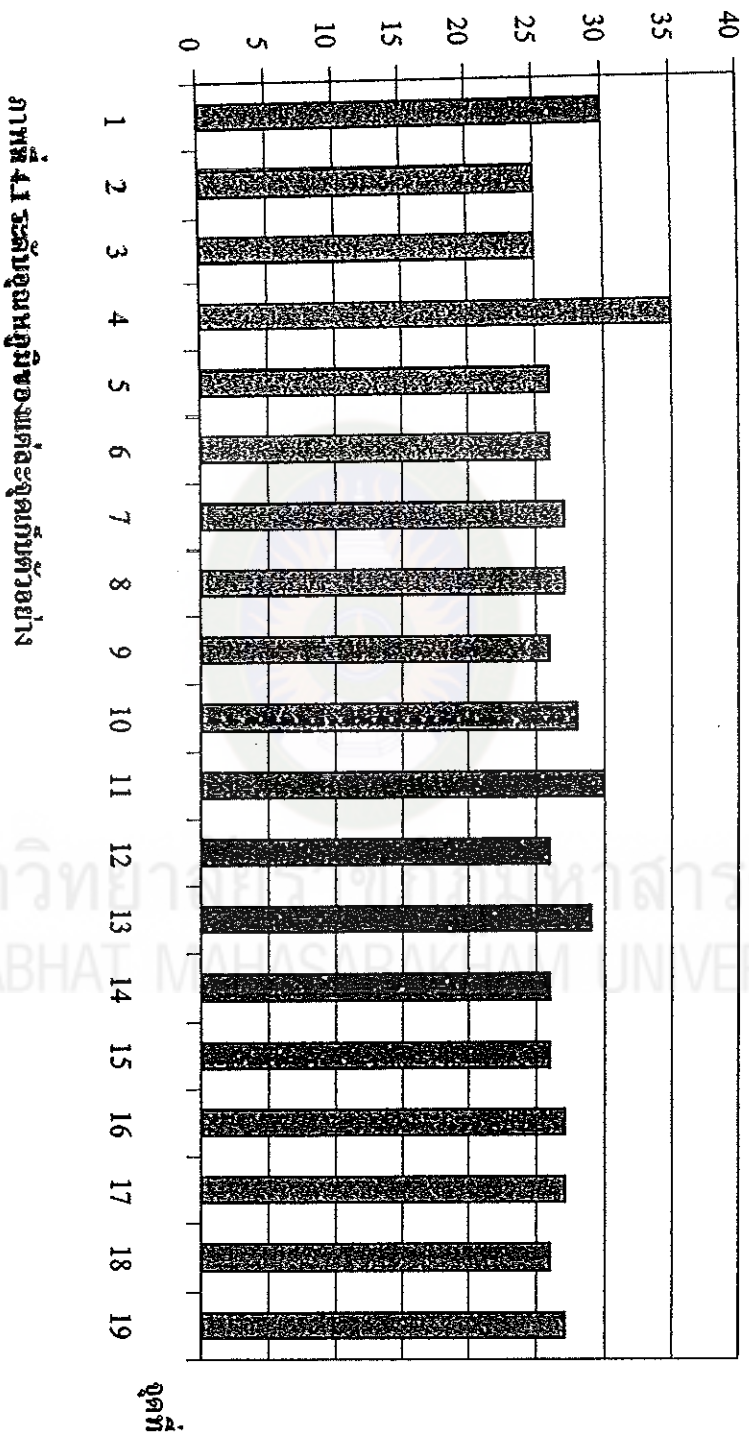
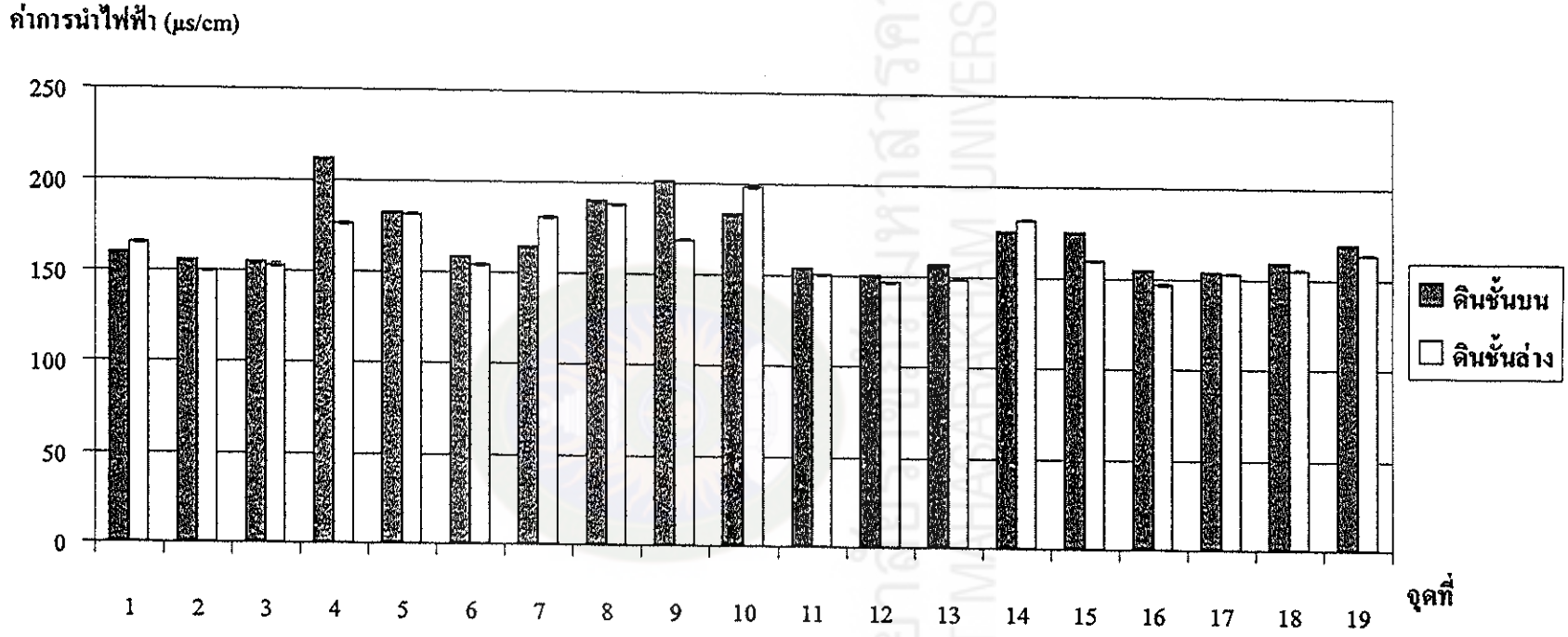
ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว (Pb)

จุดที่	ปริมาณตะกั่ว (mg/Kg)			
	ดินชั้นบน		ดินชั้นล่าง	
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1	6.75	0.43	6.33	0.14
2	7.17	0.38	6.67	0.51
3	6.50	0.00	6.58	0.14
4	7.25	0.50	7.58	0.12
5	7.17	0.14	7.17	0.14
6	7.67	0.14	7.58	0.12
7	7.25	0.43	7.83	0.29
8	6.50	0.25	6.17	0.24
9	6.92	0.38	7.17	0.76
10	7.58	0.63	6.83	0.66
11	7.83	0.38	6.17	0.52
12	7.58	0.38	6.58	0.31
13	6.83	0.38	7.08	0.14
14	7.75	0.25	7.00	0.35
15	6.75	0.66	7.00	0.25
16	6.17	0.14	5.92	0.24
17	8.25	0.43	7.25	0.25
18	7.75	0.43	7.25	0.35
19	5.92	0.29	6.25	0.50

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

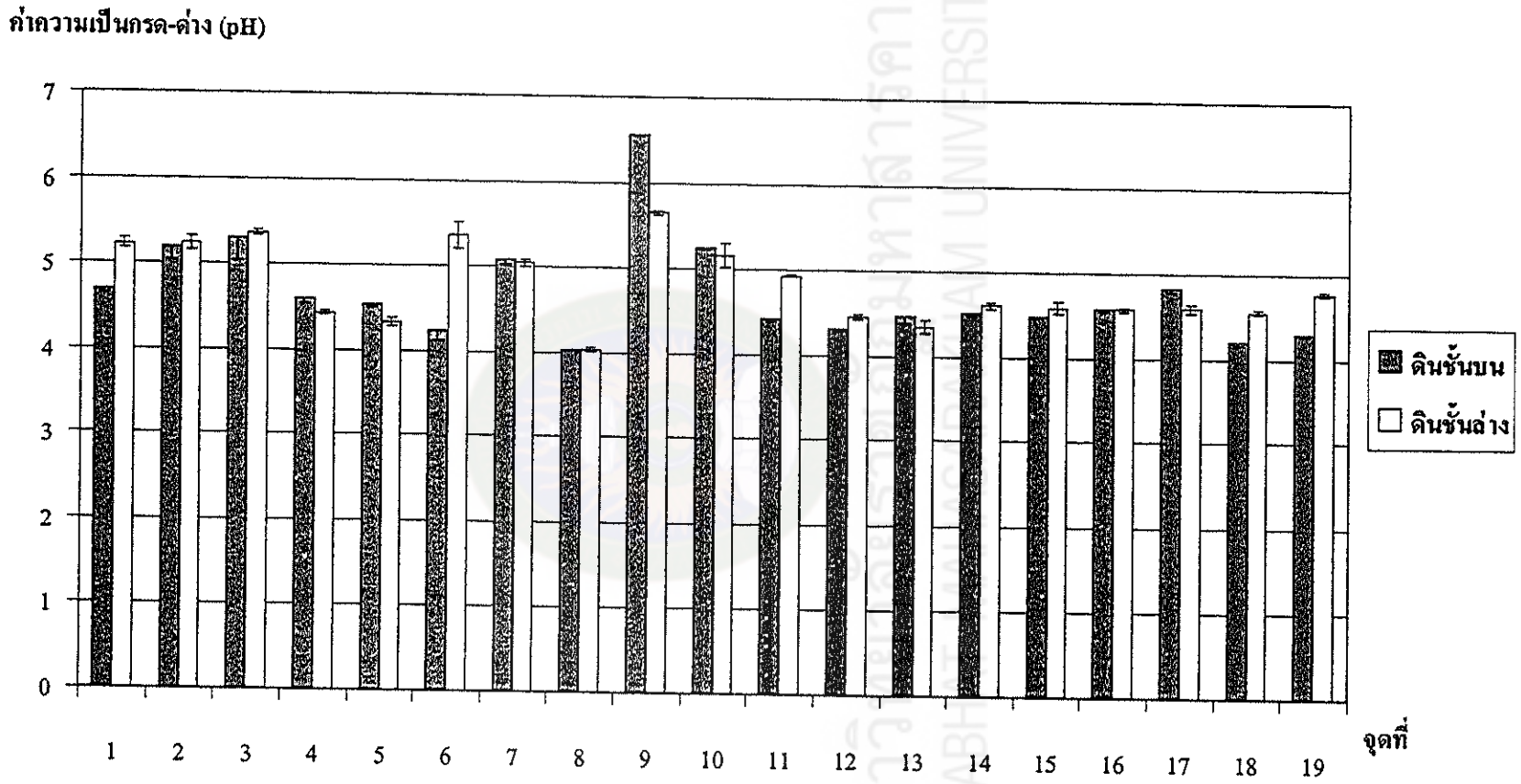


ภาพที่ 4.1 แสดงอุณหภูมิของน้ำในแต่ละจุดที่ทำการวัด

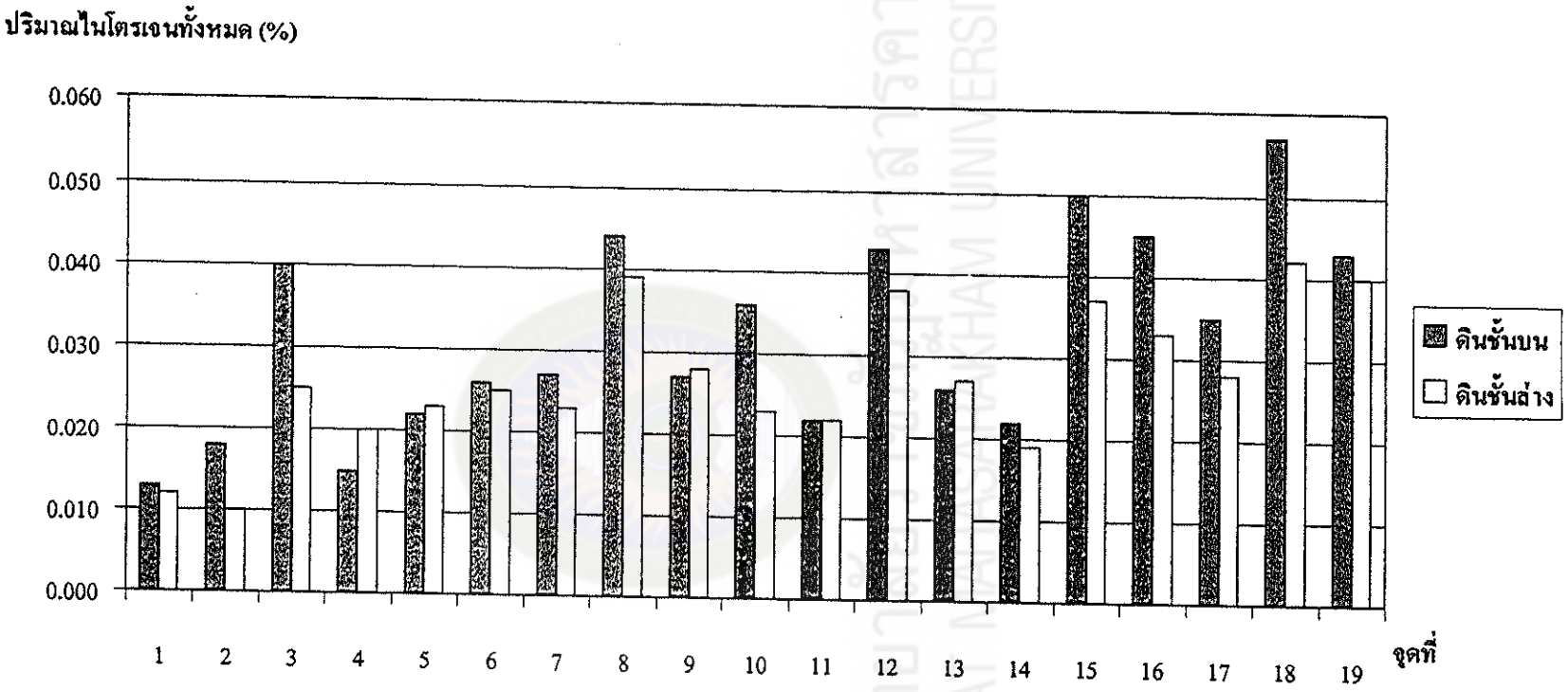


ภาพที่ 4.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ในดินชั้นบนและดินชั้นล่างของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

