.5 YR7/2	สีน้ำตาลอ่อนปนเทาเข้ม	7.5 YR7/3	สีน้ำตาลปนเทา
11	7.5 YR7/2	สีน้ำตาลอ่อนปนเทาเข้ม	7.5 YR7/3	สีน้ำตาลปนเทา
12	7.5 YR5/2	สีน้ำตาลปนเทาเข้ม	7.5 YR6/2	สีเทาอ่อน
13	7.5 YR7/1	สีเทาอ่อนปนน้ำตาลอ่อน	7.5 YR8/2	สีน้ำตาลปนเทาอ่อน
14	7.5 YR7/3	สีน้ำตาลปนเทา	7.5 YR8/3	สีน้ำตาลอ่อนปนเหลืองอ่อน
15	7.5 YR6/3	สีน้ำตาลปนเทาเข้ม	7.5 YR7/2	สีน้ำตาลอ่อนปนเทาเข้ม
16	7.5 YR7/3	สีน้ำตาลปนเทา	7.5 YR8/3	สีน้ำตาลอ่อนปนเหลืองอ่อน
17	7.5 YR8/4	สีน้ำตาลอ่อนปนเหลือง	7.5 YR8/4	สีน้ำตาลอ่อนปนเหลือง
18	7.5 YR6/3	สีน้ำตาลปนเทาเข้ม	7.5 YR7/3	สีน้ำตาลปนเทา
19	7.5 YR6/3	สีน้ำตาลปนเทาเข้ม	7.5 YR7/3	สีน้ำตาลปนเทา



ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์การนำไฟฟ้า (EC)

จุดที่	ค่าการนำไฟฟ้า ( $\mu\text{s/cm}$ )			
	ดินชั้นบน		ดินชั้นล่าง	
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1	160.47	0.12	165.37	0.75
2	155.50	0.20	149.60	0.52
3	154.83	0.64	153.13	0.81
4	211.40	0.69	177.08	0.65
5	183.53	0.75	182.07	0.61
6	158.87	0.06	154.40	0.62
7	164.73	0.46	180.90	0.69
8	190.47	0.46	188.23	0.29
9	201.33	0.58	169.47	0.64
10	183.77	0.91	199.10	0.82
11	153.97	0.46	150.27	0.46
12	150.60	0.30	146.57	0.57
13	157.33	0.58	148.57	0.49
14	174.93	0.58	181.97	0.45
15	175.50	0.35	160.63	0.46
16	155.90	0.35	146.03	0.64
17	154.30	0.69	153.07	0.23
18	159.80	0.52	155.83	0.46
19	169.57	0.46	164.27	0.12

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

จุดที่	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)			
	ดินชั้นบน		ดินชั้นล่าง	
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1	4.70	0.05	5.23	0.06
2	5.19	0.16	5.24	0.08
3	5.31	0.26	5.36	0.03
4	4.61	0.06	4.44	0.02
5	4.54	0.03	4.34	0.04
6	4.26	0.13	5.36	0.15
7	5.08	0.06	5.05	0.04
8	4.04	0.01	4.04	0.03
9	6.57	0.02	5.65	0.02
10	5.25	0.02	5.16	0.14
11	4.43	0.03	4.93	0.01
12	4.33	0.03	4.46	0.03
13	4.48	0.09	4.36	0.08
14	4.53	0.03	4.61	0.04
15	4.50	0.02	4.59	0.07
16	4.60	0.04	4.58	0.02
17	4.84	0.06	4.60	0.05
18	4.22	0.04	4.56	0.02
19	4.31	0.02	4.78	0.02

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N)

จุดที่	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%)	
	ดินชั้นบน	ดินชั้นล่าง
1	0.013	0.012
2	0.018	0.010
3	0.040	0.025
4	0.015	0.020
5	0.022	0.023
6	0.026	0.025
7	0.027	0.023
8	0.044	0.039
9	0.027	0.028
10	0.036	0.023
11	0.022	0.022
12	0.043	0.038
13	0.026	0.027
14	0.022	0.019
15	0.050	0.037
16	0.045	0.033
17	0.035	0.028
18	0.057	0.042
19	0.043	0.040

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P)

จุดที่	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ppm)			
	ดินชั้นบน		ดินชั้นล่าง	
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1	7.38	0.00	5.33	0.29
2	9.02	0.78	6.58	0.69
3	8.75	0.00	5.46	0.07
4	5.71	0.26	4.00	0.00
5	5.88	0.66	5.88	0.33
6	5.71	0.19	5.21	0.47
7	5.79	0.26	5.38	0.22
8	7.21	0.07	6.54	0.07
9	6.38	0.22	5.88	0.45
10	6.75	0.45	5.67	0.29
11	5.96	0.29	4.92	0.47
12	7.25	0.45	6.54	0.14
13	10.46	0.31	7.34	0.31
14	6.50	0.00	6.54	0.14
15	8.33	0.75	8.25	0.87
16	7.88	0.22	7.71	0.07
17	7.59	0.19	6.71	0.26
18	10.79	0.08	10.21	0.14
19	10.92	0.26	8.58	0.26