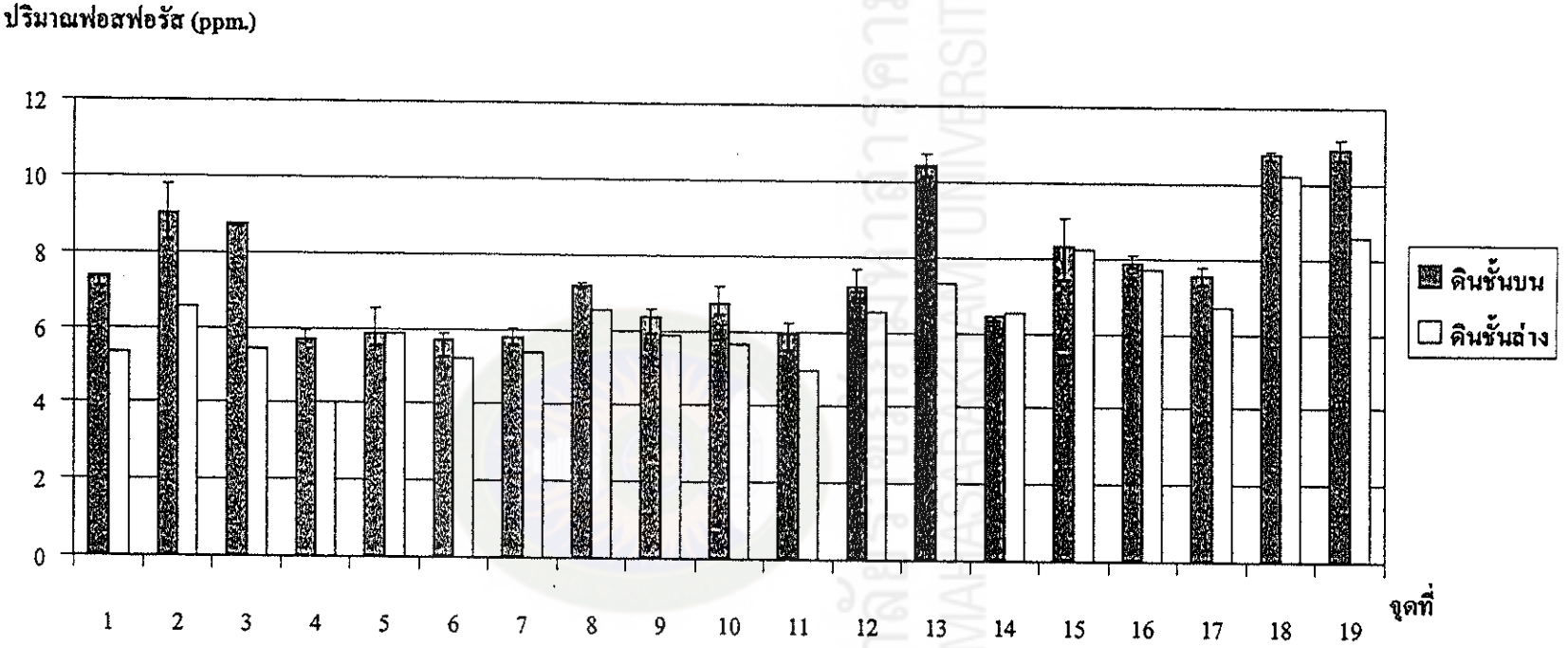


ภาพที่ 4.3 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในดินชั้นบนและดินชั้นล่างของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง



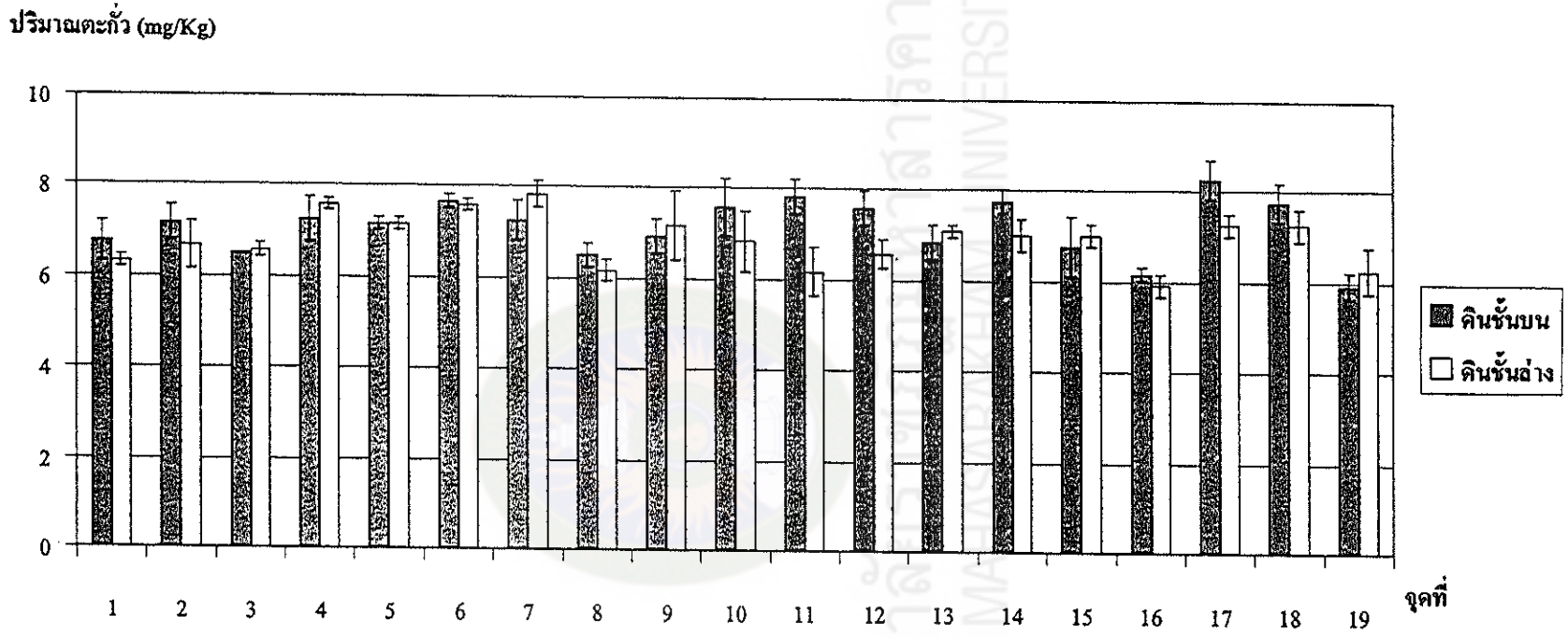
ภาพที่ 4.4 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ในดินชั้นบนและดินชั้นล่างของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี RAJAPHAPHANNEE RAJABHAT UNIVERSITY



ภาพที่ 4.5 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) ในดินชั้นบนและดินชั้นล่างของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 4.6 ปริมาณตะกั่ว (Pb) ในดินชั้นบนและดินชั้นล่างของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร RAJABHAT MAHANAKORN UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาคุณสมบัติของดินพื้นที่ป่าชุมชนโคกดอนทา บ้านเหล่าจั่น ตำบลแกดำ อำเภอแกดำ จังหวัดมหาสารคาม เป็นการศึกษาคุณสมบัติของดินทางด้านกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ (Temperature) สีดิน (Soil Color) และการศึกษาคุณสมบัติของดินทางด้านเคมี ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ความเป็นกรด - ด่าง (pH) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) และปริมาณตะกั่ว (Pb) โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างดินรวมจำนวน 19 จุด ได้แก่ จุดเก็บตัวอย่างดินที่ 1, 4, 7 และ 10 ห่างจากบ่อบำบัดน้ำเสียที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ เป็นระยะทาง 10 เมตร จุดเก็บตัวอย่างดินที่ 2, 5 ,8 และ 11 ห่างจาก บ่อบำบัดน้ำเสียที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ เป็นระยะทาง 20 เมตร จุดเก็บตัวอย่างดินที่ 3, 6, 9 และ 12 ห่างจากบ่อบำบัดน้ำเสียที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับเป็นระยะทาง 30 เมตร จุดเก็บตัวอย่างดินที่ 13, 14, 15 และ 16 เป็นจุดควบคุมอยู่ห่างจากบ่อบำบัดน้ำเสียที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ เป็นระยะทาง 90 เมตร จุดเก็บตัวอย่างดินที่ 17 และ 18 เป็นจุดเก็บตัวอย่างดินบริเวณท่อลำเลียงน้ำเสียแตก ระยะห่างจากท่อแตก 0.5 เมตร และจุดเก็บตัวอย่างดินที่ 19 เป็นจุดควบคุมที่อยู่ทางทิศตะวันออกของป่าชุมชนโคกดอนทา อยู่ห่างจากบ่อบำบัดน้ำเสียที่ 4 เป็นระยะทางประมาณ 200 เมตร ทำการเก็บตัวอย่างในวันที่ 4 ธันวาคม 2549 ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 1 ครั้ง จำนวน 19 จุด ผลการศึกษาสามารถสรุปโดยภาพรวมได้ดังตารางที่ 5.1 โดยรายละเอียดคุณสมบัติของดินในแต่ละพารามิเตอร์มีดังนี้

1) อุณหภูมิ (Temperature) มีค่าอยู่ระหว่าง 25.00 – 35.00 °C

2) สีดิน (Soil Color) ของดินชั้นบนอยู่ระหว่าง สีเทาปนน้ำตาลอ่อน – สีเทาปนแดงอ่อน (10 YR7/3 - 5 YR7/2) สีดินชั้นล่างอยู่ระหว่าง สีน้ำตาลปนเหลือง – สีเทาอ่อนปนแดงอ่อน (10 YR7/4 - 5 YR8/2)

3) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ดินชั้นบนมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 150.60 – 211.40 µs/cm ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ดินชั้นล่างมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 146.03 – 199.10 µs/cm

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4) ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของดินชั้นบนมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.04 – 6.57 แสดงว่าดินชั้นบนมีค่าความเป็นกรดแก่ – กรดอ่อน ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของดินชั้นล่างมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.04 – 5.65 แสดงว่าดินชั้นล่างมีค่าความเป็นกรดแก่ – กรดปานกลาง

5) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ของดินชั้นบนมีค่าระหว่าง 0.013 – 0.057 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ของดินชั้นล่างมีค่าอยู่ระหว่าง 0.010 – 0.042 เปอร์เซ็นต์

6) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) ของดินชั้นบนมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.71 – 10.92 ppm ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) ของดินชั้นล่างมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.00 – 10.21 ppm

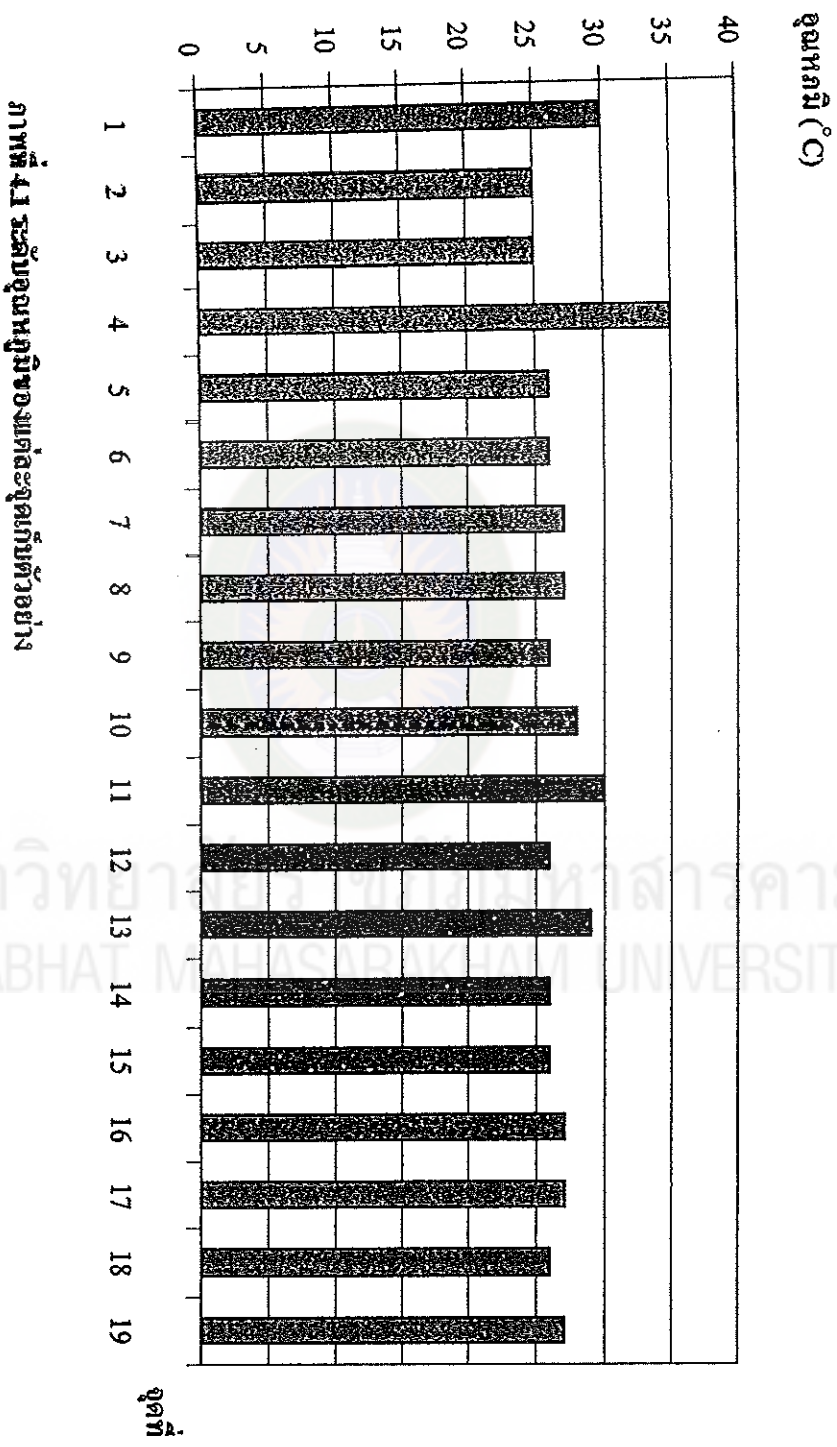
7) ปริมาณตะกั่ว (Pb) ของดินชั้นบนมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.92 – 8.25 mg/Kg ปริมาณตะกั่ว (Pb) ของดินชั้นล่างมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.92 – 7.83 mg/K

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

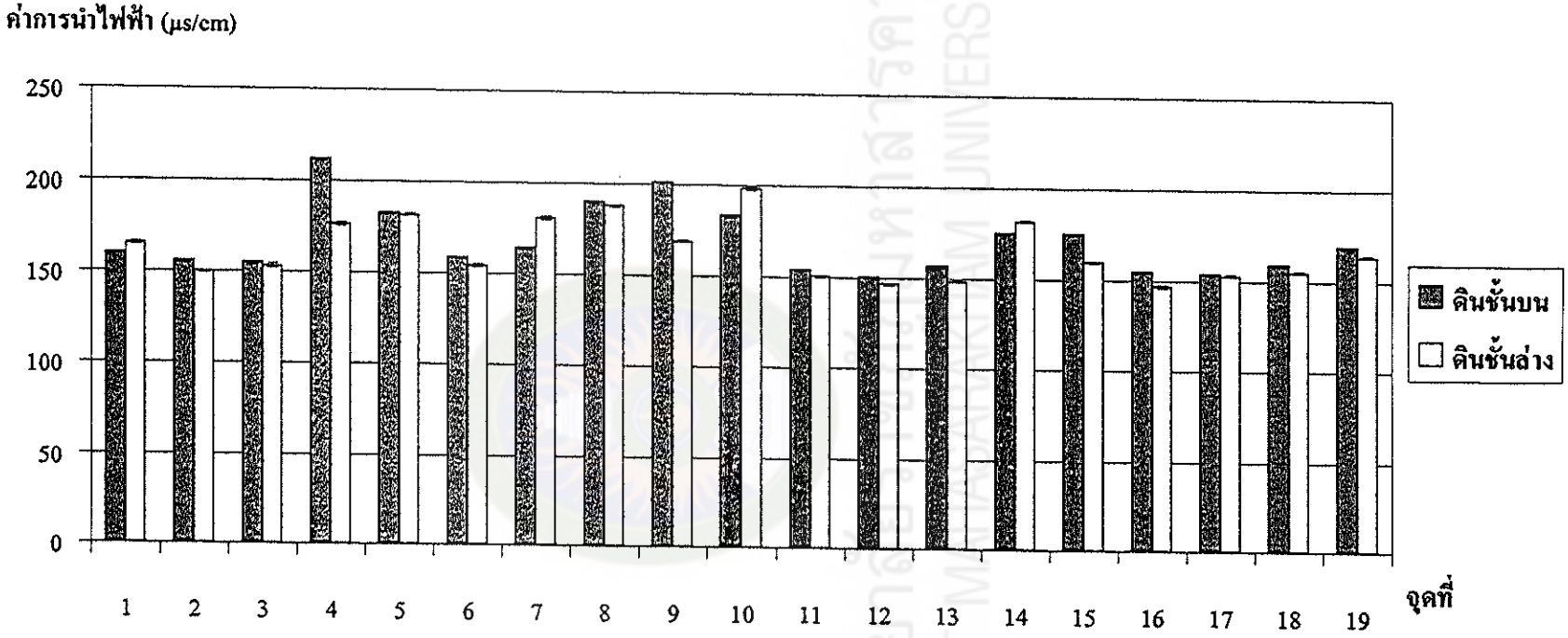
ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว (Pb)

จุดที่	ปริมาณตะกั่ว (mg/Kg)			
	ดินชั้นบน		ดินชั้นล่าง	
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1	6.75	0.43	6.33	0.14
2	7.17	0.38	6.67	0.51
3	6.50	0.00	6.58	0.14
4	7.25	0.50	7.58	0.12
5	7.17	0.14	7.17	0.14
6	7.67	0.14	7.58	0.12
7	7.25	0.43	7.83	0.29
8	6.50	0.25	6.17	0.24
9	6.92	0.38	7.17	0.76
10	7.58	0.63	6.83	0.66
11	7.83	0.38	6.17	0.52
12	7.58	0.38	6.58	0.31
13	6.83	0.38	7.08	0.14
14	7.75	0.25	7.00	0.35
15	6.75	0.66	7.00	0.25
16	6.17	0.14	5.92	0.24
17	8.25	0.43	7.25	0.25
18	7.75	0.43	7.25	0.35
19	5.92	0.29	6.25	0.50

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

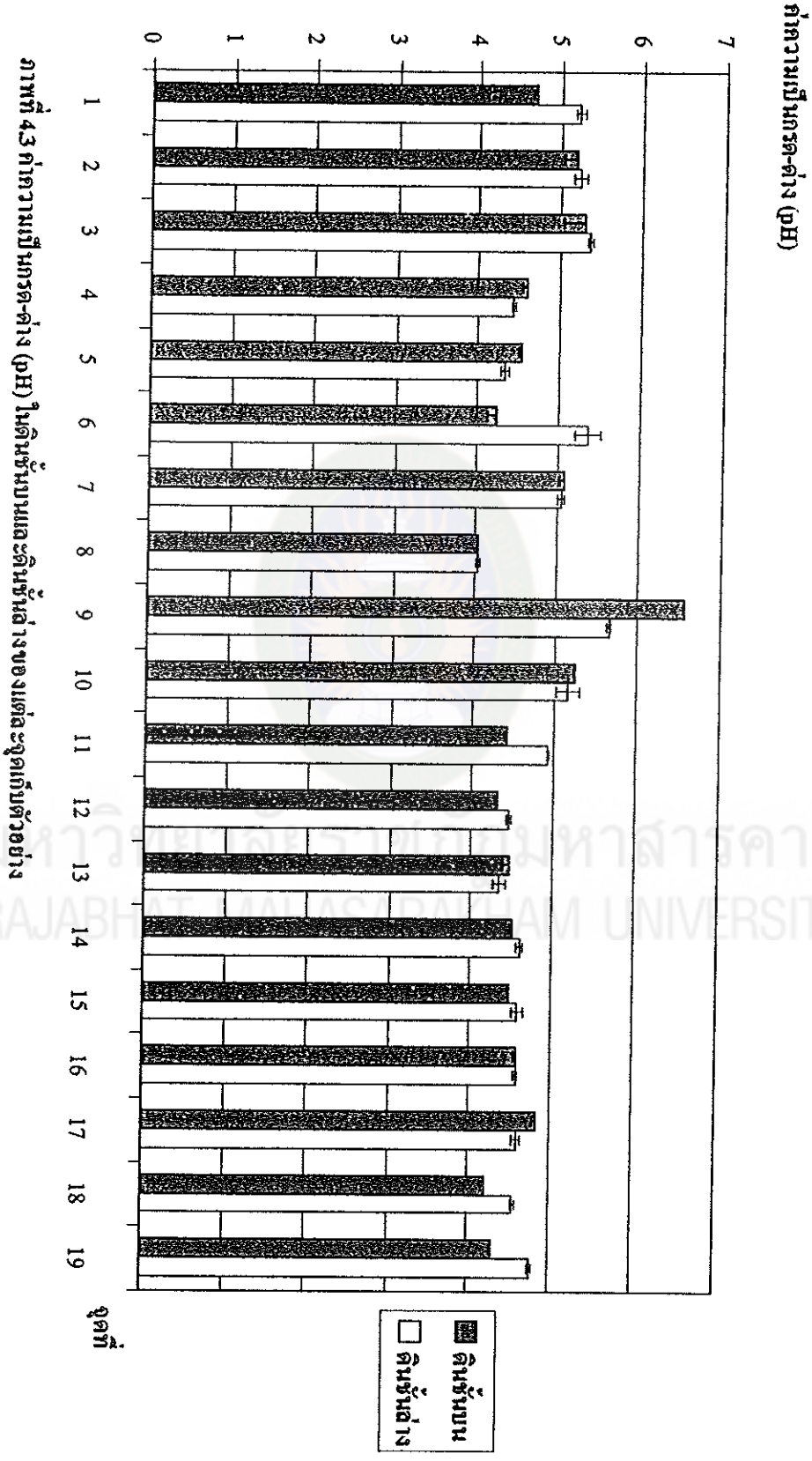


ภาพที่ 41 แสดงอุณหภูมิของน้ำในแต่ละชุดการทดลองของผู้ทดลองคนที่ 1



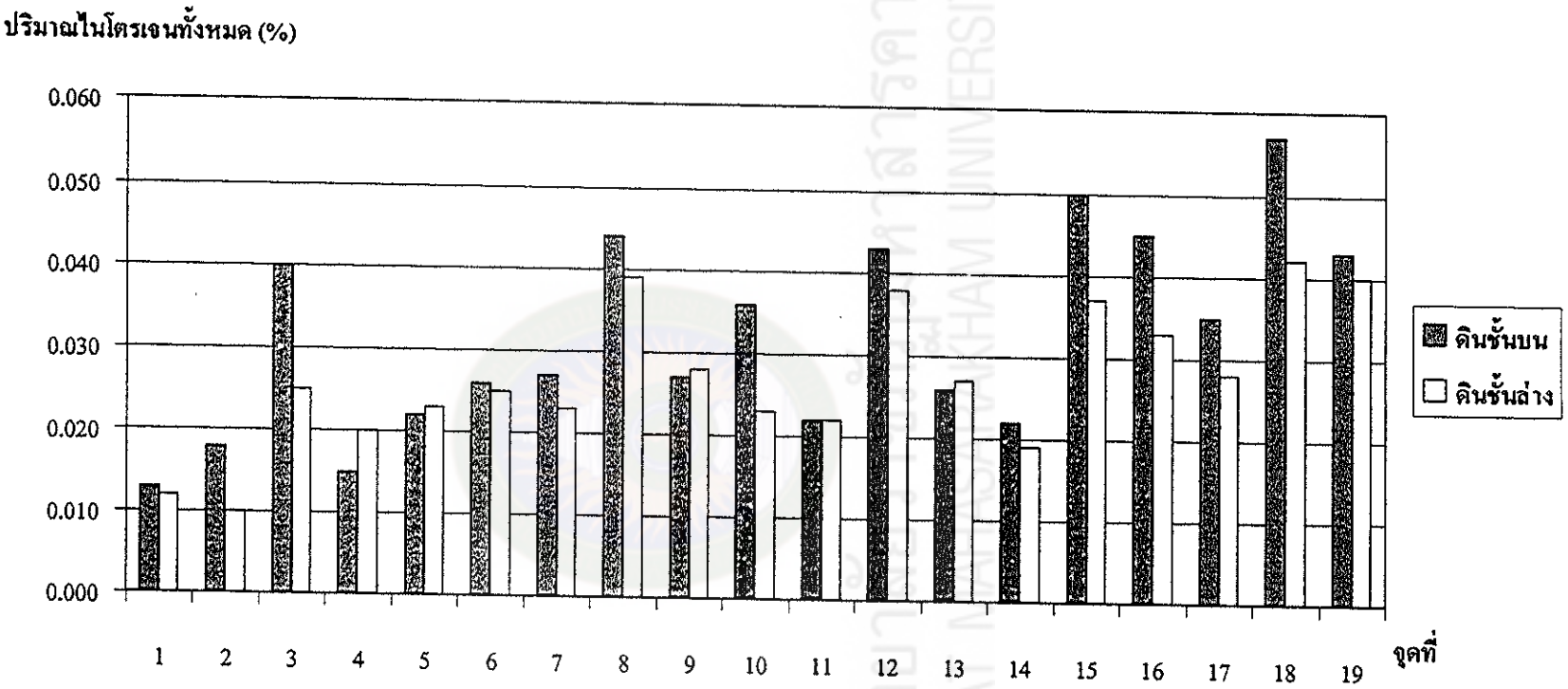
ภาพที่ 4.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ในดินชั้นบนและดินชั้นล่างของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



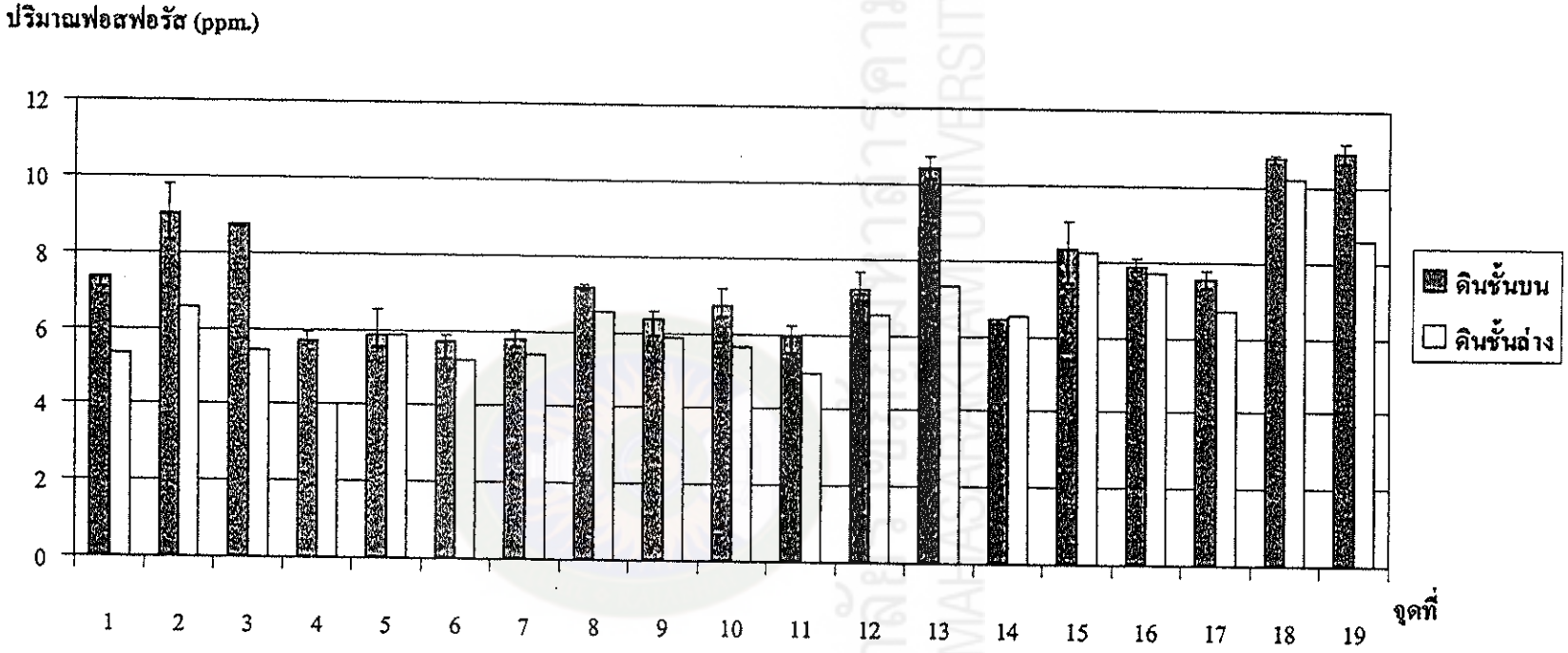
ภาพที่ 4.3 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในดินชั้นบนและดินชั้นล่างของแต่ละชุดเก็บตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



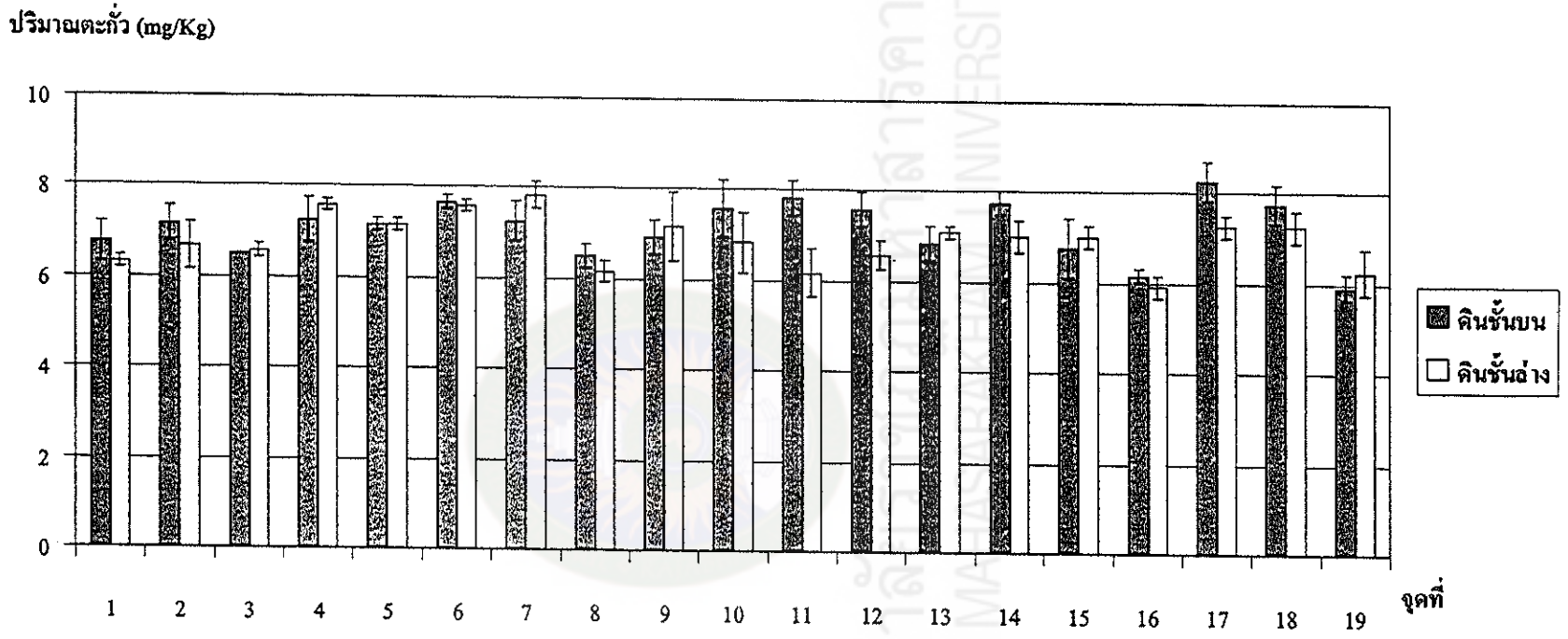
ภาพที่ 4.4 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ในดินชั้นบนและดินชั้นล่างของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี RAJABHAT RAMPHAIPHANNEE UNIVERSITY



ภาพที่ 4.5 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) ในดินชั้นบนและดินชั้นล่างของแต่ละชุดเก็บตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร RAJABHAT MAHANAKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 4.6 ปริมาณตะกั่ว (Pb) ในดินชั้นบนและดินชั้นล่างของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร RAJABHAT MAHANAKORN UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาคุณสมบัติของดินพื้นที่ป่าชุมชนโคกดอนทา บ้านเหล่าจั่น ตำบลแกดำ อำเภอแกดำ จังหวัดมหาสารคาม เป็นการศึกษาคุณสมบัติของดินทางด้านกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ (Temperature) สีดิน (Soil Color) และการศึกษาคุณสมบัติของดินทางด้านเคมี ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ความเป็นกรด - ด่าง (pH) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) และปริมาณตะกั่ว (Pb) โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างดินรวมจำนวน 19 จุด ได้แก่ จุดเก็บตัวอย่างดินที่ 1, 4, 7 และ 10 ห่างจากบ่อบำบัดน้ำเสียที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ เป็นระยะทาง 10 เมตร จุดเก็บตัวอย่างดินที่ 2, 5 ,8 และ 11 ห่างจาก บ่อบำบัดน้ำเสียที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ เป็นระยะทาง 20 เมตร จุดเก็บตัวอย่างดินที่ 3, 6, 9 และ 12 ห่างจากบ่อบำบัดน้ำเสียที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับเป็นระยะทาง 30 เมตร จุดเก็บตัวอย่างดินที่ 13, 14, 15 และ 16 เป็นจุดควบคุมอยู่ห่างจากบ่อบำบัดน้ำเสียที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ เป็นระยะทาง 90 เมตร จุดเก็บตัวอย่างดินที่ 17 และ 18 เป็นจุดเก็บตัวอย่างดินบริเวณท่อลำเลียงน้ำเสียแตก ระยะห่างจากท่อแตก 0.5 เมตร และจุดเก็บตัวอย่างดินที่ 19 เป็นจุดควบคุมที่อยู่ทางทิศตะวันออกของป่าชุมชนโคกดอนทา อยู่ห่างจากบ่อบำบัดน้ำเสียที่ 4 เป็นระยะทางประมาณ 200 เมตร ทำการเก็บตัวอย่างในวันที่ 4 ธันวาคม 2549 ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 1 ครั้ง จำนวน 19 จุด ผลการศึกษาสามารถสรุปโดยภาพรวมได้ดังตารางที่ 5.1 โดยรายละเอียดคุณสมบัติของดินในแต่ละพารามิเตอร์มีดังนี้

1) อุณหภูมิ (Temperature) มีค่าอยู่ระหว่าง 25.00 – 35.00 °C

2) สีดิน (Soil Color) ของดินชั้นบนอยู่ระหว่าง สีเทาปนน้ำตาลอ่อน – สีเทาปนแดงอ่อน (10 YR7/3 - 5 YR7/2) สีดินชั้นล่างอยู่ระหว่าง สีน้ำตาลปนเหลือง – สีเทาอ่อนปนแดงอ่อน (10 YR7/4 - 5 YR8/2)

3) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ดินชั้นบนมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 150.60 – 211.40 µs/cm ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ดินชั้นล่างมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 146.03 – 199.10 µs/cm

4) ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของดินชั้นบนมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.04 – 6.57 แสดงว่าดินชั้นบนมีค่าความเป็นกรดแก่ – กรดอ่อน ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของดินชั้นล่างมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.04 – 5.65 แสดงว่าดินชั้นล่างมีค่าความเป็นกรดแก่ – กรดปานกลาง

5) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ของดินชั้นบนมีค่าระหว่าง 0.013 – 0.057 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ของดินชั้นล่างมีค่าอยู่ระหว่าง 0.010 – 0.042 เปอร์เซ็นต์

6) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) ของดินชั้นบนมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.71 – 10.92 ppm ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) ของดินชั้นล่างมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.00 – 10.21 ppm

7) ปริมาณตะกั่ว (Pb) ของดินชั้นบนมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.92 – 8.25 mg/Kg ปริมาณตะกั่ว (Pb) ของดินชั้นล่างมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.92 – 7.83 mg/K

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 5.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติดินของจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 19 จุด ดินชั้นบนและดินชั้นล่าง

จุดที่	พารามิเตอร์							
	ชั้นดิน	อุณหภูมิ (°C)	ค่าสี (รหัส Munsell)	ค่าการนำไฟฟ้า (µs/cm)	(pH)	Total N (%)	Available P (ppm)	Pb (mg/Kg)
1	ดินชั้นบน	30.00	สีน้ำตาลปนเทาอ่อน	160.47	4.70	0.013	7.38	6.75
	ดินชั้นล่าง		สีน้ำตาลอ่อนปนเหลืองอ่อน	165.37	5.23	0.012	5.33	6.33
2	ดินชั้นบน	25.00	สีน้ำตาลปนเทา	155.50	5.19	0.018	9.02	7.17
	ดินชั้นล่าง		สีน้ำตาลอ่อนปนเหลืองอ่อน	149.60	5.24	0.010	6.58	6.67
3	ดินชั้นบน	25.00	สีเทาปนน้ำตาลอ่อน	154.83	5.31	0.040	8.75	6.50
	ดินชั้นล่าง		สีน้ำตาลปนเหลือง	153.13	5.36	0.025	5.46	6.58
4	ดินชั้นบน	35.00	สีน้ำตาลปนเทา	211.40	4.61	0.015	5.71	7.25
	ดินชั้นล่าง		สีน้ำตาลปนเหลืองอ่อน	177.08	4.44	0.020	4.00	7.58
5	ดินชั้นบน	26.00	สีน้ำตาลปนเทา	183.53	4.54	0.022	5.88	7.17
	ดินชั้นล่าง		สีน้ำตาลปนเทาแก่	182.07	4.34	0.023	5.88	7.17
6	ดินชั้นบน	26.00	สีเทาอ่อน	158.87	4.26	0.026	5.71	7.67
	ดินชั้นล่าง		สีน้ำตาลอ่อนปนเหลืองอ่อน	154.40	5.36	0.025	5.21	7.58

ตารางที่ 5.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติดินของจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 19 จุด ดินชั้นบนและดินชั้นล่าง (ต่อ)

จุดที่	พารามิเตอร์							
	ชั้นดิน	อุณหภูมิ (°C)	ค่าสี (รหัส Munsell)	ค่าการนำไฟฟ้า (µs/cm)	(pH)	Total N (%)	Available P (ppm)	Pb (mg/Kg)
7	ดินชั้นบน	27.00	สีน้ำตาลปนแดงอ่อน	164.73	5.08	0.027	5.79	7.25
	ดินชั้นล่าง		สีน้ำตาลปนเทา	180.90	5.05	0.023	5.38	7.83
8	ดินชั้นบน	27.00	สีเทาปนแดงอ่อน	190.47	4.04	0.044	7.21	6.50
	ดินชั้นล่าง		สีน้ำตาลอ่อนปนแดงอ่อน	188.23	4.04	0.039	6.54	6.17
9	ดินชั้นบน	26.00	สีน้ำตาลอ่อนปนเหลืองอ่อน	201.33	6.57	0.027	6.38	6.92
	ดินชั้นล่าง		สีน้ำตาลอ่อนปนเหลืองอ่อน	169.47	5.65	0.028	5.88	7.17
10	ดินชั้นบน	28.00	สีน้ำตาลอ่อนปนเทาเข้ม	183.77	5.25	0.036	6.75	7.58
	ดินชั้นล่าง		สีน้ำตาลปนเทา	199.10	5.16	0.023	5.67	6.83
11	ดินชั้นบน	30.00	สีน้ำตาลอ่อนปนเทาเข้ม	153.97	4.43	0.022	5.96	7.83
	ดินชั้นล่าง		สีน้ำตาลปนเทา	150.27	4.93	0.022	4.92	6.17
12	ดินชั้นบน	26.00	สีน้ำตาลปนเทาเข้ม	150.60	4.33	0.043	7.25	7.58
	ดินชั้นล่าง		สีเทาอ่อน	146.57	4.46	0.038	6.54	6.58

ตารางที่ 5.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติดินของจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 19 จุด ดินชั้นบนและดินชั้นล่าง (ต่อ)

จุดที่	พารามิเตอร์							
	ชั้นดิน	อุณหภูมิ (°C)	ค่าสี (รหัส Munsell)	ค่าการนำไฟฟ้า (µs/cm)	(pH)	Total N (%)	Available P (ppm)	Pb (mg/Kg)
13	ดินชั้นบน	29.00	สีเทาอ่อนปนน้ำตาลอ่อน	157.33	4.48	0.026	10.46	6.83
	ดินชั้นล่าง		สีน้ำตาลปนเทาอ่อน	148.57	4.36	0.027	7.34	7.08
14	ดินชั้นบน	26.00	สีน้ำตาลปนเทา	174.93	4.53	0.022	6.50	7.75
	ดินชั้นล่าง		สีน้ำตาลอ่อนปนเหลืองอ่อน	181.97	4.61	0.019	6.54	7.00
15	ดินชั้นบน	26.00	สีน้ำตาลปนเทาเข้ม	175.50	4.50	0.050	8.33	6.75
	ดินชั้นล่าง		สีน้ำตาลอ่อนปนเทาเข้ม	160.63	4.59	0.037	8.25	7.00
16	ดินชั้นบน	27.00	สีน้ำตาลปนเทา	155.90	4.60	0.045	7.88	6.17
	ดินชั้นล่าง		สีน้ำตาลอ่อนปนเหลืองอ่อน	146.03	4.58	0.033	7.71	5.92
17	ดินชั้นบน	27.00	สีน้ำตาลอ่อนปนเหลือง	154.30	4.84	0.035	7.59	8.25
	ดินชั้นล่าง		สีน้ำตาลอ่อนปนเหลือง	153.07	4.60	0.028	6.71	7.25
18	ดินชั้นบน	2.00	สีน้ำตาลปนเทาเข้ม	159.80	4.22	0.057	10.79	7.75
	ดินชั้นล่าง		สีน้ำตาลปนเทา	155.83	4.56	0.042	10.21	7.25

ตารางที่ 5.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติดินของจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 19 จุด ดินชั้นบนและดินชั้นล่าง (ต่อ)

จุดที่	พารามิเตอร์							
	ชั้นดิน	อุณหภูมิ (°C)	ค่าสี (รหัส Munsell)	ค่าการนำไฟฟ้า (µs/cm)	(pH)	Total N (%)	Available P (ppm)	Pb (mg/Kg)
19	ดินชั้นบน	27.00	สีน้ำตาลปนเทาเข้ม	169.57	4.31	0.043	10.92	5.92
	ดินชั้นล่าง		สีน้ำตาลปนเทา	164.27	4.78	0.040	8.58	6.25

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5.2 อภิปรายผล

จากการศึกษาคุณสมบัติของดินในพื้นที่ป่าชุมชนโคกดอนทา บ้านเหล่าจั่น ตำบลแกดำ อำเภอแกดำ จังหวัดมหาสารคามผลการศึกษาคุณสมบัติของดินทั้ง 19 จุด พบว่าดินแต่ละจุดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันในแต่ละพารามิเตอร์ หากพิจารณาแต่ละพารามิเตอร์ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1) อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิของดินทั้ง 19 จุด ที่ทำการเก็บตัวอย่างมีค่าอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกัน คือมีค่าอยู่ระหว่าง 25.00 – 35.00 °C พบว่าจุดเก็บตัวอย่างดินส่วนใหญ่มีระดับอุณหภูมิไม่แตกต่างกัน มากนัก คือมีอุณหภูมิต่ำ อาจเนื่องมาจากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างในพื้นที่ป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ มีต้นไม้ปกคลุม เช่น ไม้เต็ง ไม้รัง ไม้เหียง ไม้พลวง และไม้ยางกราดเป็นต้น ปกคลุมพื้นที่เก็บตัวอย่างดิน จึงทำให้อุณหภูมิของดินต่ำเพราะแสงอาทิตย์ส่องผ่านได้น้อย ส่วนจุดที่มีอุณหภูมิสูงสุดคือจุดเก็บตัวอย่างดินที่ 4 (ระดับอุณหภูมิ 35 °C) เนื่องจากจุดเก็บตัวอย่างดินที่ 4 เป็นที่โล่งแจ้งจึงได้รับแสงจากดวงอาทิตย์อย่างเต็มที่ จึงส่งผลให้อุณหภูมิของดินสูงตามไปด้วย

2) สีของดิน (Soil Color)

สีของดินทั้ง 19 จุด ที่ทำการเก็บตัวอย่างพบว่าดินชั้นบนมีค่าสีของดินอยู่ระหว่างสีเทาปนน้ำตาลอ่อน – สีเทาปนแดงอ่อน (10 YR7/3 - 5 YR7/2) ดินชั้นล่างมีค่าสีของดินอยู่ระหว่าง สีน้ำตาลปนเหลือง- สีเทาอ่อนปนแดงอ่อน (10 YR7/4 - 5 YR8/2) ดินชั้นบนจะมีค่าสีของดินสูงกว่าดินชั้นล่างในทุกจุดเก็บตัวอย่างดิน อาจเนื่องจากในพื้นที่ป่ามีอุดมสมบรูณ์จึงมีอินทรียวัตถุ ที่เกิดจากการย่อยสลายของซากพืชซากสัตว์เป็นจำนวนมาก และได้รับแสงจากดวงอาทิตย์มากกว่าดินชั้นล่าง ส่วนดินชั้นล่างมีค่าสีต่ำกว่าดินชั้นบน อาจเนื่องจากดินชั้นล่างมีอินทรียวัตถุอยู่น้อย จึงส่งผลให้ดินชั้นล่างมีค่าสีต่ำไปด้วย

3) ค่าการนำไฟฟ้า (EC)

ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดินทั้ง 19 จุด ที่ทำการเก็บตัวอย่างดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0- 15 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 150.60 – 211.4 µs/cm ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดิน ชั้นล่างที่ระดับความลึก 15 – 30 เซนติเมตร มีค่าค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 146.05 – 199.10 µs/cm เมื่อเปรียบเทียบแต่ละจุดเก็บตัวอย่างพบว่าค่าการนำไฟฟ้าของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีค่าใกล้เคียงกันทั้งดินชั้นบนและดินชั้นล่าง ส่วนจุดที่มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) สูงสุดคือจุดเก็บตัวอย่างดินที่ 4 เนื่องจากจุดเก็บตัวอย่างดินที่ 4 เป็นที่โล่งแจ้ง การเจริญเติบโตของ

พืชมีน้อย พบพืชที่แคระแกรนเหี่ยวแห้ง จึงส่งผลให้จุดเก็บตัวอย่างดินที่ 4 มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) สูงตามไปด้วย

4) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินทั้ง 19 จุด ที่ทำการเก็บตัวอย่างดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0 – 15 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) เฉลี่ยของดินอยู่ระหว่าง 4.04 - 6.57 ความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของดินชั้นล่างที่ระดับความลึก 15 – 30 เซนติเมตร มีค่าความเป็น กรด-ด่าง (pH) เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.04 – 5.65 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับดินที่มีความอุดมสมบรูณ์ ที่เหมาะแก่การปลูกพืชที่ระดับความลึกมากกว่า 1 เมตร ซึ่งมีค่าความเป็น กรด - ด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 5.5 – 7.0 (มุกดา สุขสวัสดิ์, 2544: 13) พบว่ามีบางจุดเก็บตัวอย่างดินมีค่า pH ต่ำ อาจเนื่องมาจากการย่อยสลายของซากพืชซากสัตว์ทำให้มีอินทรียวัตถุในดินสูง ส่งผลต่อระดับ pH ของดินให้มีค่า pH ต่ำลง

5) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N)

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ของดินทั้ง 19 จุด ที่ทำการเก็บตัวอย่างดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) อยู่ระหว่าง 0.013 – 0.057 เปอร์เซ็นต์ และดินชั้นล่างที่ระดับความลึก 15 – 30 เซนติเมตร มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) อยู่ระหว่าง 0.010 – 0.042 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันแต่ละจุดเก็บตัวอย่างดินพบว่ามีบางจุดเก็บตัวอย่างดินที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ต่ำกว่าทุกจุดเก็บตัวอย่างอื่น อาจเนื่องจากจุดเก็บตัวอย่างดินเป็นป่าโปร่ง จึงทำให้เกิดการทบถมของซากพืชซากสัตว์ต่ำ ส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ต่ำ ส่วนจุดเก็บตัวอย่าง ที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) สูง อาจเนื่องจากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างดินมีต้นไม้ ปกคลุมอยู่หนาแน่น ทำให้เกิดการทับถมของซากพืชซากสัตว์สูง มีผลทำให้ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) สูงตามไปด้วย

6) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P)

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) ของดินทั้ง 19 จุดที่ทำการเก็บตัวอย่างดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0 – 15 เซนติเมตร มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.17 – 10.92 ppm และดินชั้นล่างที่ระดับความลึก 15 – 30 เซนติเมตร มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.00 – 10.21 ppm เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันแต่ละจุดเก็บตัวอย่างดินพบว่ามีบางจุดเก็บตัวอย่างดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าต่ำ อาจเนื่องจากดินมีความเป็นกรด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

และอินทรียวัตถุในดินต่ำ การย่อยสลายของซากพืชซากสัตว์มีน้อย ส่งผลให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าต่ำตามไปด้วย

7) ปริมาณตะกั่ว (Pb)

ปริมาณตะกั่ว (Pb) ของดินทั้ง 19 จุดที่ทำการเก็บตัวอย่างดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0 – 15 เซนติเมตร มีปริมาตะกั่ว (Pb) เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.92 – 8.25 mg/Kg และดินชั้นล่าง ที่ระดับความลึก 15 – 30 เซนติเมตร มีปริมาณตะกั่ว (Pb) เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.92 – 7.83 mg/Kg เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอื่นนอกเหนือจากการอยู่อาศัยและเกษตรกรรมของปริมาณตะกั่ว (Pb) มีค่าไม่เกิน 750 mg/Kg (อ้างจาก http:// www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_soil01.html, 1 มีนาคม 2550) พบว่าปริมาณตะกั่ว (Pb) ในดินชั้นบนและดินชั้นล่างมีปริมาณไม่เกินมาตรฐาน อาจเนื่องจากปริมาณตะกั่ว (Pb) มีน้อย ไม่เป็นอันตราย และไม่ส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติของดินพื้นที่ป่าชุมชนโคกดอนทา

จากผลการศึกษาโดยภาพรวมของทุกพารามิเตอร์ ระหว่างคุณสมบัติของดินในพื้นที่ป่าชุมชนโคกดอนทา อยู่ในเกณฑ์ที่มีความอุดมสมบูรณ์ ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในดิน ซึ่งท่อระบายน้ำเสียจากโรงงานผ่าน และมีจุดที่มีท่อน้ำเสียแตกภายในป่าชุมชนโคกดอนทา พบว่า ปริมาณตะกั่วมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานตะกั่วในดิน จากข้อมูลดังกล่าวสามารถบอกได้ว่าน้ำเสียจากโรงงานทอผ้า ไม่มีผลกระทบด้านลบต่อคุณสมบัติของดิน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาคุณสมบัติของดินในพื้นที่ป่าชุมชนโคกดอนทา บ้านเหล่าจั่น ตำบลแกดำ อำเภอแกดำ จังหวัดมหาสารคาม มีดังนี้

1) ควรทำการศึกษาคุณสมบัติของดินให้ครบทุกด้าน ทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ เพื่อที่จะสามารถศึกษาคุณสมบัติของดินอย่างครอบคลุม และน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น

2) ควรทำการศึกษาคุณสมบัติของดินในทุกช่วงฤดู เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติของดินในแต่ละฤดูให้ครอบคลุม เพื่อความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

3) ควรทำการศึกษาในหัวข้ออินทรียวัตถุในดินด้วย เพราะอินทรียวัตถุมีผลต่อค่าพารามิเตอร์อื่นๆ ที่ทำการทดลอง เช่น ความเป็นกรด - ด่าง (pH) ค่าความนำไฟฟ้า (EC) สีดิน (Soil Color) เป็นต้น เพื่อความน่าเชื่อถือของข้อมูล

บรรณานุกรม

เกษมศรี ซับซ้อน. (2537). **คู่มือการวิเคราะห์ดิน พืช ปุ๋ยและน้ำ.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

กำชัย กาญจนธนเศรษฐ และคณะ. (2542). **สมบัติบางประการของดิน ในบริเวณโครงการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลอุทกวิทยาลุ่มน้ำที่สูงสถานีย่อยที่ 3 อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่.** [Online]. Available: http://www.forest.go.th/Researc/watershade/abstracts/wst2.htm 3k. [2549, สิงหาคม 1].

การเก็บตัวอย่างดิน. (2549). [Online]. Available: http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_toxic/a_tx_4_001c.asp?into_id=101#abel. [2549, กันยายน 13].

โกมล ศิวะบวร. (2524). การประปาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล.

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต. (2549). [Online]. Available: http.//wbc.msu.ac.th/wbc/edu/0504304/lesson8. htm#2. [2549, กันยายน 5].

จิราณี วานิชยกูล. (2542). **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** ราชบุรี : ภาควิชาเกษตรศาสตร์ สถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง.

จิราณี วานิชกุล (อ้างในทองดูณ หงห์พันธ์, 2542) **ได้ศึกษาความอุดมสมบรูณ์ของดินที่ทำการเกษตรบริเวณลุ่มแม่น้ำภาชี. มหาสารคาม : สถาบันราชภัฏมหาสารคาม.**

ชเยนทร์ เปลื้องเจริญ และคณะ. (2530). **การเปรียบเทียบสมบัติทางเคมีบางประการของดินหลังการทำลายป่าธรรมชาติและปลูกทดแทนด้วยไม้สนประดิพัทธ์ กระถินณรงค์ และกระถินยักษ์บริเวณสวนรุกขชาติเพ ตำบลเพ อำเภอเมือง จังหวัดระยอง.** [Online]. Available: http:www.forest.go.th/Research/watershade/abstracts/wst13.htm - 4k -. [2549, สิงหาคม 1].

ณรงค์ ณ เชียงใหม่. (2525). **มลพิศสิ่งแวดล้อม.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ทรงธรรม สุขสว่าง และคณะ. (2529). **การเปรียบเทียบสมบัติทางเคมีของดินหลังการทำลายป่าดิบแล้ง เพื่อใช้ที่ดินในการทำไร่มันสำปะหลัง สวนยางพารา และสวนผลไม้ บริเวณห้วยมะเฟือง ตำบลตะพง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง.** [Online]. Available: http://www.forest.go.th/Research/watershade/abstracts/wst13.htm 4k .- [2549, สิงหาคม 1].

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ทรงธรรม สุขสว่าง และคณะ. (2534). **การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินภายหลังการทำไม้ออกจากป่าต้นน้ำที่สถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำแม่กลอง จังหวัดกาญจนบุรี.** [Online]. Available: http:// www.dnp.go.th/Watershed/research/pub_list.htm. [2549, สิงหาคม 1].

บุญมา คีแสง และคณะ. (2535). **การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินภายหลังการทำลายป่าเพื่อใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ ในพื้นที่ต้นน้ำแม่กลอง จังหวัดกาญจนบุรี.** [Online]. Available: http:// www.dnp.go.th/Watershed/research/pub_list.htm. [2549, สิงหาคม 1].

พัฒนา มูลพฤกษ์. (2546). **อามัยสิ่งแวดล้อม.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ซิกม่าดีไซน์กราฟฟิก.

พจนีย์ มอญเจริญ และ ชูจิตต์ สงวนทรัพยากร. (2544). **วิธีวิเคราะห์ดินทางด้านเคมี.** กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

มาตรฐานคุณภาพดิน. [Online]. Available: http://www.pcd.go.th/info.serv/reg .std _ soil01. html. [2550, มกราคม 16].

มุกดา สุกสวัสดิ์. (2544). **ความอุดมสมบรูณ์ของดิน.** กรุงเทพฯ : โอ เอส ปริ้นติ้ง เฮ้าส์.

โยธิน สุริยวงงศ์. (2542). **มลพิษสิ่งแวดล้อม.** นครราชสีมา: สถาบันราชภัฏนครราชสีมา.

สถาพร ดูวิจิตรจารุ. (2541). **ทดลองปฐพีกลศาสตร์.** กรุงเทพฯ : ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ. รุ่งแสงการพิมพ์.

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 10. (2547). นักรบสิ่งแวดล้อม. ขอนแก่น.

สาโรช มนตระกูล และคณะ. (2541). **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุธีลา ตุลยะเสถียร และคณะ. (2537). **มลพิษสิ่งแวดล้อม.** กรุงเทพฯ : รามสาส์น (1977) จำกัด.

องค์การบริหารตำบลแกคำ. (2549). **ป่าชุมชนโคกดอนทา.** เอกสารประกอบการรายงาน.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก
วิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติดิน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก
วิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติดิน

1. วิธีวิเคราะห์สีดิน (Soil Color) (http://globethailand.ipst.ac.th/Teacher Manual/Soil Activities Manual/pdf-Soil Activities Manual/4Soil Description.pdf, 1 มีนาคม 2550)

1) หยิบเม็ดดินจากดินแต่ละชั้นและบันทึกลงในใบงานว่าเม็ดดินนั้นชื้น แห้ง หรือเปียก ถ้าแห้งให้ทำให้ชื้นโดยการฉีดน้ำผสมเล็กน้อย

2) บิเม็ดดินออกเป็นสองส่วน

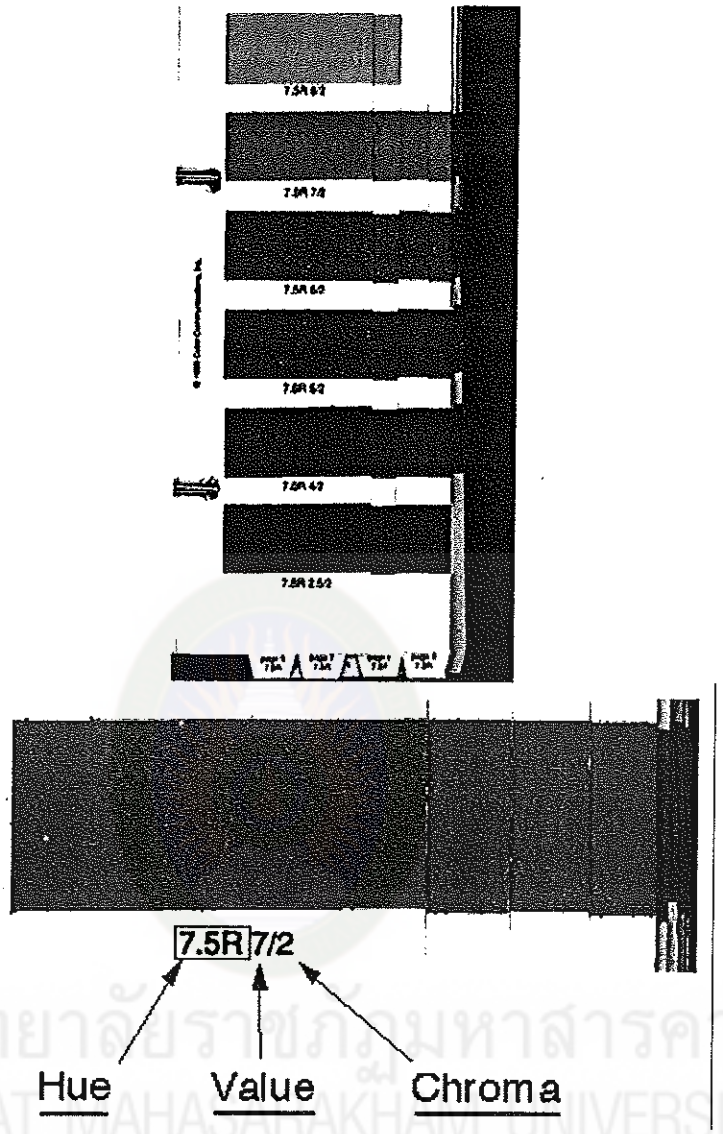
3) ยืนให้แสงอาทิตย์ส่องผ่านไปที่สมุดเทียบสี และตัวอย่างดินที่กำลังตรวจวัดสีดิน

ข้อสังเกต บางครั้งตัวอย่างดินมีสีปนกันหลายสี บันทึกอย่างมากที่สุด 2 สี ได้แก่ 1) สีหลักหรือสีที่เด่น และ 2) สีอื่น (สีที่เด่นรอง)

การเทียบสีดินในตามหลักของ Munsell

รหัส Munsell เป็นรหัสสากลที่ใช้ในการบรรยายสีของดินใต้สีดินแต่ละสีในสมุดเทียบสีดินของ GLOBE ดังรูป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



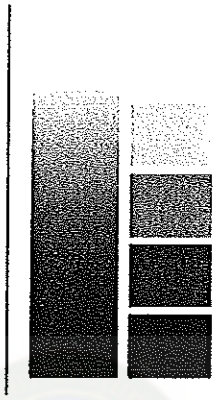
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สมบัติของดินในแต่ละชั้นดินสีของดิน รหัส Munsell

รหัส Munsell ให้สีดินแต่ละสีในสมุดเทียบสีดินของ GLOBE เป็นรหัสสากลที่บรรยายลักษณะของสีดิน มีดังนี้

1) Hue เป็นสีที่เกิดจากการสะท้อนของแสงจากวัตถุนั้นๆ และมีสัญลักษณ์เป็นตัวเลขนำหน้า แสดงถึงตำแหน่งของสีบนล้อสี (Color Wheel) และมีอักษรภาษาอังกฤษตามหลัง เช่น 10 R หมายความว่า R = สีแดง (Y = สีเหลือง, G = สีเขียว, B = สีน้ำเงิน, YR = สีแดงปนเหลือง RY = สีเหลืองปนแดง)

2) Value เป็นค่าตัวเลขที่มีค่าตั้งแต่ 0 – 10 ตัวเลขที่มีค่ามาก แสดงถึงวัตถุนั้นสะท้อนแสงได้ดี ระดับของช่วงความสว่างเริ่มจาก O ซึ่งเป็นสีดำสนิทจนถึง 10 ซึ่งเป็นสีขาวบริสุทธิ์



รูปแสดงค่า Value

3) ความเข้มของสี Chroma

Chroma หมายถึง ความเข้มของสี สีที่มีค่า Chroma ต่ำบางครั้งเรียกว่า สีอ่อน ในขณะที่สีที่มีค่า Chroma สูงเรียกว่ามีความอิ่มตัวของสีสูงมีความเข้ม หรือแก่ (vivid) ระดับความเข้มของสีเริ่มจาก O สำหรับสีที่มีความเข้มกลางเพิ่มความเข้มไปเรื่อยๆ เมื่อมีค่าสูงขึ้น

Chroma เป็นการแสดงถึงความบริสุทธิ์ของสีที่สะท้อนจากวัตถุนั้นๆ มีค่าตั้งแต่ 0-10 ถ้า Chroma มีค่าของตัวเลขสูงๆ แสดงว่าสีนั้นมีความบริสุทธิ์มาก เช่น สีของดินซึ่งเทียบจากสมุดเทียบสีของรหัส Munsell มีค่า 10 R 2/7 แสดงว่าดินนั้นมีสีแดงคล้ำอย่างเห็นชัดมาก สามารถคาดได้ว่าดินมีปริมาณของเหล็กค่อนข้างสูงมากจนอาจเป็นพิษต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือ เป็นอุปสรรคต่อการเกษตรอย่างมาก

Back to Munsell Notation

2. วิธีการวัด pH ของดิน

การวัดโดยใช้ pH Meter

อุปกรณ์

1) pH Meter

2) Beaker ขนาด 100 มิลลิลิตร

3) แท่งแก้ว

สารเคมี

1) Buffer Solution pH 7, 4 และ 10

2) $CaCl_2$ 0.01 *M*

วิธีการ

1) วิธีการวัดโดยใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำ 1 : 1 ชั่งตัวอย่างที่บดร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร 20 กรัม ใส่ Beaker ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนให้ดินและน้ำเข้ากันทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที ในขณะที่วางทิ้งไว้ให้คนดินเป็นครั้งคราว ก่อนวัด pH ต้องปรับ pH Meter ด้วย Buffer Solution pH 7 และ 4 หรือ 10 แล้วจึงดำเนินการวัด pH ของอย่างต่อไป

2) วิธีการวัดโดยใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำ 1 : 2.5 ชั่งตัวอย่างดินที่บดร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร 10 กรัม ใส่ Beaker ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร แล้วดำเนินตามขั้นตอนในข้อ 1 ต่อไป

3) วิธีการวัดโดยใช้อัตราส่วนดินต่อ 0.01 M $CaCl_2$ เท่ากับ 1 : 2 ชั่งตัวอย่างดินที่บดร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร 10 กรัม ใส่ Beaker ขนาด 100 มิลลิลิตร เติม 0.01 *M*. $CaCl_2$ 20 มิลลิลิตร แล้วดำเนินตามขั้นตอนในข้อ 1 ต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3. วิธีวิเคราะห์การนำไฟฟ้า

ดิน : น้ำ อัตราส่วน 1 : 5

อุปกรณ์ และเครื่องมือ

(1) ขวดแก้วก้นแบน (Erlenmeyer Flask) ขนาด 125 มิลลิลิตร

(2) กรวย

(3) กระดาษกรองเบอร์ 5

(4) ขวดกรอง (Filtering Flask) ขนาด 500 มิลลิลิตร

(5) บีกเกอร์ ขนาด 50 มิลลิลิตร

(6) เทอร์โมมิเตอร์

(7) เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity Meter)

สารเคมี สารละลายและวิธีเตรียม

(1) สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) 0.01 *N.*

สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) 0.7456 กรัม ที่อบแห้งในน้ำกลั่นแล้วทำให้มีปริมาตร 1 ลิตร ใช้ปรับ Conductivity Meter หรือใช้สารละลาย Calibration Standard 12.9 µs /cm 7230 ppm NaCl 0.1000 *M* ± 0.0005 *M* KCl ในการปรับเครื่อง (ใช้เฉพาะเครื่อง Orion Conductivity Cell)

(2) น้ำกลั่น

วิธีการ

(1) ชั่งดิน 10 กรัม ใส่ในขวดแก้วก้นแบน ขนาด 125 มิลลิลิตร

(2) เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันเป็นเวลา 2 ชั่วโมง กรองหรือเขย่า 30 นาที ทิ้งค้างคืน รุ่งขึ้นกรอง (ถ้าเป็นดินเหนียว ทิ้งค้างคืน แล้วกรอง)

(3) ได้สารละลายดิน 1 : 5 นำไปวัดค่าการนำไฟฟ้า (EC) ด้วยเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity Meter)

วิธีวัดค่าการนำไฟฟ้า

(1) อุ่นเครื่องค่าการนำไฟฟ้า เป็นเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิ 25 °C

(2) ปรับเครื่องโดยใช้ Calibration Standard 12.9 µs /cm 7230 ppm NaCl 0.1000 *M.* ± 0.0005 *M* KCl ในการปรับเครื่อง

(3) วัดอุณหภูมิของสารละลายดินที่สกัดได้ ที่ 25 °C

(4) วัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย ด้วยเครื่องวัดการนำไฟฟ้า ค่าที่วัดได้จากเครื่องมีหน่วยเป็นไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร (µs/cm)

4. การวิเคราะห์ไนโตรเจนในดิน

ไนโตรเจนเป็นธาตุที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตของพืชไนโตรเจนในดินส่วนใหญ่ในรูปของอินทรีย์ไนโตรเจนซึ่งเป็นองค์ประกอบของอินทรียวัตถุ เมื่ออินทรียวัตถุถูกจุลินทรีย์ดินย่อยสลายจะปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนในรูปที่เป็นประโยชน์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

โดยกระบวนการ Ammonification (ได้ NH_4) และ Nitrification (ได้ NO_3) ซึ่งปริมาณของ NH_4 และ NO_3 ในดินจะบ่งชี้ถึงปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในขณะนั้นๆ สำหรับการวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) สามารถใช้เป็นดัชนีบอกถึงความสามารถของดินที่จะปลดปล่อยไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Supplying Power) ได้

การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N)

การวิเคราะห์ Total N โดย Semi-Micro Kjedahl Method

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1) Analytical Balance

2) Digestion Apparatus

3) Distillation Apparatus

4) Digestion kjeldahl Flask ขนาด 100 มิลลิลิตร

5) Erlenmeyer Flask ขนาด 50 และ 250 มิลลิลิตร

6) Volumetric Flask ขนาด 100, 200 และ 1000 มิลลิลิตร

7) Graduated Cylinder ขนาด 10 และ 100 มิลลิลิตร

8) Volumetric Pipet ขนาด 10/20 มิลลิลิตร

9) Buret ขนาด 10 มิลลิลิตร

10) Graduated Pipet ขนาด 5 มิลลิลิตร

สารเคมีและน้ำยา

1) กรดกำมะถันเข้มข้น (H_2SO_4 98 %)

2) สารเร่งปฏิกิริยา (Mixed Catalyst) : เตรียมโดยผสม K_2SO_4 100 กรัม $CuCO_4 5H_2O$ 10 กรัม และ Se Power 1 กรัม บดให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน

3) NaOH 40 % : เตรียมโดยละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 400 กรัม ในน้ำกลั่นประมาณ 600 มิลลิลิตร (ควรทำในตู้ดูดควัน) ทิ้งไว้จนเย็น ปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร แล้วเก็บในภาชนะที่มีฝาปิดเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ

4) Boric Acid Indicator 2 %

5) Mixed Indicator : ชั่งสาร Bromocresol Green 0.132 กรัม และ Methyl Red 0.066 กรัม ใส่รวมกันใน Volumetric Flask ขนาด 200 มิลลิลิตร ละลายด้วย Ethanol แล้วปรับปริมาตรเป็น 200 มิลลิลิตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

6) Boric Acid : ละลายกรดบอริค (H_3BO_3) 20 กรัม ในน้ำร้อนที่ต้มจนเดือด 700 มิลลิลิตร วางทิ้งไว้ให้เย็น

7) เติม Ethanol 200 มิลลิลิตร Mixed Indicator 20 มิลลิลิตร และกรดบอริค 700 มิลลิลิตร ลงใน Volumetric Flask ขนาด 1000 มิลลิลิตร เขย่าของผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเติมด่าง NaOH ซึ่งมีความเข้มข้น 0.05 N ลงไปทีละ 2-3 หยด จนกระทั่งสารละลายมี pH แล้วนำมา 1 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร (อาจต้องทดสอบหลายๆ ครั้ง) จนสีของสารละลายที่ทดสอบเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อน (Pale Green) จึงปรับปริมาตรของสารละลายเป็น 1000 มิลลิลิตร

8) Standard Sulfuric Acid 1.02 N (0.02 N H_2SO_4) : เตรียมโดยปิเปตสารละลาย 1 *N* H_2SO_4 (เตรียมจาก Ampoule) จำนวน 20 มิลลิลิตร ลงใน Volumetric Flask ขนาด 1000 มิลลิลิตร เขย่าของผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน ปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร แล้วเขย่าของผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันอีกครั้งเก็บในขวดที่มีฝาปิดและใส่ในตู้เย็น

วิธีการ

1) การย่อยสลายตัวอย่างดิน มีขั้นตอนดังนี้

1.1) ชั่งตัวอย่างดินซึ่งผ่านตะแกรงร่อนขนาด 0.1 - 0.5 มิลลิลิตร จำนวน 1.000 - 2.000 กรัม ใส่ใน Kjeldahl Flask การเทตัวอย่างดินลงใน Flask ระวังอย่าให้ดินหกหรือติดอยู่ที่ก้านหลอดของ Kjeldahl Flask

1.2) เติมสารเร่งปฏิกิริยาประมาณ 1 กรัม เติมกรดกำมะถันเข้มข้นจำนวน 5 - 10 มิลลิลิตร ขณะเติมกรดควรให้หยดรอบๆ ก้านหลอดของ Kjeldahl Flask ลงไปให้หมด

1.3) เขย่าของผสมใน Kjeldahl Flask เบาๆ แล้วนำไปวางบนเตา Digest ในระยะแรกใช้ไฟอ่อนๆ แล้วเพิ่มไฟให้แรงขึ้น และขณะ Digest ควรหมุน Kjeldahl Flask ไปรอบๆ เป็นครั้งคราวเพื่อช่วยในการคลุกเคล้าของผสม

1.4) Digest จนสีของเหลวใน Kjeldahl Flask เริ่มใสเคี่ยวต่อไปอีกประมาณ 20 - 30 นาที จึงยกออกจากเตา Digest แล้วปล่อยไว้จนเย็น

1.5) รินน้ำกลั่นประมาณ 10 มิลลิลิตร ลงไปรอบๆ ก้านหลอดของ Kjeldahl Flask เขย่าของผสมให้เข้ากัน ปล่อยไว้จนเย็นอีกครั้งหนึ่งแล้วเทใส่ Volumetric Flask ขนาด 100 มิลลิลิตร เมื่อของเหลวเย็นลงเท่าอุณหภูมิห้องใช้น้ำกลั่นปรับปริมาตรจนครบ 100 มิลลิลิตร เขย่าของเหลว ให้เข้ากัน ปล่อยไว้จนดินตกตะกอน เพื่อนำของเหลวใสข้างบนไปกลั่น

1.6) เตรียม Blank ตามวิธีการข้อ (1.2) - (1.5) โดยไม่มีตัวอย่างดิน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2) การกลั่น

2.1) เปิดเครื่องกลั่นและล้างเครื่องกลั่น 1 ครั้ง ด้วยการกลั่น 1 ครั้ง ด้วยการกลั่นน้ำกลั่นผ่านเครื่อง

2.2) รินน้ำยา Boric Acid Indicator ประมาณ 5 มิลลิลิตร ใส่ Erlenmeyer Flask ขนาด 50 มิลลิลิตร นำไปวางที่ต้นก้าน Condenser ของเครื่องกลั่น และให้ปลายก้าน Condenser อยู่เหนือน้ำยา Boric Acid Indicator เล็กน้อยหรือให้แตะที่ผิวของน้ำยา Boric Acid Indicator

2.3) ดูดสารละลาย Blank จำนวน 10 มิลลิลิตร ใส่ใน Distillation Flask

2.4) เติมสารละลาย NaOH 40 % จำนวน 10 มิลลิลิตร ลงใน Distillation Flask ล้างตามด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อยเพื่อขจัดด่างและสารละลายตัวอย่างที่ตกค้างอยู่

2.5) เริ่มกลั่นและจับ NH_4^+ ในน้ำยา Boric Acid Indicator ซึ่งจะเปลี่ยนสีจากสีม่วงแดงเป็นสีเขียวได้ปริมาณ 35 มิลลิลิตร จึงปิดเครื่องกลั่น

2.6) ใช้น้ำกลั่นล้างทำความสะอาด Distillation Flask ก่อนที่จะดำเนินการกลั่นตัวอย่างต่อไป

2.7) ดำเนินการกลั่นสารละลายตัวอย่างดิน โดยใช้ขั้นตอนเหมือนกับการกลั่น Dlank ตั้งแต่วิธีการกลั่นข้อ (2.2) - (2.6)

3) การไทเทรต

นำสารละลายใน Erlenmeyer Flask ของแต่ละตัวอย่างที่กลั่นได้ไปไทเทรตด้วย Standard H_2SO_4 0.02 N จนสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงแดง (สีของน้ำยา Acid Indicator ก่อนการกลั่นตัวอย่าง) จดบันทึกปริมาณ Standard H_2SO_4 ที่ใช้เพื่อคำนวณหาปริมาณ N ซึ่งคิดคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$\%\ T\text{-}N = \frac{(A - B) \times C \times 14 \times 100\ ml. \times 100}{1{,}000 \times Aliquot\ (ml) \times Sample\ (g)}$$

$$= \frac{(A - B) \times C \times 140}{Aliquot\ (ml) \times Sample\ (g)}$$

A = มิลลิลิตรของ Standard H_2SO_4 ที่ใช้ไทเทรตตัวอย่าง

B = มิลลิลิตรของ Standard H_2SO_4 ที่ใช้ไทเทรตตัวอย่าง Blank

C = ความเข้มข้นของ Standard H_2SO_4

I4 = น้ำหนักสมมูล (Equivalent Weight) ของไนโตรเจน

หมายเหตุ

หลักการวิเคราะห์โดย Semc–Micro Kjeldahl Method นี้นำไปใช้กับเครื่อง Digest และเครื่องกลั่นในระบบ Closeted System ของ Gerhardt

5. การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P)

วิธี Bray ll (0.1N HCL + 0.3 NH_4F)

น้ำยาสกัด Bray ll มีส่วนผสมของกรด HCl และ NH_4F จึงสามารถสกัดฟอสฟอรัสที่อยู่ .ในรูปที่ละลายง่ายในกรด เช่น แคลเซียมฟอสเฟต (Ca-P) และบางส่วนของเหล็กฟอสเฟต (Fe-P) และอลูมินัมฟอสเฟต (Al-P) ขณะเดียวกัน NH_4F ก็สามารถสกัดอะลูมินัมฟอสเฟต (Al-P) และ หล็กฟอสเฟต (Fe-P) ได้ดีเช่นกัน เนื่องจากในน้ำยาสกัดที่เป็นกรดนั้น F^+ จะรวมกับ Al และ Fe เกิด Complexing Lon ขึ้นทำให้ฟอสฟอรัสที่ถูกดูดยึดไว้โดย Al และ Fe ถูกปลดปล่อยออกมา ดังนั้นน้ำยาสกัดนี้จึงสามารถสกัดอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรูปต่างๆ ออกมาได้ดี

อุปกรณ์

Spectrophotometer

สารเคมี

1) Ammonium Fluoride (NH_4F) 0.1 *N* ละลาย NH_4F 37 กรัมในน้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร เก็บไว้ในขวด Polyethylene

2) Hydrochloric Acid (HCl) 0.5 *N*: ใช้ HCl เข้มข้น 37 % 20.7 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำยาแล้วปรับปริมาตรให้เป็น 500 มิลลิลิตร

3) Extracting Solution : ใช้ 0.1 *N* NH_4F (จากข้อ 1) จำนวน 30 มิลลิลิตร ผสมกับ 0.5 N HCl จำนวน 200 มิลลิลิตร (ตามข้อ 2) แล้วทำให้เป็น 1 ลิตร ซึ่งสารละลายที่ได้จะเท่ากับ 0.03 *N* HCl + 0.1 *N* NH_4F

4) น้ำยา Develop สี

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ชั่ง Ammonium Molybdate [$(NH_4)_6 MoO_7.4H_2O$] 12 กรัม แล้วละลายในน้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร

ชั่ง Potassium Antimony Tartrate ($KSbO\text{-}C_4H_4O_6$) 0.2908 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เตรียม 0.5 *N* H_2SO_4 โดยใช้ H_2SO_4 เข้มข้น 139 มิลลิลิตร ทำให้เป็นสารละลาย 1 ลิตร

เอาน้ำยา Ammonium Molybdate และ Potassium Antimony Tartrate ผสมลงใน 0.5 *N* H_2SO_4 แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 2.5 ลิตร สารละลายที่ได้จะต้องใสไม่มีสี และต้องเก็บไว้ในขวดสีชา

5) Ascorbic Acid : ละลาย Ascorbic Acid ในน้ำยา Develop สี (ตามข้อ 4) โดยใช้อัตราส่วนของ Ascorbic Acid 1.056 กรัม ต่อน้ำยา Develop สี 250 มิลลิลิตร การเตรียมสารละลายของ Ascorbic Acid นี้ ต้องเตรียมเพื่อใช้วันต่อวัน คือ เตรียมเฉพาะปริมาณที่จะใช้ในแต่ละครั้งเท่านั้น เพราะสารละลายดังกล่าวไม่สามารถเก็บไว้ได้นานเกินกว่า 24 ชั่วโมง

6) Standard Phosphorus Solution

Standard Phosphorus Solution, 50 ppm : เตรียมได้โดยชั่ง KH_2PO_4 (อบที่ 105 °C นาน 2 ชั่วโมง) 0.2196 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

Standard Phosphorus Solution 50 ppm : เตรียมจาก Standard 50 µg P/ml (ตามข้อ 1)

วิธีการ

1) วิธีการสกัด

ชั่งดิน 2 กรัม ใส่ใน Erlenmeyer Flask ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำยา Bray II 20 มิลลิลิตร (อัตราส่วนดิน:น้ำยาสกัด = 1:10) เขย่าด้วยมือ 40 วินาที แล้วกรองทันทีด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 5

2) วิธีวิเคราะห์

เตรียมสารละลายมาตรฐาน Standard Phosphorus Solution, 50 ppm โดยดูดสารละลาย 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตร ใส่ใน Volumetric Flask ขนาด 25 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นลงไปประมาณ 15 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำยา Ascorbic Acid ลงไป 5 มิลลิลิตร ปรับให้ได้ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ปิดจุกเขย่าให้เข้ากันจะได้ Standard Phosphorus Solution 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.00 ppm ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สำหรับสารละลายดินนั้นดูดตัวอย่างละ 5 มิลลิลิตร ใส่ลงใน Volumetric Flask ขนาด 25 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นประมาณ 25 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำยา Ascorbic Acid 5 มิลลิลิตร ปรับ ให้ได้ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ปิดจุกเขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที จะได้สารละลาย สีน้ำเงินที่คงที่ นานถึง 24 ชั่วโมง นำสารละลายสีน้ำเงินดังกล่าวไปวัดความเข้มข้นของสี โดยเทียบกับสารละลายมาตรฐานด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 882 นาโนเมตร จากการอ่านค่าซึ่งเป็น %T และ %A ทำให้ได้ Standard Curve สามารถใช้ในการเปรียบเทียบและคำนวณค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารละลายได้

3) วิธีคำนวณ

$$\text{ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน} \quad \frac{B \times C \times X \text{ ppm}}{A}$$

เมื่อ

น้ำหนักตัวอย่างดิน = A กรัม
น้ำยา Bray II = B กรัม
ค่าที่อ่านได้จากกราฟมาตรฐาน = X กรัม
อัตราส่วนเจือจาง = C กรัม

6. การวิเคราะห์ตะกั่ว

วิธีการวิเคราะห์ความเข้มข้นของตะกั่วในสารละลายที่ได้จากการย่อยหรือสกัดดิน ดำเนินการได้โดยใช้เครื่องมือชนิดต่างๆเช่น Flame Atomic Absorption Spectrophotometry (FAAS), Graphite Fumace Atomic Absorption Spectrophotometry และ Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES) วิธีการที่เสนอในที่นี้ได้แก่ วิธีการใช้ FAAS

อุปกรณ์

1) Flame Atomic Absorption Spectrometer

ในการวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุต่างๆ โดยใช้เครื่องมือ FAAS นั้น ควรต้องศึกษา Operating Manual หรือ Analytical Conditions ต่างๆ

สารเคมี

Standard Solution : Standard Solution ที่มีความเข้มข้น 1000 µg/ml. สามารถซื้อได้ตามร้านจำหน่ายเคมีภัณฑ์ทั่วไป อย่างไรก็ตามถ้ามีความจำเป็นที่จะต้องเตรียมเองก็สามารถ

ทำได้ดังนี้

ตะกั่ว 1000 µg/ml : ละลาย 1.000 กรัมของโลหะตะกั่วด้วย 50 มิลลิลิตร ของ 8 *N* HNO_3 แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วย Deionized H_2O

Working Standard : เตรียม Working Standard ของแต่ละธาตุโดยการเจือจาง Stock Standard (1,000 µg/ml) ให้มีระดับความเข้มข้นต่างๆ อยู่ในช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสม การเตรียม Working Standard ควรเตรียมด้วยกรดหรือน้ำยาชนิดเดียวกันกับกรดหรือน้ำยาที่ละลายตัวอย่าง

วิธีการ

1) ปรับเครื่องมือ FAAS ตามคู่มือการใช้เครื่อง

2) ตรวจสอบ Senitivity ของเครื่องมือก่อนเริ่มวัดตัวอย่าง ตัวอย่างเช่น การวัดความเข้มข้นของแคดเมียม ให้นำสารละลายมาตรฐานของตะกั่วที่มีความเข้มข้น 0.8 µg/ml เข้าวัดค่า Absorbance จากนั้นปรับตัวเครื่องมือให้สามารถอ่านค่า Absorbance ได้ตามที่กำหนดในคู่มือ (ค่า Absorbance ที่เหมาะสมสำหรับ Std. ความเข้มข้น 0.8 µg/ml คือ 0.126)

3) เตรียมกราฟมาตรฐาน โดยให้เครื่องอ่านค่า Absorbance ของสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วสร้างกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานและค่า Absorbance ที่วัดได้

4) นำสารละลายที่ได้จากการกรองไปอ่านค่าตะกั่วด้วยเครื่อง FAAS ตาม Wavelength ที่กำหนดไว้

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณโลหะหนัก} = \frac{X \times V}{W}$$

X = µg/ml ของโลหะที่อ่านได้จากเครื่อง

V = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่เตรียม

W = น้ำหนักตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วที่พืชดูดซึมง่าย

วิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณหรือความเข้มข้นของตะกั่วที่พืชดูดซึมได้ง่าย (Available Form) คือ วิธีการสกัดดินด้วย Diethylene Triamine Pentaaceetic Acid (DTPA) วิธีนี้แรกเริ่มเป็นวิธีที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้สกัดธาตุ Mn, Fe, Cu, และ Zn จากดินที่เป็นกรดเล็กน้อยถึง เป็นด่าง (Lindsay and Norvell, 1978) อย่างไรก็ตามน้ำยาสกัดนี้ถูกนำมาใช้ในการสกัดโลหะหนักชนิดอื่นได้ด้วย วิธี DTPA นี้สกัดโลหะหนักจากดินได้โดยการทำให้เกิด Chelates กับโลหะอิสระ (Free Metals) ในสารละลาย ซึ่งทำให้ Ionic Activities ของสารละลายลดลง ดังนั้น ปริมาณโลหะหนักจึงถูกปลดปล่อยออกมาจากดินมากขึ้นจนถึงสมดุล ในวิธีการวิเคราะห์จะกำหนดเวลาที่แน่นอนไว้ เนื่องจากการที่จะปล่อยให้ปฏิกิริยาให้ถึงสมดุลนั้นอาจใช้เวลานานมาก

อุปกรณ์

1) ขวด หรือ Flask

2) เครื่องเขย่า

3) กระดาษกรอง NO.40 หรือ 42 และกรวย

4) เครื่องมือ FAAS

สารเคมี

1) สารละลาย 0.005 *M* DTPA : ละลาย DTPA 19.67 กรัม TEA 149.2 กรัม และ $CaCl_2$ 2HCI 14.7 กรัม ใน Deionized H_2O ประมาณ 200 มิลลิลิตร

2) เมื่อสารเคมีทั้งหมดละลายหมดแล้ว เติม Deionized H_2O จนได้ปริมาตรประมาณ 900 มิลลิลิตร แล้วปรับ pH ของสารละลายให้ได้ 7.36 *M* HCI แล้วเติม Deionized H_2O ให้ได้ปริมาตร 10 ลิตร น้ำยานี้เก็บไว้ใช้ได้นาน

3) ความเข้มข้นของสารละลายที่เตรียมได้คือ 0.005 *M* DTPA, 0.1 *M* TEA และ 0.01 *M* $CaCI_2$

วิธีสกัดดิน

1) ชั่งดิน 20 กรัม ใส่ลงในขวดหรือ Flask แล้วเติมน้ำยา DTPA 20 มิลลิลิตร

2) เขย่าตามแนวนอนด้วยความเร็ว 120–180 รอบ/นาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

3) กรอง แล้วนำสารละลายที่กรองได้ไปวิเคราะห์ความเข้มข้นของโลหะด้วยเครื่อง AAS ต่อไป โดยวิธีการเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณทั้งหมด

วิธีวิเคราะห์

1) นำสารละลายที่กรองได้ไปวิเคราะห์ความเข้มข้นของตะกั่วด้วยเครื่อง AAS โดยวิธีเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณทั้งหมด

2) ความเข้มข้นของโลหะหนักสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{ความเข้มข้น (mg/l)} = \frac{20 \times (\text{ค่าความเข้มข้นในตัวอย่าง} - \text{ค่าความเข้มข้นของ Blank})}{10}$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ข
มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอื่นนอกเหนือจากการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอื่นนอกเหนือจากการอยู่อาศัย และเกษตรกรรม

(มาตรฐานคุณภาพดิน.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก. http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_soil01.html. (16 มกราคม 2550)

มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอื่นนอกเหนือจาก การอยู่อาศัยและเกษตรกรรม			
ดัชนีคุณภาพดิน	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	วิธีการตรวจวัด
1.สารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds)			
1) เบนซีน (Benzene)	mg/Kg	ต้องไม่เกิน 15	ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธี Gas Chromatography/ Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
2) คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (Carbon Tetrachloride)	"	ต้องไม่เกิน 5.3	"
3) 1,2-ไดคลอโรอีเทน (1,2-Dichloroethane)	"	ต้องไม่เกิน 7.6	"
4) 1,1-ไดคลอโรเอทธิลีน (1,1-Dichloroethylene)	"	ต้องไม่เกิน 1.2	"
5) ซิส-1,2-ไดคลอโรเอทธิลีน (cis-1,2-Dichloroethylene)	"	ต้องไม่เกิน 150	"
6) ทรานส์-1,2-ไดคลอโรเอทธิลีน (trans-1,2-Dichloroethylene)	"	ต้องไม่เกิน 210	"
7) ไดคลอโรมีเทน (Dichloromethane)	"	ต้องไม่เกิน 210	"
8) แอทธิลเบนซีน (Ethylbenzene)	"	ต้องไม่เกิน 230	"
9) สไตรีน (Styrene)	"	ต้องไม่เกิน1,700	"

มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอื่นนอกเหนือจาก การอยู่อาศัยและเกษตรกรรม			
ดัชนีคุณภาพดิน	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	วิธีการตรวจวัด
10) เตตระคลอโรเอทธิลีน (Tetrachloroethylene)	mg/Kg	ต้องไม่เกิน 190	ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธี Gas Chromatography / Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
11) โทลูอีน (Toluene)	"	ต้องไม่เกิน 520	"
12) ไตรคลอโรเอทธิลีน (Trichloroethylene)	"	ต้องไม่เกิน 261	"
13) 1,1,1-ไตรคลอโรอีเทน (1,1,1-Trichloroethane)	"	ต้องไม่เกิน 1,400	"
14) 1,1,2-ไตรคลอโรอีเทน (1,1,2-Trichloroethane)	"	ต้องไม่เกิน 19	"
15) ไซลีนทั้งหมด (Total Xylenes)	"	ต้องไม่เกิน 210	"

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอื่นนอกเหนือจาก การอยู่อาศัยและเกษตรกรรม			
ดัชนีคุณภาพดิน	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	วิธีการตรวจวัด
2. โลหะหนัก (Heavy metals)			
1) สารหนู (Arsenic)	mg/Kg	ต้องไม่เกิน 27	ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry หรือวิธี Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธี Atomic Absorption, Gaseous Hydride หรือวิธี Atomic Absorption, Borohydride Reduction หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
2) แคดเมียมและสารประกอบแคดเมียม (Cadmium and Compounds)	"	ต้องไม่เกิน 810	ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma- Atomic Emission Spectrometry หรือวิธี Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Direct Aspiration หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
3) โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเลนท์ (Hexavalent Chromium)	"	ต้องไม่เกิน 640	ใช้วิธี Coprecipitation หรือวิธี Colorimetric หรือวิธี Chelation / Extraction หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอื่นนอกเหนือจาก การอยู่อาศัยและเกษตรกรรม			
ดัชนีคุณภาพดิน	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	วิธีการตรวจวัด
4) ตะกั่ว (Lead)	mg/Kg	ต้องไม่เกิน 750	ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry หรือวิธี Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Direct Aspiration หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
5) แมงกานีสและสารประกอบแมงกานีส (Manganese and Compounds)	"	ต้องไม่เกิน 32,000	"
6) ปรอทและสารประกอบปรอท (Mercury and Compounds)	"	ต้องไม่เกิน 610	ให้ใช้วิธี Cold-Vapor Technique หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอื่นนอกเหนือจาก การอยู่อาศัยและเกษตรกรรม			
ดัชนีคุณภาพดิน	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	วิธีการตรวจวัด
4) ตะกั่ว (Lead)	mg/Kg	ต้องไม่เกิน 750	ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry หรือวิธี Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Direct Aspiration หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
5) แมงกานีสและสารประกอบแมงกานีส (Manganese and Compounds)	"	ต้องไม่เกิน 32,000	"
6) ปรอทและสารประกอบปรอท (Mercury and Compounds)	"	ต้องไม่เกิน 610	ให้ใช้วิธี Cold-Vapor Technique หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอื่นนอกเหนือจาก การอยู่อาศัยและเกษตรกรรม			
ดัชนีคุณภาพดิน	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	วิธีการตรวจวัด
7) นิกเกิลในรูปของเกลือที่ละลายน้ำได้ (Nickel, Soluble Salts)	mg/Kg	ต้องไม่เกิน 41,000	ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry หรือวิธี Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Direct Aspiration หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
8) ซีลีเนียม (Selenium)	"	ต้องไม่เกิน 10,000	ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธี Atomic Absorption, Gaseous Hydride หรือวิธี Atomic Absorption, Borohydride Reduction หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอื่นนอกเหนือจาก การอยู่อาศัยและเกษตรกรรม			
ดัชนีคุณภาพดิน	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	วิธีการตรวจวัด
3. สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ (Pesticides)			
1)อะทราซีน (Atrazine)	mg/Kg	ต้องไม่เกิน 110	ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
2) คลอเดน (Chlordane)	"	ต้องไม่เกิน 110	ใช้วิธี Gas Chromatography / Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
3) 2,4-ดี (2,4-D)	"	ต้องไม่เกิน 12,000	ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธี High Performance Liquid Chromatography / Thermal Extraction / Gas Chromatography / Mass Spectrometry (TE/GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
4) ดีดีที (DDT)	"	ต้องไม่เกิน 120	ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธี Gas Chromatography / Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
5) ดิลดริน (Dieldrin)	"	ต้องไม่เกิน 1.5	"

มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอื่นนอกเหนือจาก การอยู่อาศัยและเกษตรกรรม			
ดัชนีคุณภาพดิน	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	วิธีการตรวจวัด
6) เฮปตาคลอร์ (Heptachlor)	mg/Kg	ต้องไม่เกิน 5.5	ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธี Gas Chromatography / Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
7) เฮปตาคลอร์ อีพ็อกไซด์ (Heptachlor Epoxide)	"	ต้องไม่เกิน 2.7	"
8) ลินเดน (Lindane)	"	ต้องไม่เกิน 29	"
9) เพนตะคลอโรฟีนอล (Pentachlorophenol)	"	ต้องไม่เกิน 110	ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธี Gas Chromatography / Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธี Gas Chromatography / Fourier Transform Infrared (GC/FT-IR) Spectrometry หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอื่นนอกเหนือจาก การอยู่อาศัยและเกษตรกรรม			
ดัชนีคุณภาพดิน	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	วิธีการตรวจวัด
4. สารพิษอื่น ๆ			
1) เบนโซ (เอ) ไพรีน (Benzo (a) pyrene)	Mg/Kg	ต้องไม่เกิน 2.9	ใช้วิธี Gas Chromatography / Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธี Thermal Extraction / Gas Chromatography / Mass Spectrometry (TE/GC/MS) หรือวิธี Gas Chromatography / Fourier Transform Infrared (GC/FT-IR) Spectrometry หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
2) ไซยาไนด์และสารประกอบไซยาไนด์ (Cyanide and compounds)	"	ต้องไม่เกิน 35	ใช้วิธี Total and Amenable Cyanide: Distillation หรือวิธี Total Amenable Cyanide (Automated Colorimetric, with off-line Distillation) หรือวิธี Cyanide Extraction Procedure for Solids and Oils หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
3) พีซีบี (PCB_2)	"	ต้องไม่เกิน10	ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
4) ไวนิลคลอไรด์ (Vinyl Chloride)	"	ต้องไม่เกิน 8.3	วิธี Purge and Trap Gas Chromatography หรือวิธี Purge and Trap Gas Chromatography Mass Spectrometry หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

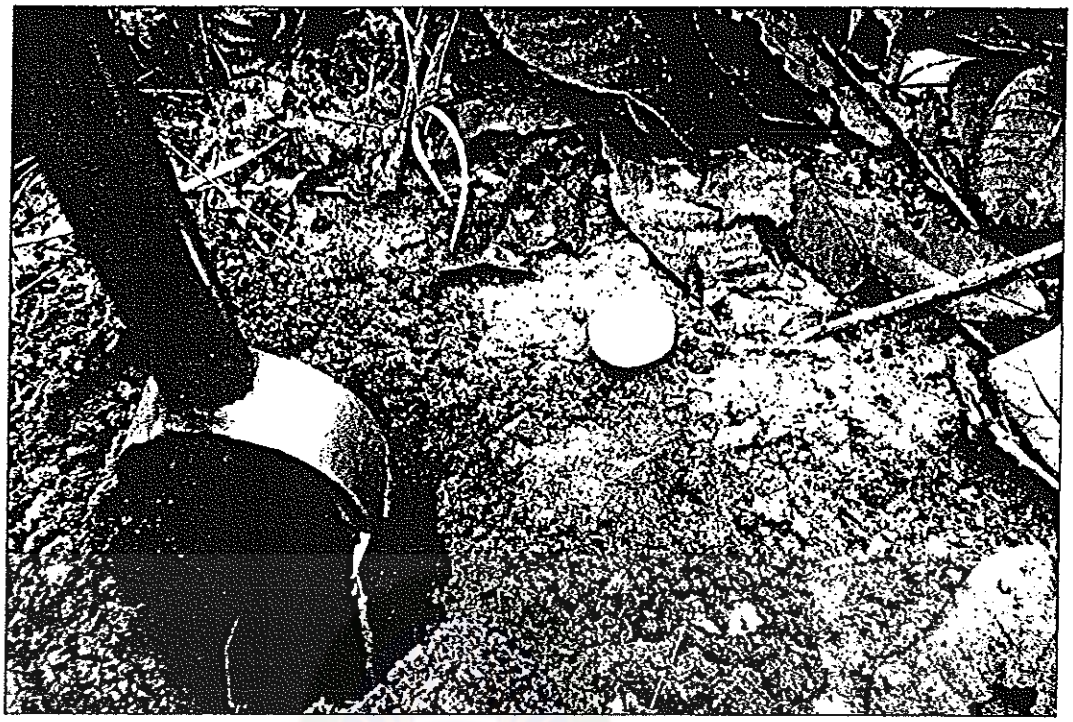
ภาคผนวก ค
ภาพการเก็บตัวอย่างดิน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

ภาพการเก็บตัวอย่างดิน

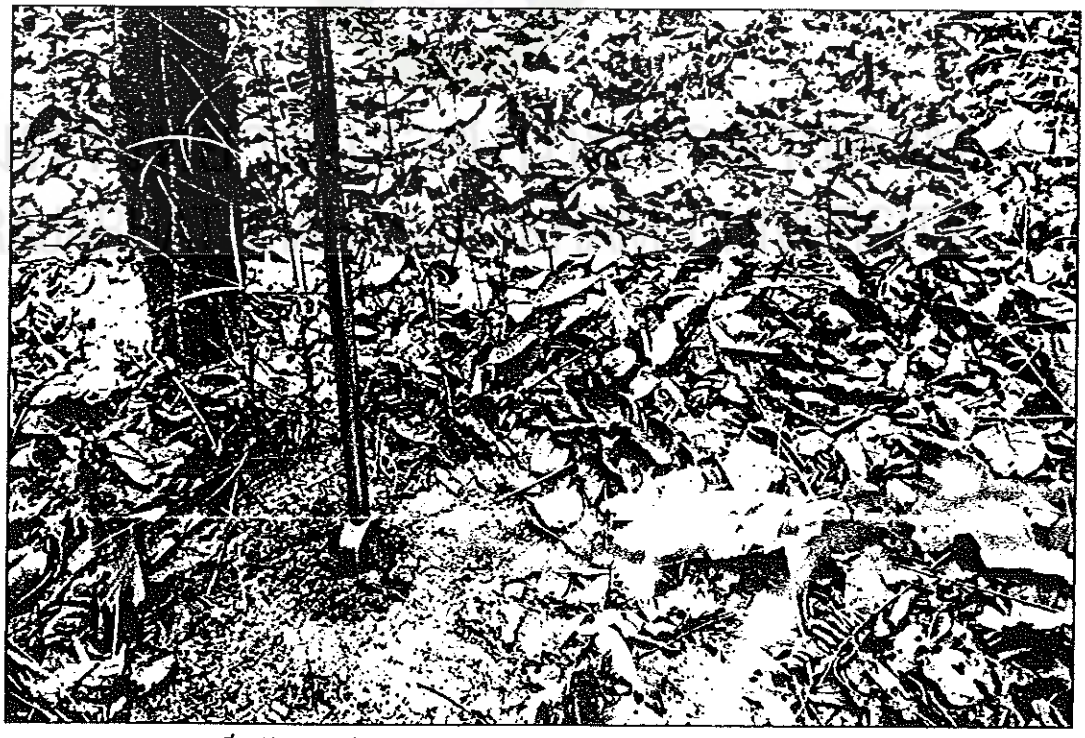
ภาพผนวก ค-1 การเก็บตัวอย่างดิน



ภาพผนวก ค-2 การเก็บตัวอย่างดิน

ภาพผนวก ค-3 การเก็บตัวอย่างดิน

ภาพผนวก ค-4 การเก็บตัวอย่างดิน



ภาพผนวก ค-5 การเก็บตัวอย่างดิน

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวรุ่งนพา โพธิ์ศรี
วันเดือนปีเกิด	วันที่ 16 มีนาคม 2527
ที่อยู่	20 หมู่ 8 บ้านบ่อใหญ่ ตำบลดูคำ กิ่งอำเภอซำสูง จังหวัดขอนแก่น 40170
การศึกษา	ปีการศึกษา 2542 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนซำสูงพิทยาคม กิ่งอำเภอซำสูง จังหวัดขอนแก่น ปีการศึกษา 2545 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนซำสูงพิทยาคม กิ่งอำเภอซำสูง จังหวัดขอนแก่น

ชื่อ-สกุล	นายยอดรัก นราทร
วันเดือนปีเกิด	วันที่ 5 พฤษภาคม 2527
ที่อยู่	26 หมู่ 5 ตำบลเมืองสรวง อำเภอเมืองสรวง จังหวัดร้อยเอ็ด 45220
การศึกษา	ปีการศึกษา 2542 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนบ้านเมืองสรวง อำเภอเมืองสรวง จังหวัดร้อยเอ็ด ปีการศึกษา 2545 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนเมืองสรวงวิทยา อำเภอเมืองสรวง จังหวัดร้อยเอ็ด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ชื่อ-สกุล	นางสาวกรกนก จันทะเรศ
วันเดือนปีเกิด	วันที่ 5 ธันวาคม 2526
ที่อยู่	29 หมู่ 2 ตำบลผักแว่น อำเภอจังหาร จังหวัดร้อยเอ็ด 45720
การศึกษา	ปีการศึกษา 2542 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด ปีการศึกษา 2545 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด