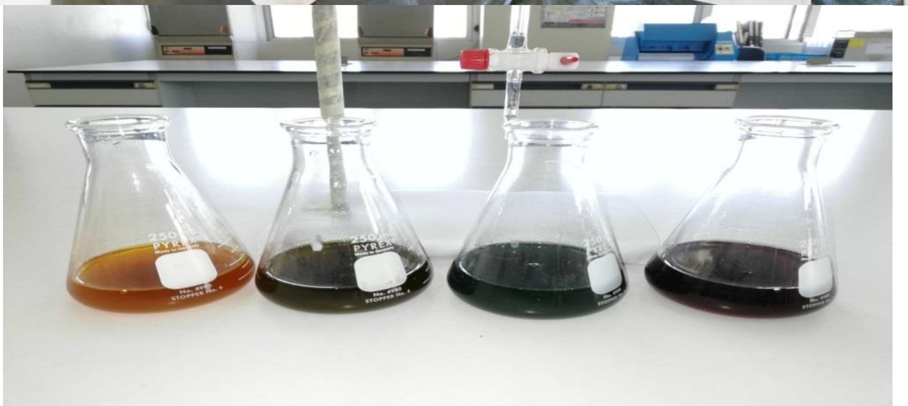
คู่มือปฏิบัติการ
วิเคราะห์ดินทางสิ่งแวดล้อม



นภารัตน์ ขนันทัย

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

คำนำ

คู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินทางสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานอย่างถูกต้องและเหมาะสมตามหลักวิชาการ สำหรับเนื้อหาสาระของคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินทางสิ่งแวดล้อม แบ่งออกเป็น การวิเคราะห์ดินทางกายภาพ และทางเคมี โดยวิธีการวิเคราะห์ให้เหมาะสมกับเครื่องมือของคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ซึ่งจะช่วยปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ สามารถใช้สนับสนุนการเรียนการสอนด้านการวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการได้ดี

ข้อมูลในคู่มือเล่มนี้ได้อ้างอิงตามหลักวิชาการจากด้านวิเคราะห์ดินที่เชื่อถือได้ ซึ่งนำมาใช้ในห้องปฏิบัติการว่าสามารถปฏิบัติงานได้จริงอย่างถูกต้อง สุดท้ายนี้ผู้เขียนขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.จำลอง อรุณเลิศอารีย์ คุณชุตินธร มูลทองน้อย รักษาการหัวหน้างานปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมและมาตรฐานสากล คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลได้กรุณาให้ข้อแนะนำและข้อมูลต่าง ๆ ในการจัดทำคู่มือเล่มนี้ และขอขอบพระคุณดร.สถาพร สาธุการ รักษาการรองผู้อำนวยการฝ่ายบริหารและเทคโนโลยีการศึกษา สถาบันพัฒนาสาธารณสุขอาเซียน มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ได้แนะนำหัวข้อในเนื้อหาเพิ่มเติม เพื่อปรับปรุงคู่มือเล่มนี้ให้สมบูรณ์ ผู้เขียนหวังว่าคู่มือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการ นักศึกษา และผู้ที่สนใจอื่น ๆ ในการวิเคราะห์ดินทางสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างดี

นภารัตน์ ขนันทัย

มิถุนายน 2561

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ค
สารบัญรูป	ง
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขต	2
บทที่ 2 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ	
2.1 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่ง	3
2.2 ลักษณะงานที่ปฏิบัติ	3
2.3 โครงสร้างการบริหารงาน คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์	4
บทที่ 3 หลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขการปฏิบัติงาน	
3.1 หลักเกณฑ์ วิธีการปฏิบัติงาน	9
3.1.1 ความสำคัญของดิน	9
3.1.2 องค์ประกอบของดิน	12
3.1.3 ชั้นของดิน	14
3.1.4 สมบัติทางกายภาพของดิน	20
3.1.5 สมบัติทางเคมีของดิน	27
3.1.6 คุณลักษณะของดินในประเทศไทย	29
3.1.7 ความสัมพันธ์และ/หรือความเกี่ยวข้องของดินกับสิ่งแวดล้อม	33
3.1.8 หลักการหรือมาตรฐานการวิเคราะห์ดินทางสิ่งแวดล้อม	39
3.1.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ดินทางสิ่งแวดล้อม	49
3.2 วิธีการของงานที่ปฏิบัติ การวิเคราะห์ดินทางสิ่งแวดล้อม	53
3.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างดิน	53

หน้า

3.2.2 การเก็บตัวอย่างดิน 54
3.2.3 การเตรียมตัวอย่างดิน 55
3.2.4 การจัดการตัวอย่างดินหลังจากการวิเคราะห์ 57
3.3 ข้อสังเกต / ข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน
3.3.1 ข้อสังเกตในการปฏิบัติงาน 58
3.3.2 ข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน 59
บทที่ 4 เทคนิคในการวิเคราะห์ดินทางด้านสิ่งแวดล้อม
กายภาพดิน
4.1 การวิเคราะห์ความชื้นในดิน (Soil Water Content) 61
4.2 การวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดิน (Soil Bulk Density) 64
4.3 การวิเคราะห์หาขนาดอนุภาคดินโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer method) 68
เคมีดิน
4.4 การวิเคราะห์ความเป็นกรด–ด่าง (pH) 78
4.5 การวิเคราะห์ค่านำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC) 81
4.6 การวิเคราะห์ความเป็นกรดของดิน (Soil Acidity) 85
4.7 การวิเคราะห์อินทรียวัตถุในดิน (Organic Matter ; OM) 92
4.8 การวิเคราะห์หาไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (Total N) 97
4.9 การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available P) 105
4.10 การวิเคราะห์โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available K) 111
4.11 การวิเคราะห์หาความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน (Cation Exchange Capacity : CEC) 116
บทที่ 5 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางการแก้ไข
5.1 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไขการวิเคราะห์ดิน 125
5.2 ข้อเสนอแนะในการวิเคราะห์ดินทางสิ่งแวดล้อม 131
บรรณานุกรม 133

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ตัวอย่างการคำนวณการหาอนุภาคดินโดยวิธีไฮโดรมิเตอร์	72
4.2	ระดับความรุนแรงของความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (ดิน:น้ำ = 1:1)	79
4.3	ระดับความเค็มของดิน	82
4.4	การประเมินระดับอินทรียวัตถุในดิน (วิธี Walkley & Black)	95
4.5	การประเมินระดับไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (วิธี Kjeldahl)	102
4.6	การประเมินระดับฟอสฟอรัสที่สกัดได้ในดิน (วิธี Bray II)	109
4.7	การประเมินระดับโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (วิธี 1 N NH_4OAc pH7)	114
4.8	ระดับปริมาณความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน	120
4.9	ค่า CEC ของเนื้อดินประเภทต่าง ๆ และดินอินทรีย์	121
5.1	ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไขในการวิเคราะห์	125

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2 – 1	โครงสร้างการบริหารงานคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล	5
2 – 2	โครงสร้างของงานปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมและมาตรฐานสากล	8
3 – 1	หน้าตัดดิน และชั้นดินต่าง ๆ	19
3 – 2	ตัวอย่างชุดดินที่ใช้ทำการเกษตรของภาคใต้	31
3 – 3	ตัวอย่างชุดดินที่ใช้ทำการเกษตรของภาคกลาง	31
3 – 4	ตัวอย่างชุดดินที่ใช้ทำการเกษตรของภาคเหนือ	32
3 – 5	ตัวอย่างชุดดินที่ใช้ทำการเกษตรของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	33
3 – 6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างทรัพยากรดิน และน้ำ	35
3 – 7	แสดงความสัมพันธ์ของคุณลักษณะของดินแบบชนิดของป่าไม้	38
3 – 8	อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน	53
3 – 9	Auger ชนิดต่าง ๆ	54
3 – 10	การเดินสุ่มเก็บตัวอย่างดิน	55
3 – 11	การเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปวิเคราะห์	56
3 – 12	ชั้นตากตัวอย่างดิน	57
3 – 13	การร่อนดินผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร	57
4 – 1	กระบอกเก็บตัวอย่างดิน (Soil Core)	67
4 – 2	ภาพสามเหลี่ยมแสดงเนื้อดิน (Texture Triangle)	28
4 – 3	เครื่องปั่นดิน (Blender)	76
4 – 4	ไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer)	77
4 – 5	เครื่องวัดความเป็นกรด – ด่าง (pH meter)	80
4 – 6	เครื่องเขย่าแบบตั้งโต๊ะ (Shaker)	68
4 – 7	เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity meter)	84

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4 – 8	ชุดกรองบุชเนอร์ (Buchner funnel) ต่อเข้ากับ ปั๊มสูญญากาศโดยใช้น้ำ (Aspirator vacuum pump)	42
4 – 9	เครื่องวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (Total Kjeldahl Nitrogen ; TKN)	57
	4 – 9 (1) ชุดย่อยตัวอย่าง	
	4 – 9 (2) ชุดกลั่นตัวอย่าง	
4 – 10	เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)	62
4 – 11	เครื่องวิเคราะห์โลหะหนัก (Atomic Absorption Spectrophotometer ; AAS)	68
4 – 12	เครื่องกลั่นไนโตรเจนแบบอัตโนมัติ (Auto Distilling Unit)	76

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทรัพยากรดิน เป็นทรัพยากรที่เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ เกิดจากการสลายตัวผุพังของหินชนิดต่าง ๆ โดยใช้เวลาที่ยาวนาน หินที่สลายตัวผุกร่อนนี้จะมีขนาดต่างๆ กัน เมื่อผสมรวมกับซากพืช ซากสัตว์ น้ำ และอากาศ ก็กลายเป็นเนื้อดินซึ่งส่วนประกอบเหล่านี้จะมากน้อยแตกต่างกันไปตามชนิดของดิน โดยประโยชน์ของดินที่เห็นได้ชัดเจน ได้แก่ การเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย ที่ตั้งของเมือง บ้านเรือน ทำให้เกิดวัฒนธรรมและอารยธรรมของชุมชนต่าง ๆ มากมาย เป็นต้น การกำเนิดของการเกษตรกรรมเป็นแหล่งผลิตอาหารของมนุษย์ และการเป็นแหล่งเก็บกักน้ำ ซึ่งจากคุณลักษณะสำคัญของเนื้อดินที่มีทั้งอนุภาคดินขนาดเล็ก เช่น อนุภาคดินเหนียว จนไปถึงอนุภาคขนาดใหญ่ เช่น กรวด และทราย เป็นต้น ทำให้เกิดระบบการเก็บกักน้ำตามธรรมชาติได้เป็นอย่างดี ในปัจจุบันการอนุรักษ์และเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมดินธรรมชาติถือเป็นสิ่งสำคัญ โดยพบว่า มลพิษทางดินจะส่งผลเสียอย่างสำคัญต่อระบบนิเวศทั้งในรูปของโครงสร้างดิน และเป็นพิษต่อพืช และสิ่งมีชีวิตในดิน ดังนั้นการตรวจวิเคราะห์คุณภาพดิน ซึ่งให้ทราบถึงสถานภาพปัจจุบันของดินจึงเป็นสิ่งที่ต้องมีการจัดการอยู่ในลำดับต้นๆ

การตรวจวิเคราะห์คุณภาพดิน เป็นการนำหลักวิชาการทางวิทยาศาสตร์ทั้งด้านเคมี และด้านกายภาพ มาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานร่วมกับการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งผลการตรวจวิเคราะห์เชิงประจักษ์ในรูปของตัวเลขและรายละเอียดข้อมูลของดิน ที่จะสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยการตรวจวิเคราะห์คุณภาพดินยังทำให้ทราบถึงคุณสมบัติทางเคมี องค์ประกอบของดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน และปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ตลอดจนระดับการปนเปื้อนของมลพิษต่างๆ ในดิน

งานห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมและมาตรฐานสากล คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล มีภารกิจด้านสนับสนุนการเรียนการสอน การวิจัย

และบริการวิชาการ ในด้านการตรวจวิเคราะห์ดินทางสิ่งแวดล้อม มีทั้งการจัดการเรียนการสอนระดับปริญญาตรี และการฝึกภาคสนาม การทำวิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษา ซึ่งระดับบัณฑิตศึกษานักศึกษามาจากหลากหลายสาขาวิชา ทำให้เกิดการเตรียมสารเคมีและการเลือกอุปกรณ์ในการเตรียมสารเคมีไม่ถูกต้อง วิธีการวิเคราะห์มาตรฐานดินมีหลายวิธี แต่บางวิธีไม่สามารถปฏิบัติได้ เนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องของเครื่องมือ ในการนี้ผู้เขียนจึงได้จัดทำคู่มือการตรวจวิเคราะห์ดินทางสิ่งแวดล้อม ให้เป็นสื่อการเรียน - การสอนให้กับนักศึกษา และผู้ที่สนใจด้านการวิเคราะห์ดินทางสิ่งแวดล้อมได้ใช้ประโยชน์ในการปฏิบัติการวิเคราะห์อย่างถูกต้อง และใช้เครื่องมืออย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการใช้งาน อีกทั้งคู่มือเล่มนี้ได้มีการคำนวณการใช้สารเคมีให้เพียงพอกับการวิเคราะห์ ซึ่งจะช่วยในการลดต้นทุนการใช้สารเคมี และลดของเสียที่เกิดขึ้น ซึ่งจะช่วยในการลดงบประมาณของคณะ และลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากของเสียที่เกิดขึ้นจากการเตรียมสารเคมีที่มากเกินไป

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อเป็นคู่มือในการปฏิบัติงานของงานปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมและมาตรฐานสากล

2) เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติงานด้านวิเคราะห์ดินอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นมาตรฐานเดียวกัน และสามารถตรวจสอบได้

3) เพื่อให้นักศึกษานำไปใช้ในการเตรียมออกฝึกภาคสนาม และใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน

1.3 ขอบเขต

คู่มือวิเคราะห์ดินทางสิ่งแวดล้อม เริ่มจากการเตรียมตัวอย่างดินก่อนการวิเคราะห์ และการจัดการหลังการวิเคราะห์

บทที่ 2

บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ

2.1 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่ง

นักวิทยาศาสตร์คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ทำหน้าที่ในการสนับสนุนการเรียนการสอน การวิจัย และบริการวิชาการ โดยจัดเตรียมเครื่องแก้ว สารเคมี เครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์สำหรับการเรียนการสอน อีกทั้งยังให้บริการในการตรวจวิเคราะห์ดิน น้ำ อากาศ ในโครงการตรวจวัดและวิเคราะห์พารามิเตอร์ด้านสิ่งแวดล้อม และต้องทำการตรวจวัดพารามิเตอร์ต่าง ๆ ให้เข้าสู่ระบบมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025

2.2 ลักษณะงานที่ปฏิบัติ

1) เป็นผู้ช่วยสอนในปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมด้านดิน และน้ำ

2) ให้คำแนะนำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับโครงงานทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี และบัณฑิตศึกษาที่ทำวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ดิน

3) ให้คำแนะนำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักศึกษาที่ออกฝึกภาคสนาม

4) ให้การสนับสนุนงานวิจัยของคณะ

5) วิเคราะห์ตัวอย่างในโครงการตรวจวัดและวิเคราะห์พารามิเตอร์ด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ด้านน้ำ การวิเคราะห์หาค่าบีโอดี การนำไฟฟ้า ของแข็งตกตะกอน ความเป็นกรด-ด่าง ซัลเฟต ซัลไฟด์ คลอรีน คลอไรด์ ความกระด้าง ความเป็นด่าง แอมโมเนียไนโตรเจน ไนเตรทไนโตรเจน ด้านดิน การวิเคราะห์หาขนาดอนุภาคดิน อินทรียวัตถุในดิน ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เป็นต้น

6) บริหารการจัดการเอกสารในระบบ ISO/IEC 17025

7) จัดฝึกอบรมความปลอดภัยและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ให้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี บัณฑิตศึกษา ก่อนเข้าใช้ห้องปฏิบัติการ

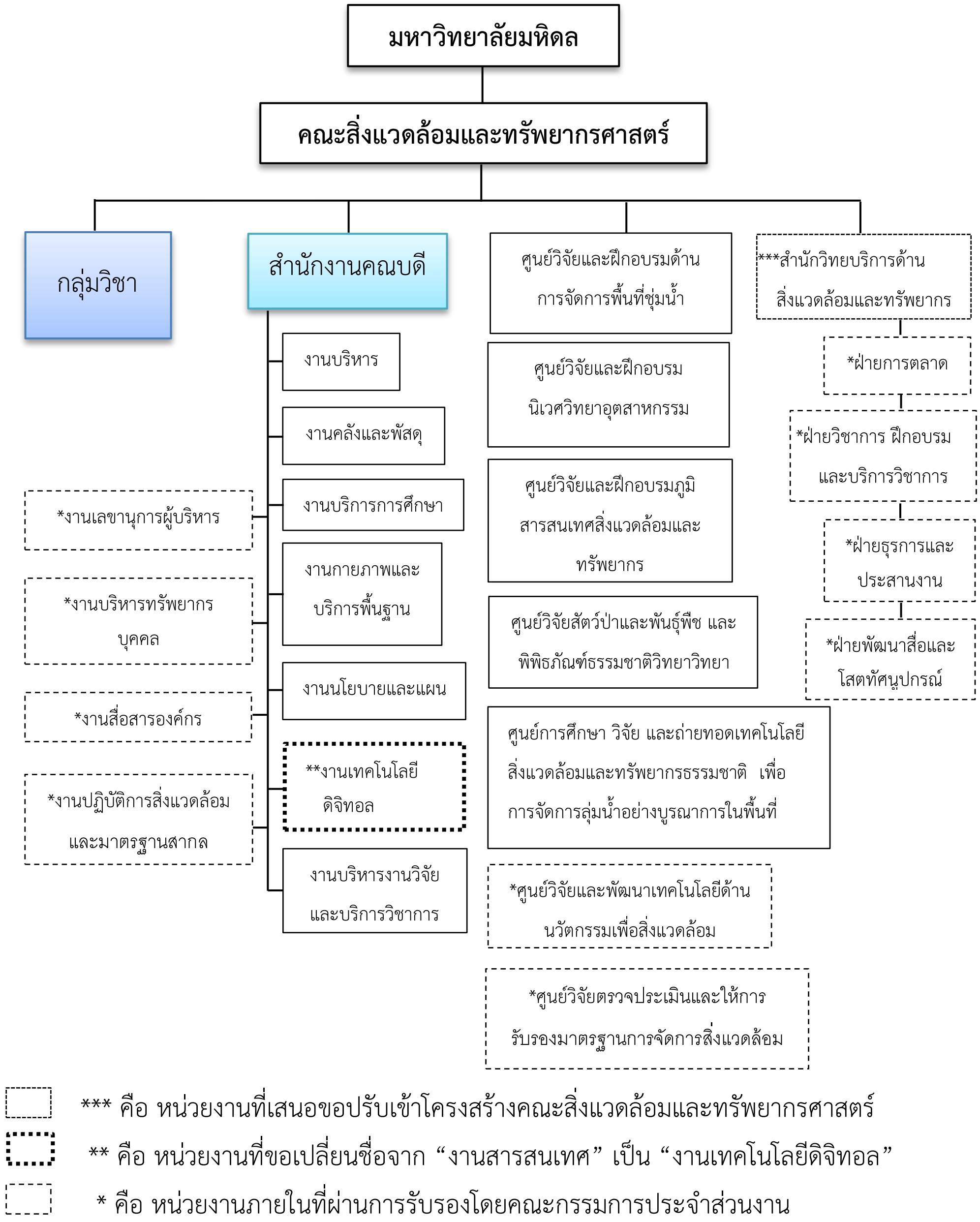
8) ดูแลเครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ได้แก่ เครื่องผลิตน้ำกลั่น ตู้อบ เครื่อง GC (Gas Chromatograph) ตู้ดูดควัน เครื่องชั่ง ตู้ควบคุมอุณหภูมิ เป็นต้น ให้พร้อมในการใช้งานอยู่เสมอ

9) สามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าเมื่อเครื่องมือเกิดขัดข้อง และประสานงานกับบริษัทที่เกี่ยวข้องเข้ามาตรวจเช็คและซ่อมบำรุง

2.3 โครงสร้างการบริหารงาน คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

งานปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมและมาตรฐานสากล มีฐานะเป็นงานหนึ่งของคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล อยู่ภายใต้การกำกับของรองคณบดีและคณบดีตามลำดับ

2.3.1 โครงสร้างการบริหารงาน



รูปที่ 2 – 1 โครงสร้างการบริหารงาน คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

โครงสร้างและระบบกำกับดูแล

ส่วนงานมีโครงสร้างการบริหารตามแผนผังข้างต้น โดยมีผู้บังคับบัญชาสูงสุด คือ คณบดี ที่กำกับดูแลบุคลากรรวมทั้งหน่วยงานทั้งหมดที่ตั้งขึ้นภายใต้การดำเนินงานของส่วนงาน ทั้งนี้ส่วนงานไม่มีการแบ่งเป็นภาควิชา จึงทำให้บริหารจัดการโดยมีการมอบหมายหน้าที่ตามลำดับสายงานแก่รองคณบดี ผู้ช่วยคณบดี หัวหน้างาน หัวหน้าหน่วย และบุคลากรอื่นๆ ตามลำดับ และตามความเหมาะสมโดยรองคณบดี และคณาจารย์จะปฏิบัติงานขึ้นตรงต่อคณบดี ส่วนรองคณบดีมีอำนาจหน้าที่กำกับดูแลงานที่ได้รับมอบหมายจากคณบดี โดยมีหัวหน้างานช่วยกำกับดูแลการดำเนินงานของผู้ใต้บังคับบัญชาในงานนั้นๆ ให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เกี่ยวข้องจะรายงานต่อหัวหน้าหน่วย หัวหน้างาน รองคณบดี และคณบดี ตามลำดับ

2.3.2 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของงานปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมและมาตรฐานสากล

งานปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมและมาตรฐานสากลทำหน้าที่สนับสนุนการเรียนการสอน และบริการวิชาการ โดยแบ่งออกเป็น 3 หน่วย และมีภาระหน้าที่ความรับผิดชอบดังนี้

1) หน่วยสนับสนุนการเรียนการสอนและวิจัย

นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการ มีหน้าที่ในการจัดเตรียมเครื่องมือวิทยาศาสตร์ เครื่องแก้ว อุปกรณ์ วัสดุ สารเคมี และอาหารเลี้ยงเชื้อ ให้พร้อมสำหรับงานปฏิบัติการการเรียนการสอน ให้คำแนะนำในการปฏิบัติการด้านงานวิจัยสำหรับบัณฑิตศึกษา และโครงงานทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี

2) หน่วยคลินิคสิ่งแวดล้อม

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล นอกจากการให้บริการงานการเรียนการสอน การวิจัย และการฝึกอบรมแล้ว ยังให้บริการวิชาการภายใต้หน่วยคลินิคสิ่งแวดล้อม เป็นผู้ให้บริการโครงการตรวจวัดและวิเคราะห์พารามิเตอร์ด้านสิ่งแวดล้อมในด้านต่าง ๆ ดังนี้

ด้านน้ำ

สามารถให้บริการตรวจวิเคราะห์หาค่าสี การนำไฟฟ้า ความขุ่นของน้ำ ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด ของแข็งทั้งหมด ออกซิเจนที่ละลายน้ำ บีโอดี ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง ความเป็นด่าง ความกระด้าง ฟอสเฟต ซัลเฟต ซัลไฟด์ แอมโมเนียไนโตรเจน ไนไตรท์ไนโตรเจน ไนเตรทไนโตรเจน คลอรีน คลอไรด์ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ฟีคัลโคลิฟอร์ม และโลหะหนักที่อยู่ในน้ำ เป็นต้น

ด้านดิน

สามารถให้บริการตรวจวิเคราะห์หา ค่าการนำไฟฟ้า อินทรียวัตถุ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ความจุในการแลกเปลี่ยนแคทไอออน และโลหะหนักที่อยู่ในดิน เป็นต้น

ด้านอากาศ แสง และเสียง

สามารถให้บริการในการตรวจวัดคุณภาพอากาศ แสง และเสียง

3) หน่วยพัฒนาศักยภาพและประเมินความเสี่ยง

งานปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมและมาตรฐานสากลมีบทบาทหน้าที่สำคัญเพื่อยกระดับห้องปฏิบัติการให้เป็นระดับสากล จึงมีการพัฒนาศักยภาพของหน่วยงานในการจัดทำระบบ ISO 17025 ซึ่งห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของคณะได้รับรองความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบตามมาตรฐานเลขที่ มอก.17025-2548 (ISO/IEC 17025 : 2005) หมายเลขการรับรองที่ ทดสอบ 0367 ณ วันที่ 23 ธันวาคม 2556 และจะเพิ่มขอบข่ายของการทดสอบให้มากขึ้น

นอกจากนี้ยังให้บริการในการจัดฝึกอบรมความปลอดภัยและการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการให้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี และบัณฑิตศึกษา ก่อนเข้าใช้ห้องปฏิบัติการเพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ

โครงสร้างของงานปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมและมาตรฐานสากล

รูปที่ 2 – 2 โครงสร้างของงานปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมและมาตรฐานสากล

บทที่ 3

หลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขการปฏิบัติงาน

การวิเคราะห์ดินทางสิ่งแวดล้อม จะใช้หลักเกณฑ์ในการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมี โดยจะคำนึงเครื่องมือ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่มีในคณะเป็นหลัก ซึ่งหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการปฏิบัติงานการวิเคราะห์ดินทางสิ่งแวดล้อมมีดังนี้

3.1 หลักเกณฑ์ วิธีการปฏิบัติงาน

ดินถือเป็นสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ จากการที่หินชนิดต่างๆ สลายตัวผุกร่อนมาผสมรวมกับซากพืช ซากสัตว์ น้ำ และอากาศ ฯลฯ จนกลายเป็นเนื้อดิน ซึ่งส่วนประกอบเหล่านี้จะมากน้อยแตกต่างกันไปตามชนิดของดิน โดยทั่วไปสิ่งมีชีวิตทั้งหลายต้องอาศัยดินในการเจริญเติบโต ซึ่งถ้าปราศจากดินแล้วอาจกล่าวได้ว่าจะไม่มีสิ่งมีชีวิตเหลืออยู่ในโลกนี้เลย สำหรับความสำคัญของดินที่มีต่อสิ่งมีชีวิตนั้น อาจแบ่งเป็นได้ดังนี้

3.1.1 ความสำคัญของดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2549)

1) ความสำคัญของดินต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่า ปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์นั้น ได้แก่ อาหารเครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค หรือที่เราเรียกกันว่า ปัจจัย 4 ซึ่งปัจจัยทั้ง 4 อย่างนี้ ส่วนใหญ่มนุษย์ได้มาจากดิน โดยอาจจะได้จากดินโดยตรงหรือทางอ้อมก็ได้

อาหาร อาหารส่วนใหญ่ได้มาจากพืชและสัตว์ พืชโดยทั่วไปต้องอาศัยดินในการเจริญเติบโต สัตว์ได้พืชหรือสัตว์ด้วยกันเองเป็นอาหาร ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่า มนุษย์ได้อาหารจากดินโดยทางอ้อม

เครื่องนุ่งห่ม ส่วนใหญ่ได้มาจากพืชและสัตว์ เช่น จากเส้นใยป่านปอ ขนและหนังสัตว์ เป็นต้น ซึ่งพืชและสัตว์ก็อาศัยดินดังกล่าวมาแล้ว ดังนั้นก็สามารถกล่าวได้ว่า มนุษย์ได้เครื่องนุ่งห่มจากดินทางอ้อม

ที่อยู่อาศัย ส่วนประกอบที่สำคัญของที่อยู่อาศัย เป็นฐานราก รองรับโครงสร้างอาคารบ้านเรือน ถนน เขื่อน เป็นต้น นอกจากนี้ ดินยังใช้เป็นวัสดุสำหรับการก่อสร้างได้โดยตรง เช่น อิฐที่ใช้ในการก่อสร้าง และในทางอ้อมให้วัสดุ เช่น ไม้ และใบไม้ ซึ่งได้มาจากพืชที่อาศัยดินอีกต่อหนึ่ง

ยารักษาโรค นับตั้งแต่อดีต มนุษย์ได้อาศัยส่วนของพืช เช่น พืชสมุนไพรต่าง ๆ ส่วนของสัตว์ หรือแม้แต่ส่วนของดิน เพื่อใช้ประกอบเป็นยาในการรักษาโรคภัยไข้เจ็บต่าง ๆ มานานแล้ว แม้กระทั่งในปัจจุบันซึ่งเป็นยุคที่มีความก้าวหน้าทางการแพทย์และวิทยาการต่าง ๆ ความนิยมในพืชสมุนไพร หรือด้วยยาจากธรรมชาติก็ไม่ได้ลดน้อยถอยลง และดูเหมือนจะมีกระแสนิยมมากขึ้นด้วยซ้ำ

จากที่ได้กล่าวมานี้จะเห็นว่า ดินเป็นที่มาของพืชและสัตว์ ซึ่งทำให้มีปัจจัย 4 ที่จะช่วยให้มนุษย์สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

2) ความสำคัญของดินต่อวัฒนธรรมและสภาพทางการเมือง จากการที่ดินเป็นรากฐานที่มาของปัจจัย 4 ที่จำเป็นสำหรับมนุษย์ ดังนั้น ถ้าดินบริเวณใดมีความอุดมสมบูรณ์ดี ก็จะทำให้มนุษย์ที่อาศัยในบริเวณนั้น มีปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตที่มั่งคั่งสมบูรณ์ไปด้วย ทำให้มนุษย์มีความเป็นอยู่ที่ดี มีการพัฒนาศิลปวัฒนธรรม บ้านเมืองมีความเจริญ ในทางตรงกันข้าม บริเวณใดที่ดินไม่ดี หรือดินมีความอุดมสมบูรณ์เสื่อมโทรมลง ก็จะเป็นต้นเหตุที่ทำให้มนุษย์มีความเป็นอยู่ที่ย่ำแย่ หรือบ้านเมืองที่เคยเจริญรุ่งเรืองก็มีอันต้องล่มสลาย ดังอาณาจักรหรือเมืองในสมัยโบราณที่ได้ล่มสลายมาแล้ว ดินจึงมีความสำคัญต่อนโยบายการพัฒนาชุมชน

3) ความสำคัญของดินต่อสภาพแวดล้อม ในขณะที่มนุษย์เพิ่มจำนวนมากขึ้น มีการสร้างชุมชนหรือเมืองที่ใหญ่โต มีการพัฒนาการเกษตรและอุตสาหกรรมต่าง ๆ มากมาย สิ่งเหล่านี้ล้วนก่อให้เกิด และสะสมสิ่งปฏิกูลตลอดจนมลพิษต่าง ๆ ทั้งในดิน น้ำ และอากาศ ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ในหลาย ๆ แห่งในโลกได้ก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ทั้งสภาพร่างกายและจิตใจ อย่างไรก็ตามดินและพืชสามารถที่จะช่วยกำจัดหรือลดสภาวะมลพิษต่าง ๆ ให้ลดน้อยลงได้ เช่น ดินซึ่งมีจุลินทรีย์จะช่วยย่อยสลายสิ่งปฏิกูลและสารพิษต่าง ๆ ดินช่วยดูดซับและจับธาตุพิษไว้ ต้นไม้ช่วยดูดซับก๊าซพิษ และสร้างอากาศที่ดีเหล่านี้เป็นต้น ดังนั้น ดินจึงเปรียบเสมือนเป็นโรงงานกำจัดของเสีย

4) ความสำคัญของดินต่อพืช พืชเป็นสิ่งมีชีวิตซึ่งถือว่ามีความสำคัญต่อมนุษย์โลกเป็นอย่างมาก แต่การที่พืชจะอยู่บนโลกนี้ก็ต้องอาศัยดิน สาเหตุที่ดินมีความสำคัญต่อพืชก็เพราะ

(1) ดินเป็นที่ยึดเกาะ (anchorange) ของรากพืช เพื่อให้พืชทรงลำต้นอยู่ได้ ดินที่ดีควรมีลักษณะร่วยซุยเพื่อให้รากซอนไซได้สะดวกโดยเฉพาะในการปลูกพืชลำต้นขนาดใหญ่ ดินที่เหมาะสมควรจะต้องลึกพอเพียง และไม่มีสิ่งขัดขวางหรือยับยั้งการซอนไซของราก

(2) ดินเป็นที่เก็บน้ำ (water storage) เพื่อที่จะให้รากดูดกิน ดินแต่ละชนิดมักจะกักเก็บน้ำได้มากน้อยต่างกัน เช่น ดินทรายเก็บน้ำได้น้อย ดินเหนียวเก็บน้ำได้มาก อย่างไรก็ตามพืชสามารถดูดกินน้ำในดินได้เพียงบางส่วนเท่านั้น ดังนั้น ดินที่ดีนอกจากจะเก็บน้ำไว้ได้มากแล้ว น้ำส่วนใหญ่ควรอยู่ในสภาพที่พืชสามารถดูดกินได้ด้วย

(3) ดินให้อากาศโดยเฉพาะก๊าซออกซิเจน (oxygen) แก่รากพืชเพื่อการหายใจ ดินที่อัดแน่น ชื้นแฉะ หรือน้ำขัง ดินมักจะขาดอากาศทำให้รากไม่เจริญเติบโต หรืออาจจะตายได้ ยกเว้น ข้าวและพืชน้ำ ซึ่งพืชเหล่านี้มีลักษณะพิเศษแตกต่างจากพืชอื่นทั่ว ๆ ไป โดยออกซิเจนสามารถผ่านต้นพืชไปยังรากได้

(4) ดินเป็นที่เก็บและให้ธาตุอาหาร (nutrient) แก่พืช พืชต้องการธาตุอาหารจากดินหลายธาตุ ดินแต่ละบริเวณอาจจะมีธาตุอาหารบางธาตุน้อยเกินไปจนขาดแคลน หรืออาจจะมีมากไปจนเป็นพิษหรือทำให้การเจริญเติบโตผิดปกติได้ ดินที่ใช้ปลูกพืชมานานส่วนใหญ่มีธาตุอาหารเหลือน้อยหรือขาดแคลน จำเป็นต้องมีการเพิ่มเติมในรูปของปุ๋ย เมื่อใส่ปุ๋ยลงดิน ดินบางแห่งไม่สามารถเก็บธาตุอาหารจากปุ๋ยไว้ได้ เกิดการสูญเสียไป หรือดินบางแห่งทำให้ธาตุอาหารจากปุ๋ยเปลี่ยนรูปไปพืชไม่สามารถใช้ได้ ดังนั้นดินที่ดีควรเก็บธาตุอาหารไว้ได้ดี และธาตุอาหารต้องอยู่ในสภาพที่พืชใช้ได้ด้วย

ปัจจุบันมีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (soilless culture) ซึ่งจริง ๆ แล้วไม่ใช่เรื่องแปลกอะไรเพราะในการปลูกพืช ถ้าเราสามารถจัดหาที่ยึดเกาะให้กับพืช มีน้ำ มีอากาศให้ราก มีธาตุอาหารครบถ้วนพอเหมาะ ก็สามารถปลูกพืชได้ แต่อย่างไรก็ตามการปลูกพืชวิธีนี้มีค่าใช้จ่ายสูง ต้องมีความรู้พอควรและมีข้อจำกัดอื่น ๆ อีกหลายประการ ดังนั้นจึงถือได้ว่า ดินยังเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการปลูกพืช แต่การที่ดินแต่ละ

บริเวณจะเหมาะสมในการปลูกพืชมากน้อยแค่ไหน ก็จะขึ้นกับลักษณะ และสมบัติต่าง ๆ ของดินบริเวณนั้น ๆ

3.1.2 องค์ประกอบของดิน (Composition of soil)

ดิน (soil) คือ เทหวัตถุธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของหินและแร่ผสมคลุกเคล้ากับอินทรยวัตถุที่ได้จากการสลายตัวของอินทรียสารต่าง ๆ เช่น ซากพืช ซากสัตว์ และจุลินทรีย์ โดยอยู่รวมกันเป็นชั้นบาง ๆ (horizon) ปกคลุมพื้นผิวโลก เมื่อมีน้ำและอากาศในปริมาณที่เหมาะสม ดินจะช่วยค้ำจุน พร้อมทั้งช่วยในการยังชีพและการเติบโตของและสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2549)

องค์ประกอบของดินแบ่งออกเป็น 4 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

1) วัสดุแร่ธาตุ (mineral matter) เป็นส่วนที่ได้จากการผุพัง (weathering) ของหินและแร่ซึ่งเป็นวัสดุประกอบดิน วัสดุแร่ธาตุเหล่านี้อาจเป็นแร่ปฐมภูมิที่เหลือตกค้างจากการผุพังสลายตัว เช่น ควอร์ตซ์ (quartz), เฟลด์สปาร์ (feldspar), มัสโคไวต์ (muscovite) หรืออาจเป็นแร่ทุติยภูมิที่เกิดขึ้นใหม่ เช่น แร่ดินเหนียว (clay minerals) ปริมาณของวัสดุแร่ธาตุในดินจะมีมากหรือน้อยแตกต่างกันตามชนิดของหินและแร่ที่ให้การกำเนิดดินและสภาพแวดล้อมในการเกิดดิน องค์ประกอบของดินในส่วนที่เป็นวัสดุแร่ธาตุนี้มีลักษณะเป็นอนุภาคที่เป็นของแข็งที่มีรูปร่างและขนาดต่าง ๆ กัน ซึ่งมีความสำคัญในการช่วยค้ำจุนพืชและให้ธาตุอาหารแก่พืช และสมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีของดินอาจแตกต่างกันตามชนิดของวัสดุแร่ธาตุเหล่านี้ ถ้าดินมีส่วนที่เป็นวัสดุแร่ธาตุมากกว่าร้อยละ 80 โดยน้ำหนัก เราเรียกว่า ดินแร่ธาตุ (mineral soil)

2) อินทรียวัตถุ (organic matter) เป็นองค์ประกอบของดินที่อยู่ในลักษณะที่เรียกว่า ฮิวมัส (humus) ซึ่งเป็นสารที่ได้จากการย่อยสลาย (decomposition) ของเศษซากพืช เศษซากสัตว์ และจุลินทรีย์ ตามปกติแหล่งที่มาของอินทรียวัตถุในกินได้จากอินทรียสารที่สำคัญ 3 ประเภท คือ โพลีแซคคาไรด์ (polysaccharides) ลิกนิน (lignins) และโปรตีน (protines) อินทรียวัตถุในดินมีปริมาณแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของการกำเนิดดินและการใช้ที่ดิน โดยทั่วไปจะพบอินทรียวัตถุปริมาณมากที่สุดในส่วนผิวดินหรือดินบน (top soil) ในชั้นดินล่างที่อยู่ลึก ๆ ลงไปจะมีปริมาณอินทรียวัตถุ

น้อยลง อินทรียวัตถุในดินเป็นสารที่เป็นของแข็งมีขนาดเล็กละเอียด สีน้ำตาลคล้ำ หรือสีดำ อุ้มน้ำได้มากและนุ่มมือเมื่อสัมผัส อินทรียวัตถุในดินเป็นตัวช่วยให้ดินอุ้มน้ำได้ดี มีผลต่อความร่วนซุยของดิน (soil tilt) ช่วยดูดซับไม่ให้ธาตุอาหารพืชถูกชะละลายสูญเสียไปโดยง่าย รวมทั้งยังเป็นตัวให้ธาตุอาหารที่จำเป็นหลายชนิดแก่พืช เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน ดินที่ใช้ทำการเกษตรติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ จะมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำกว่าร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก แต่ในดินอินทรีย์ (organic soil) จะมีปริมาณอินทรียวัตถุมากกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก

3) น้ำ (water) น้ำในดินอยู่ในลักษณะเป็นโมเลกุลของน้ำ เกาะเป็นชั้น ๆ รอบเม็ดดิน และอยู่ในที่ช่องระหว่างเม็ดดิน ปริมาณน้ำในดินจะแปรปรวนได้ง่าย เมื่อดินแห้งมากที่สุดในสภาพธรรมชาติก็ยังมีโมเลกุลของน้ำห่อหุ้มรอบ ๆ เม็ดดินอย่างน้อย 2 – 3 ชั้นโมเลกุล และเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำจะมีน้ำอยู่เต็มช่องว่างระหว่างเม็ดดิน และระหว่างอนุภาคดิน สมบัติของน้ำในดินแตกต่างกันไปขึ้นกับการมีสารละลาย และอิทธิพลของแรงดูดยึดของเม็ดดินต่อโมเลกุลของน้ำ ตลอดจนแรงอื่น ๆ ที่มากระทำ เช่น แรงแคพิลลารี (capillary force) แรงโน้มถ่วงของโลก (gravitational force) น้ำในดินเป็นแหล่งที่ให้น้ำแก่พืชและเป็นตัวละลายธาตุอาหารพืชให้อยู่ในสภาพที่เป็นประโยชน์ ซึ่งพืชสามารถดูดดึงไปใช้ได้

4) อากาศ (air) อากาศในดินประกอบด้วยก๊าซชนิดต่าง ๆ เช่นเดียวกับอากาศในบรรยากาศ คือ มีก๊าซไนโตรเจน ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซอื่น ๆ แต่ปริมาณและสัดส่วนของก๊าซแต่ละชนิดของอากาศในดินจะแตกต่างกับอากาศในบรรยากาศ กล่าวคือ อากาศในดินจะมีปริมาณก๊าซออกซิเจนน้อยกว่า แต่มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าอากาศในบรรยากาศ นอกจากนี้อากาศในดินยังมีก๊าซอื่น ๆ เช่น มีเทน (methane) อะเซทิลิน (acetylene) มากกว่าอากาศในบรรยากาศด้วย อากาศในดินจะอยู่ในส่วนที่เป็นที่ว่างระหว่างเม็ดดิน หรืออาจจะอยู่ในลักษณะเป็นฟองอากาศในน้ำที่อยู่ในดิน หรืออาจจะละลายปะปนอยู่ในน้ำในดินก็ได้ อากาศในดินเป็นแหล่งของออกซิเจนสำหรับการหายใจของรากพืชและจุลินทรีย์ดิน

ดินที่มีความเหมาะสมทางการเกษตรประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ชนิด คือ (ชาลี, 2548)

1) อินทรียวัตถุ (Organic matter) ได้แก่ ส่วนที่เกิดจากการเน่าเปื่อยผุพังของเศษพืชและสัตว์ที่ทับถมอยู่บนผิวและดินชั้นบน ดินแร่ (mineral soil) จะมีส่วนประกอบที่เป็นอินทรียวัตถุประมาณร้อยละ 5 โดยปริมาตร

2) อนินทรียวัตถุ (Inorganic matter) ได้แก่ ส่วนที่เกิดจากการสลายตัวผุพังของแร่และหินต่าง ๆ จากขบวนการทางกายภาพ เคมี และชีวเคมี ทำให้เกิดอนุภาคดินขนาดต่าง ๆ และมีธาตุอาหาร พืชต่าง ๆ รวมถึงมีสมบัติต่าง ๆ และระดับทางเคมีในดินที่ต่างกัน ดินมีส่วนประกอบที่เป็นส่วนประกอบของอนินทรียวัตถุประมาณร้อยละ 45 โดยปริมาตร

3) น้ำ (Water) น้ำที่มีอยู่ในดินนั้นพบอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดิน (aggregate) หรืออนุภาคดิน (particle) ช่องว่างนี้เรียกว่า pore space โดยทั่วไปแล้วน้ำในดินมักจะอยู่ในช่องว่างขนาดกลางถึงเล็กที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 0.2 ถึง 10 ไมครอน ส่วนประกอบที่เป็นของน้ำในดินประมาณร้อยละ 25 โดยปริมาตร (1 ไมครอน = 0.0001 เซนติเมตร)

4) อากาศ (Air) อากาศมักพบในช่องว่างระหว่างก้อนดินหรืออนุภาคดินที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน ก๊าซที่พบทั่วไปในดินนั้น ได้แก่ ไนโตรเจน ออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนประกอบที่เป็นช่องของอากาศในดินมีประมาณร้อยละ 25 โดยปริมาตร

3.1.3 ชั้นของดิน (เอิบ, 2548)

ชั้นดิน หรือชั้นกำเนิดดิน (genetic horizon) คือ ชั้น ๆ หนึ่งที่ขนานหรือเกือบขนานไปกับผิวหน้าของสภาพภูมิประเทศลักษณะต่าง ๆ ที่ดินได้รับมาจากวัตถุต้นกำเนิดของดิน ทั้งที่เป็นลักษณะตกค้างและลักษณะที่เกิดขึ้นใหม่ โดยกระบวนการทางดินทำให้ดินมีสัณฐานวิทยาที่เป็นเอกลักษณ์ของตัวเองชั้นดินหนึ่ง ๆ สามารถแยกออกจากชั้นที่อยู่ด้านบน หรือด้านล่าง หรือชั้นอื่น ๆ ในบริเวณใกล้เคียงได้ โดยอาศัยลักษณะที่สามารถ

สังเกตได้ในสนามเช่น สีดิน เนื้อดิน โครงสร้างดิน การยึดตัว และปฏิกิริยาดิน ฯลฯ และข้อมูลประกอบที่ได้จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

ชั้นดินเป็นส่วนสำคัญอย่างหนึ่งในการทำคำอธิบายหน้าตัดดิน (soil profile description) หน้าตัดดินที่ปรากฏให้เห็นโดยการขุดหลุมหน้าตัดดินใหม่ ๆ หรือที่ขุดไว้แล้วนั้น ประกอบไปด้วยชั้นที่มักจะมีอินทรียวัตถุปะปนอยู่มาก อยู่บนผิวหน้า กับชั้นที่อยู่ต่ำลงไปตามความลึก ซึ่งอาจจะเป็นชั้นของวัตถุต้นกำเนิดดิน หรือชั้นซึ่งแสดงอิทธิพลของกระบวนการทางดินต่าง ๆ ชั้นเหล่านี้มีความหมายในเชิงการกำเนิดและการจำแนกดิน และเป็นปัจจัยชี้บ่งด้านพฤติกรรมต่าง ๆ ของดินแต่ละชนิด

ชั้นดินหลักและชั้นอื่น ๆ ในดิน ในระบบการเรียกชื่อที่เสนอใช้ในปัจจุบันจะใช้อักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่ O, A, E, B, C และ R เป็นสัญลักษณ์แสดงชั้นดินหลักและชั้นต่าง ๆ ในดิน ลักษณะของชั้นดินหลักมีดังนี้

1) ชั้นดิน O (O Horizons)

ชั้นดิน O เป็นชั้นที่องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นอินทรียวัตถุ ชั้นนี้บางทีอาจจะอิ่มตัวด้วยน้ำเป็นระยะเวลานาน ๆ หรือว่าครั้งหนึ่งเคยอิ่มตัวด้วยน้ำ แต่ปัจจุบันได้ระบายน้ำออกไปแล้ว หรืออาจจะเป็นชั้นที่ไม่เคยอิ่มตัวด้วยน้ำเลยก็ได้

ชั้นดิน O บางชนิดจะประกอบด้วยเศษของพืชต่าง ๆ ที่ยังไม่สลายตัวหรือสลายตัวเป็นบางส่วน ที่ตกทับถมอยู่บนผิวหน้าของดิน ซึ่งชั้นดินโอนี้ อาจจะทับถมอยู่บนผิวหน้าของดินแร่ (mineral soils) หรือดินอินทรีย์ (Organic soils) ก็ได้ นอกจากนี้มีชั้นโอบางชนิดที่เรียกกันว่า พีต มัก หรือ mucky peat ซึ่งเป็นวัสดุอินทรีย์ที่ตกตะกอนทับถมกันในน้ำ และอาจจะมีชั้นของการสลายตัวแตกต่างกันออกไป

ชั้นดิน O ต่าง ๆ เหล่านี้ จะมีค่าร้อยละโดยปริมาตรของส่วนที่เป็นแร่อยู่เพียงเล็กน้อย และปกติจะคิดเป็นค่าร้อยละโดยน้ำหนัก ได้น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของน้ำหนักทั้งหมดมาก ดินบางชนิดอาจจะมีแต่ชั้นดินโอก็ได้

ชั้นดิน O อาจจะเป็นชั้นที่อยู่บนผิวหน้าสุดของชั้นดินแร่ หรืออาจจะอยู่ลึกลงไปหน้าตัดดินได้ ถ้าหากว่าชั้นผิวหน้านั้นถูกฝัง (buried) สำหรับชั้นที่มีการสะสมของอินทรียวัตถุในส่วนล่างของหน้าตัดดิน (ไม่ใช่ชั้นผิวหน้า) ที่ได้มาจากกระบวนการ

เคลื่อนย้ายเข้ามาสะสม จะไม่เรียกว่าเป็นชั้นดิน O แม้ว่าจะมีองค์ประกอบในเชิงอินทรียวัตถุมากก็ตาม

2) ชั้นดิน A (A Horizons)

เป็นชั้นดินแร่เกิดบนผิวหน้าของดิน หรืออยู่ใต้ชั้นดิน O ที่ไม่มีโครงสร้างของหินดั้งเดิมหลงเหลืออยู่ หรือมีแต่น้อยมากและมีลักษณะอย่างหนึ่งอย่างใดดังต่อไปนี้

(1) เป็นชั้นที่มีการสะสมของอินทรียวัตถุ ที่สลายตัวแล้วผสมคลุกเคล้ากับส่วนที่เป็นแร่ธาตุในดินและจะไม่มีสมบัติเด่นที่แสดงว่าเป็นชั้นดิน E (ชั้นซึมชะ) หรือชั้นดิน B ชั้นซึ่งแสดงการสะสมในลักษณะอื่น ๆ หรือ

(2) มีลักษณะที่ได้จากการไถพรวน (cultivation) การทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ (pasturing) หรือลักษณะรบกวนอื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกันกับ 2 อย่างที่กล่าวมานี้

ในกรณีที่ชั้นดินผิวหน้ามีสมบัติของทั้งชั้นดิน A และชั้นดิน E แต่ลักษณะที่เด่นก็คือ การสะสมของอินทรียวัตถุในรูปฮิวมัส ชั้นนั้นถือเป็นชั้นดิน A ในบางบริเวณ เช่น ในเขตร้อนแห้งแล้ง ชั้นผิวหน้าที่ไม่ถูกรบกวนของดินจะมีสีจางกว่าชั้นที่อยู่ข้างล่างลงไป มีอินทรียวัตถุน้อย และมีลักษณะแตกต่างออกไปจากชั้นดิน C แม้ว่าจะมีการผุพังอยู่กับที่ในดินที่จะเปลี่ยนแปลงสภาพของแร่ธาตุไปจากเดิมน้อยมากก็ตาม ในกรณีเช่นนี้ให้ถือว่า ชั้นผิวหน้าดังกล่าวเป็นชั้นดิน A เนื่องจากว่าเป็นชั้นที่อยู่บนสุด แต่ว่าตะกอนน้ำพามาทับถมใหม่ ๆ หรือตะกอนลมต่าง ๆ ที่ทับถมกันใหม่ ๆ ที่ยังแสดงลักษณะเป็นชั้น ๆ ของสภาพการตกตะกอนและไม่มีพืชขึ้นอยู่ จะไม่ถือว่าเป็นชั้นดิน A นอกจากว่า จะมีการไถพรวนชั้นผิวหน้าของตะกอนนั้น ๆ

3) ชั้นดิน E (E Horizons)

เป็นชั้นดินแร่ที่มีลักษณะเด่น คือ การสูญเสียแร่ดินเหนียวซิลิเกต เหล็ก อลูมินัม หรือสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้รวมกัน ทำให้เกิดความเข้มข้นของอนุภาคทราย และทรายแป้งที่เป็นแร่ควอตซ์ หรือแร่ที่มีความคงทนต่อการสลายตัวอื่น ๆ

โดยทั่วไปชั้นดิน E จะเป็นชั้นที่มีสีจางกว่าชั้นดิน B ซึ่งอยู่ข้างล่างถัดลงไป (แต่ไม่จำเป็นเสมอไป) ในดินบางชนิดสีของชั้นดิน E จะเหมือนกับสีของอนุภาคทรายและทรายแป้ง แต่ส่วนมากจะพบว่ามีการเคลือบของเหล็ก หรือสารประกอบอื่น ๆ

ที่ทำให้สีของอนุภาคดินแตกต่างไปจากสีปฐมภูมิของอนุภาคนั้น ๆ ชั้นดิน E สามารถแยกออกได้จากชั้นดิน A โดยใช้ลักษณะที่ว่า ชั้นนี้จะมีสีจางกว่า และมีอินทรียวัตถุน้อยกว่าชั้นดิน A ส่วนความแตกต่างระหว่างชั้นดิน E กับชั้นดิน B ที่อยู่ข้างล่างถัดไปในหน้าตัดดินก็คือ ชั้นดิน E จะมีค่าสี (Value) สูงกว่า หรือค่ารอง (Chroma) ต่ำกว่าของชั้นดิน B และจะมีเนื้อดินหยาบกว่าในชั้นดิน B หรือมีลักษณะทั้งสามอย่างรวม ๆ กัน ปกติชั้นดิน E นี้สามารถใช้แทนชั้นดินในตำแหน่งใด ๆ ของหน้าตัดดินก็ได้ ที่มีลักษณะดังที่กล่าวมานี้ โดยที่ว่าลักษณะเหล่านั้นจะเป็นผลมาจากกระบวนการเกิดของดิน

4) ชั้นดิน B (B Horizons)

เป็นชั้นที่เกิดขึ้นใต้ชั้น A, E หรือ O จะไม่มีลักษณะเด่นของวัตถุต้นกำเนิดเหลืออยู่ (รวมถึงลักษณะของโครงสร้าง เนื้อ ฯลฯ ของหินดั้งเดิม เมื่อดินเป็นดินตกค้าง) และจะมีลักษณะโดยทั่วไปดังต่อไปนี้

(1) มีการสะสมโดยกระบวนการเคลื่อนย้ายเข้าของแร่ดินเหนียวซิลิเกต เหล็ก อะลูมินัม ฮิวมัส คาร์บอเนต ยิปซัม หรือซิลิกา อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือรวม ๆ กัน หรือ

(2) แสดงหลักฐานว่า มีการเคลื่อนย้ายของพวกคาร์บอเนต

(3) มีการสะสมของเซสควิออกไซด์ตกค้าง (residual sesquioxides)

(4) มีการเคลือบของพวกเซสควิออกไซด์ ทำให้ชั้นนี้มีค่าสีต่ำกว่าค่ารงค์สูงกว่า หรือสีแดงกว่า (redder hue) ชั้นที่อยู่ข้างบน และชั้นที่อยู่ข้างล่างถัดไปโดยไม่จำเป็นที่จะต้องมีหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่ามีกระบวนการสะสมเข้าของเหล็ก

(5) มีการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดดินเหนียวซิลิเกต หรือปลดปล่อยออกไซด์ หรือทั้งสองประการ ทำให้เกิดโครงสร้างแบบเป็นก้อนเหลี่ยม (blocky) แบบก้อนกลม (granular) หรือแบบแท่งหัวเหลี่ยม (prismatic) ถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงปริมาตร เมื่อความชื้นเปลี่ยนแปลง หรือ

(6) ลักษณะรวม ๆ กันของทั้งหมดที่กล่าวมานี้

ชั้นดิน B ของดินมีหลายชนิดด้วยกัน และไม่มีตำแหน่งที่แน่นอนในหน้าตัดดิน ที่จะระบุได้ว่าต้องเป็นชั้นดิน B แต่ชั้นดิน B ทุกชนิดจะเป็นชั้นดินล่าง หรือว่าแต่ก่อนได้รวมอยู่ในชั้นดิน B ที่เมื่อเปรียบเทียบกับชั้นกำเนิดของดินอื่น ๆ หมายถึงชั้นที่

มีความเข้มข้นของคาร์บอเนต ยิปซัม หรือซิลิกา ที่ได้เปลี่ยนแปลงอย่างอื่น ๆ เช่น การเกิดโครงสร้างแบบแท่งหัวเหลี่ยม หรือมีการสะสมของดินเหนียวต่าง ๆ

ชั้นในดินที่ไม่ใช่ชั้นดิน B ก็คือ ชั้นที่มีฟิล์มของดินเหนียวเคลือบชิ้นส่วนเศษหินที่หยาบ หรือเป็นแผ่นบนวัสดุที่เกาะตัวกันอย่างหลวม ๆ และมีลักษณะเป็นชิ้น ๆ ซึ่งไม่คำนึงถึงว่า ดินเหนียวนั้นจะเกิดอยู่กับที่ หรือโดยกระบวนการเคลื่อนย้ายเข้า หรือชั้นที่อาจแสดงการสะสมของคาร์บอเนตที่ได้มาจากกระบวนการเคลื่อนย้ายเข้า แต่ไม่มีความต่อเนื่องกับชั้นที่อยู่ตอนบนของหน้าตัดดิน หรือเป็นชั้นดินที่ขังน้ำแต่ไม่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงโดยกระบวนการทางดิน

5) ชั้นดิน C (B Horizons)

ชั้นใดใดก็ตามในหน้าตัดดินที่ไม่รวมชั้นหินแข็ง เป็นชั้นที่ได้รับอิทธิพลจากกระบวนการทางดินน้อยและขาดสมบัติของชั้นดิน O, A, E หรือชั้นดิน B วัสดุในชั้น C อาจจะเหมือนหรือไม่เหมือนวัสดุที่คาดว่าเป็นวัสดุที่ทำให้เกิดชั้นที่เป็นดินก็ได้ ที่จริงแล้ว ดินที่มีชั้น C นี้ อาจจะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมบ้างแล้วก็ได้ แม้ว่าจะไม่พบหลักฐานทางการเกิดดิน (pedogenesis)

ลักษณะของวัสดุที่สามารถรวมเข้าในขอบข่ายของการเป็นชั้น C ก็คือ ตะกอนต่าง ๆ หินผุเนื้อยุ่ย หินที่เกาะตัวกันหลวม ๆ วัสดุทางธรณีอื่น ๆ ที่ไม่มีการเชื่อมตัว และสามารถขุดได้โดยไม่ยากนัก ดินบางชนิดเกิดจากวัสดุที่มีการสลายตัวอย่างสูงอยู่แล้ว และวัสดุนั้นไม่มีลักษณะที่จะเป็นชั้นดิน A, E หรือ B ก็จะไม่มีความสัมพันธ์กับชั้นดินตอนบนที่อยู่ถัดขึ้นไป ชั้นที่มีการสะสมของซิลิกา คาร์บอเนต หรือยิปซัม หรือเกลือที่ละลายได้ดีกว่ายิปซัม จัดว่าเป็นชั้น C ได้ แม้ว่าจะเป็นชั้นแข็งก็ตาม แต่ถ้าหากว่าชั้นดังกล่าวแสดงหลักฐานที่เกิดจากกระบวนการเกิดดิน จะถือว่าเป็นชั้นดิน B

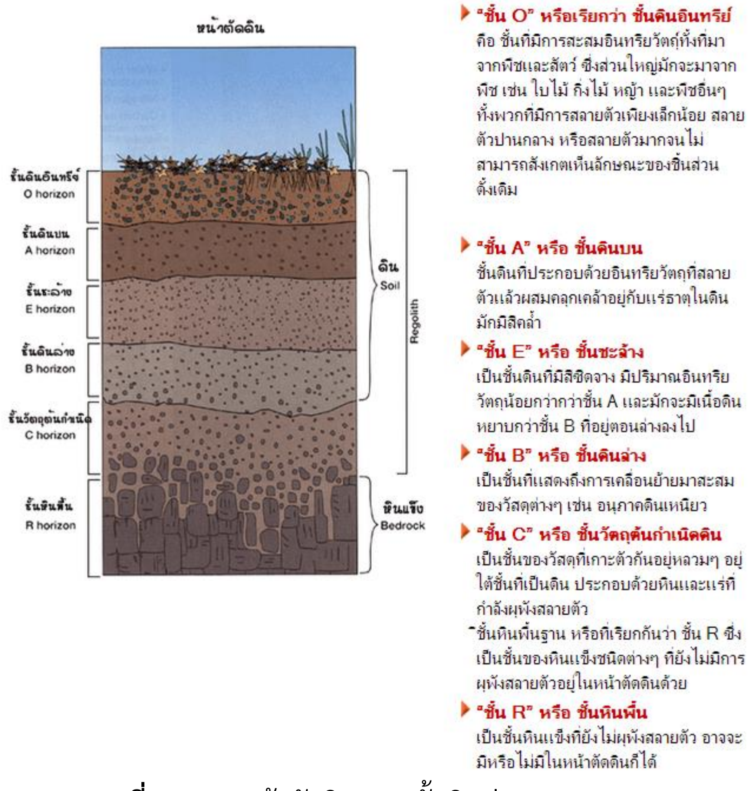
6) ชั้นดิน R (R Horizons) หรือชั้นหินแข็ง (Hard bedrock)

เป็นชั้นของหินแข็งชนิดต่าง ๆ ซึ่งอาจจะเป็นหินอัคนี หินตะกอน หรือหินแปรก็ได้ ซึ่งเราสามารถบอกได้ว่าหินชนิดนั้น ๆ ชื่ออะไร ตัวอย่างเช่น หินแกรนิต หินบะซอลต์ หินทราย หินชนวน หินปูน เป็นต้น ลักษณะสำคัญในชั้นหินที่จะทำให้ถือเป็นชั้น R ก็คือ เป็นชั้นที่เชื่อมติดกันแน่น พลั่วขุดไม่เข้าในสภาพที่ชื้น แม้ว่าจะมีบางส่วนที่แตกเป็นชิ้นออกมาโดยแรงขุดก็ตาม ชั้น R บางอย่างสามารถทำลายได้โดยใช้เครื่องมือหนัก ชั้น

R นี้ อาจจะมีรอยแตก แต่จะมีขนาดเล็ก และมีเพียงเล็กน้อยที่รากพืชจะสอดแทรกเข้าไปได้ และในรอยแตกต่าง ๆ เหล่านี้ อาจจะมีการเคลือบผิวของดินเหนียว หรือการสะสมของดินเหนียว และวัสดุต่าง ๆ อยู่ด้วยก็ได้

ในหน้าตัดของดินหนึ่งๆ นั้น ประกอบด้วยชั้นต่างๆ มากมาย โดยที่ชั้นเหล่านี้อาจเป็นชั้นที่เกิดจากกระบวนการทางดิน หรือเป็นชั้นของวัสดุต่าง ๆ ก็ได้ ชั้นดินหลักๆ มีอยู่ด้วยกัน 5 ชั้น คือ ชั้น O, A, E, B และ C แต่ในบางหน้าตัดดินอาจพบ ชั้น R ซึ่งเป็นชั้นหินพื้นที่อาจจะมีความเกี่ยวข้องกับชั้นดินหลักตอนบนหรือไม่ก็ได้

การสังเกตความแตกต่างของลักษณะที่ปรากฏอยู่ในแต่ละชั้นดิน และการเรียงตัวของชั้นดินที่ในหน้าตัดดินนี้เอง ที่ทำให้นักปฐพีวิทยาสามารถจัดแบ่งดินที่พบออกเป็นชนิดต่างๆ ได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการให้คำแนะนำแก่เกษตรกรในการใช้ประโยชน์ที่ดินได้อย่างเหมาะสมกับดินในพื้นที่นั้นๆ



รูปที่ 3 – 1 หน้าตัดดิน และชั้นดินต่าง ๆ

ที่มา: https://osl101.ldd.go.th

ชั้นต่าง ๆ ในดินที่เราใช้เพาะปลูกพืช อาจจะแบ่งอย่างง่าย ๆ ดังนี้

1) ชั้นดินบน หรือเรียกว่า “ชั้นไถพรวน” โดยทั่วไปมีความหนาประมาณ 15-30 ซม. จากผิวหน้าดิน ชั้นดินบนนี้เป็นชั้นที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก เพราะเป็นชั้นที่มีอินทรียวัตถุหรือฮิวมัส สูงกว่าชั้นดินอื่นๆ โดยปกติจะมีสีคล้ำหรือดำกว่าชั้นอื่นๆ รากพืชส่วนใหญ่จะชอนไชหาอาหารอยู่ในช่วงชั้นนี้

2) ชั้นดินล่าง เป็นชั้นที่มีอินทรียวัตถุน้อยกว่า รากพืชที่ชอนไชลงมาถึงชั้นนี้ส่วนใหญ่จะเป็นรากของไม้ผลหรือไม้ยืนต้นที่มีขนาดใหญ่ ทั้งนี้เพื่อยึดเกาะดินไว้ให้พืชทรงตัวอยู่ได้ ไม่โค่นล้มลงได้ง่ายเมื่อมีลมพัดแรง โดยทั่วไปรากพืชเจริญเติบโตและดูดธาตุอาหารเฉพาะในส่วนที่เป็นดินบนและดินล่าง ซึ่งดินแต่ละชนิดมีความลึกไม่เท่ากัน ดินที่ลึกจะมีพื้นที่ให้พืชหยั่งรากและดูดธาตุอาหารได้มากกว่าดินที่ตื้น การปลูกพืชให้ได้ผลดีจึงควรคำนึงถึงความลึกของดินด้วย (https://osl101.ldd.go.th, 2561)

3.1.4 สมบัติทางกายภาพของดิน (ชาลี, 2548)

ลักษณะของดินทางกายภาพที่สำคัญที่สามารถนำมาใช้ประเมินศักยภาพของดินเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ เนื้อดิน โครงสร้างดิน สีดิน ความหนาแน่นรวมของดิน ปริมาณและขนาดของช่องว่าในดิน และการระบายน้ำของดิน ซึ่งแยกกล่าวได้ดังนี้

1) เนื้อดิน (Soil texture) เนื้อดินเกิดจากการผสมกันของอนุภาคดิน (Soil particle) 3 ขนาด ได้แก่ อนุภาคทราย (Sand) ที่มีขนาด *0.05 – 2.00 มิลลิเมตร อนุภาคทรายแป้ง (Silt) มีขนาด 0.002 – 0.05 มิลลิเมตร และอนุภาคดินเหนียว (Clay) มีขนาดเล็กกว่า 0.002 มิลลิเมตร (*มาตรฐานในระบบ USDA.1970) ผสมกันในปริมาณที่ต่างกัน สัดส่วนผสมของอนุภาคดินขนาดต่าง ๆ นี้มีผลต่อสมบัติทางกายภาพอื่น ๆ ของดิน เช่น ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (Water Holding Capacity) ความสามารถในการถ่ายเทอากาศของดิน (Aeration) และความคงทนของดิน (Soil strength) เป็นต้น ซึ่งจำแนกเนื้อดินออกได้เป็น 3 กลุ่ม 12 ชนิด ได้แก่

(1) <u>กลุ่มดินเนื้อหยาบ</u> (Coarse-textured soils) ได้แก่ กลุ่มดินที่มีเนื้อหยาบ เมื่อบี้ดินจะรู้สึกสากมือมาก เนื่องจากดินมีส่วนผสมของอนุภาคดินที่มีขนาด

ใหญ่หรือมีอนุภาคทรายหรือทรายแป้งปนอยู่ในปริมาณสูง โดยทั่วไปดินในกลุ่มที่มีเนื้อดินหยาบมักไม่เกาะตัวกันเป็นก้อนทึบและมีช่องว่างในดิน (Soil pore) ที่มีขนาดใหญ่ ดินจะมีการซาบซึมน้ำได้ดี น้ำจะเคลื่อนตัวจากดินชั้นบนลงสู่ดินล่างได้เร็ว ดินเนื้อหยาบมักมีพื้นที่ผิวจำเพาะน้อย และอนุภาคดินส่วนใหญ่ไม่มีประจุ จึงดูดซับน้ำและธาตุอาหารได้น้อย ดังนั้นการให้ปุ๋ยและน้ำแก่ดินเนื้อหยาบต้องให้เมื่อพืชต้องการ การให้ปุ๋ยและน้ำแต่ละครั้งต้องให้ครั้งละน้อย ๆ และให้น้ำและปุ๋ยบ่อยครั้งขึ้น กลุ่มดินเนื้อหยาบประกอบด้วยดิน 3 ชนิด คือ ดินทราบ (Sand : S) ดินทรายปนดินร่วน (Loamy Sand : LS) และดินร่วนปนทราย (Sandy Loam : SL)

(2) <u>กลุ่มดินเนื้อปานกลาง</u> (Medium-textured soils) ได้แก่ กลุ่มดินที่มีเนื้อดินที่มีขนาดปานกลาง เมื่อบี้ดินจะรู้สึกสากมือไม่มากและมีความรู้สึกว่าดินดูดนิ้วและลื่นมือเล็กน้อย เนื่องจากดินมีส่วนผสมของอนุภาคดินที่มีอนุภาคทราย ทรายแป้งและอนุภาคดินเหนียวปนอยู่ในปริมาณที่เท่า ๆ ดัน ดินมีช่องว่างในดินที่มีขนาดปานกลางที่เป็นที่ดูดซับน้ำและช่องระบายอากาศที่พอเหมาะ ดังน้นการระบายน้ำและการซาบซึมน้ำของดินจึงไม่เร็วมาก ดินที่มีเนื้อปานกลางมักมีความจุของน้ำในดินที่เป็นประโยชน์ (Available water capacity) ค่อนข้างสูง พืชสามารถใช้ประโยชน์จากน้ำส่วนนี้ได้ง่ายและเป็นเวลานานกว่าดินเนื้อหยาบและดินเนื้อละเอียด กลุ่มดินเนื้อปานกลางประกอบด้วยดิน 4 ชนิด คือ ดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy Clay Loam : SCL) ดินร่วน (Loam : L) ดินร่วนปนทรายแห้ง (Silt Loam : SiL) และดินทรายแป้ง (Silt : Si)

(3) <u>กลุ่มดินเนื้อละเอียด</u> (Fine-textured soils) ได้แก่ กลุ่มดินที่มีเนื้อดินที่มีขนาดปานกลางถึงเล็กปนกันอยู่ในปริมาณสูงกว่าดินเนื้อหยาบ เมื่อบี้ดินจะรู้สึกและดูดนิ้วมือที่บี้ เนื่องจากดินมีส่วนผสมของอนุภาคดินที่มีอนุภาคดินเหนียว และทรายแป้งปนอยู่ในปริมาณที่มากกว่าดินอนุภาคทราย ดินมีช่องว่างในดินที่มีขนาดเล็กมีปริมาณมาก ช่องว่างขนาดเล็กนี้จะดูดซับน้ำไว้ได้ดี การระบายน้ำของดิน (Soil Drainage) และการซาบซึมของน้ำจึงช้ากว่าดินเนื้อปานกลางและดินเนื้อหยาบ นอกจากนี้ดินเนื้อละเอียดมีพื้นที่ผิวมาก โดยเฉพาะอนุภาคดินเหนียวจึงมีการดูดซับน้ำและธาตุอาหารพืชต่าง ๆ ได้ดีกว่าดินเนื้อหยาบ ดินเหนียวส่วนใหญ่จึงเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ดินเนื้อหยาบ กลุ่มดินเนื้อละเอียด ประกอบด้วยดิน 5 ชนิด คือ ดินเหนียวปน

ทราย (Sandy Clay : SC), ดินเหนียวปนดินร่วน (Clay Loam : CL), ดินเหนียวปนทรายแป้ง (SiC), ดินร่วนเหนียวปนทรายแห้ง (SiCL), และดินเหนียว (Clay : C)

2) โครงสร้างดิน (Soil structure) โครงสร้างของดิน หมายถึง การจับตัวของเม็ดดิน (Soil aggregation) ที่มีรูปร่าง ขนาด และความคงตัวของดินนี้เกิดจากการมีแรงยึดระหว่างอนุภาคของดิน การที่ดินถูกบีบอัด การเปียก และการแห้งของดิน การยึดการเกาะกันของอนุภาคดินเหนียว หรือ การที่เม็ดดินมีสารเชื่อมของอินทรีย์และอนินทรีย์สารชนิดต่าง ๆ เช่น อินทรียวัตถุ ออกไซด์ของเหล็กและอลูมินัม กรดอินทรีย์ต่าง ๆ สารละลายเกลือชนิดต่าง ๆ ฯลฯ เป็นต้น การยึดเกาะกันของอนุภาคดินทำให้เกิดช่องว่างระหว่างเม็ดดิน การร่วนซุยของดิน และความแข็งแรงของการเกาะตัวของดินที่แตกต่างกัน ซึ่งโครงสร้างของดินจะมีผลต่อสมบัติของดินที่เกี่ยวข้องกับ ปริมาณน้ำ อากาศ และการกระจายของรากพืชในดิน โดยทั่วไปจำแนกการจับตัวของเม็ดดินเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทที่ไม่มีโครงสร้างและประเภทที่มีโครงสร้าง (Structure)

(1) <u>ประเภทไม่มีโครงสร้าง</u> (Structureless) ดินในธรรมชาติเราอาจพบว่าดินไม่มีการจับตัวของเม็ดดิน เช่น ดินเนื้อหยาบของดินทราย (Sand) ที่มีอนุภาคเดี่ยวที่ไม่เกาะกัน ซึ่งมีลักษณะเป็นอนุภาคเดี่ยว (Single grain) ดินนี้จะเป็นดินที่ร่วนไม่เกาะกัน ซึมซับน้ำ และอากาศได้ดี นอกจากนี้ยังมีดินบางชนิดที่มีการจับตัวกันได้แต่ไม่สามารถทำให้แตกออกจากกันเป็นเม็ดดินได้ ลักษณะดินเป็นก้อนทึบ (Massive) เช่น ดินเลน หรือโคลนชายทะเล และดินนาที่ผ่านการทำเทือก (Puddle) ซึ่งมีอนุภาคดินยึดติดกันเป็นพืดเป็นก้อนทึบ มีผลทำให้ดินซาบซึมน้ำได้ต่ำ

(2) <u>ประเภทที่มีโครงสร้าง</u> (Structure) ได้แก่ ดินที่มีการจับตัวกันของเม็ดดินมีรูปร่างต่าง ๆ กัน โครงสร้างของดินที่พบในดินทั่วไปจำแนกได้เป็น

(2.1) โครงสร้างแบบก้อนกลม (Round shape structure) ได้แก่ ดินที่เม็ดดินมีการจับตัวกันที่มีลักษณะเป็นก้อนกลมมีช่องว่างมองเห็นได้ ประกอบด้วยโครงสร้างดินแบบ Granular ที่รูพรุนน้อยกว่าโครงสร้างแบบ Crumb

(2.2) โครงสร้างแบบก้อนเหลี่ยมหรือกล่อง (Blocky structure) ได้แก่ ดินที่มีเม็ดดินจับตัวกันมีลักษณะคล้ายกล่องที่มีขนาดระหว่าง 5 – 50 มิลลิเมตร แบ่งได้เป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมคม (Angular blocky) และแบบก้อนเหลี่ยมมุม

บน (Subangular blocky) โครงสร้างดินแบบนี้ยอมให้น้ำและอากาศซึมได้ รวมทั้งการกระจายของรากพืชอยู่ในระดับปานกลาง

(2.3) โครงสร้างแบบแท่ง (Prism-like structure) ได้แก่ ดินที่เม็ดดินมีการจับตัวกันที่มีลักษณะเป็นแท่ง เรียงตัวกันในแนวตั้งเหมือนแท่งดินสอ หน่วยของโครงสร้างมีขนาดใหญ่ซึ่งมีความยาวระหว่าง 10 – 100 มิลลิเมตร มักพบในดินชั้นล่างของพื้นที่ที่พบดินด่างและดินเค็ม จำแนกเป็น 2 ลักษณะคือแบบแท่งหัวตัดหรือหัวเหลี่ยม (Prismatic) ซึ่งน้ำซึมผ่านได้ปานกลาง และแบบแท่งหัวมน (Columnar) ที่น้ำซึมผ่านได้ค่อนข้างต่ำ

(2.4) โครงสร้างแบบแผ่น (Plate structure) ได้แก่ ดินที่เม็ดดินมีการจับตัวกันที่มีลักษณะเป็นแผ่น มักพบในพื้นที่ที่มีการอัดตัวของดินซึ่งอาจเกิดจากการใช้เครื่องจักรกลทางการเกษตรเข้าไปเหยียบย่ำ ดินมีโครงสร้างเป็นแผ่นเรียงตัวกันในแนวระนาบและซ้อนกันเป็นชั้น ๆ ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการไหลซึมของน้ำและอากาศตลอดถึงการชอนไชของรากพืช

3) สีดิน (Soil color) สีของดินเป็นสมบัติทางกายภาพของดินที่สามารถมองเห็นและแยกแยะได้ด้วยตาเปล่า สีในดินเกิดจากสีขององค์ประกอบอื่น ๆ ที่ปนกับแร่ประกอบดิน สีของดินจะผันแปรไปตามสภาพและการผสมขององค์ประกอบอื่น ๆ เช่น ปริมาณอินทรียวัตถุ ออกไซด์ของธาตุโลหะต่าง ๆ เช่น ออกไซด์ของเหล็ก นอกจากนี้สีของดินอาจเกิดขึ้นจากภาวะแวดล้อมของดินในพื้นที่ต่าง ๆ เช่น ดินที่อยู่ในพื้นที่ที่มีน้ำขังมักมีสีเป็นสีเทาหรือสีน้ำเงิน ถ้าอยู่ในภาวะดินเปียกและแห้งสลับกันอาจพบว่าดินจะมีจุดประ (Mottles) หรือสีดินที่สองเป็นสีเหลืองปนแดงบนพื้นดินสีเทา สีของดินสามารถบ่งถึงสมบัติ และขบวนการที่เกิดขึ้นในดิน ได้ดังนี้

(1) <u>ขบวนการที่เกิดขึ้นในดินทางกายภาพ และการบ่งชี้</u>

(1.1) ดินสีเหลืองถึงสีแดง เกิดได้จากดินมีการระบายน้ำค่อนข้างดีถึงดีมาก ดินไม่มีการขังน้ำ และมักพบดินที่มีสีเหลืองถึงสีแดงบนพื้นที่ดอน ดินมีช่องว่างให้อากาศถ่ายเทได้ดี

(1.2) ดินสีขาวหรือสีเทาอ่อน เกิดจากคุณลักษณะใดลักษณะหนึ่งใน 3 ลักษณะ ดังนี้ โดยทั่วไปเป็นดินเนื้อหยาบที่มีปริมาณอินทรียวัตถุปนอยู่

ในปริมาณน้อยมาก หรือดินผ่านขบวนการซึมชะ (Eluviation) ที่มีน้ำเป็นตัวการชะละลายเอาสารละลาย และแร่ธาตุต่าง ๆ ออกไปจากชั้นดินจนดินมีสีเทาอ่อนหรือสีขาว หรือดินมีการสะสมของปูน (Lime) เกลือ (Salt) หรือยิปซัม (Gypsum)

(1.3) ดินสีน้ำตาลเข้มหรือสีดำ โดยทั่วไปดินที่มีสีดินสีน้ำตาลเข้ม หรือสีดำมักเกิดจากสีของวัตถุต้นกำเนิดดิน และการปนกับองค์ประกอบอื่น เช่น อินทรียวัตถุ หินบะซอลท์ (Basalt) และหินปูน (Lime stone) ในบางพื้นที่สลายตัวแล้วให้ดินที่มีสีน้ำตาลหรือสีดำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยและสภาพแวดล้อมบางอย่าง เช่น ลักษณะภูมิอากาศ และภูมิประเทศ ดินสีดำหรือน้ำตาลเข้มที่มีอินทรียวัตถุในปริมาณสูง ดินจะร่วนซุย และอุ้มน้ำไว้ได้สูง และมักเป็นดินเนื้อละเอียด

(1.4) ดินสีเทาและสีเทาปนน้ำเงิน ดินกลุ่มนี้มักพบในพื้นที่ราบลุ่ม ดินแสดงลักษณะทางกายภาพที่บ่งชี้ว่าดินมีการระบายน้ำเลวถึงเลวมาก มักมีน้ำแช่ขังเป็นเวลานาน และดินขาดการถ่ายเทอากาศ

(2) <u>ขบวนการที่เกิดขึ้นในดินทางเคมี และการบ่งชี้</u>

(2.1) ดินสีเหลืองถึงสีแดง สีเหลืองและสีแดงเป็นสีของออกไซด์ของเหล็กที่เกิดจากขบวนการเติมออกซิเจน (Oxidation) ในดินเนื่องจากมีการแทรกซึมของอากาศ โดยเฉพาะออกซิเจนลงไปในดิน ดินกลุ่มนี้มักอยู่ในภาวะดินที่เป็นกรด (Acid soil) ดินมีการพัฒนาหน้าตัดดินสูงมาก ดินมีหน้าตัดดินที่ลึกและมีการชะล้าง (Leaching) สูง ดินจึงมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ

(2.2) ดินสีขาวหรือสีเทาอ่อนโดยทั่วไปเป็นดินเนื้อหยาบที่มีปริมาณอินทรียวัตถุปนอยู่ในปริมาณน้อยกมาก หรือดินผ่านขบวนการซึมชะ (Eluviation) ทีมีน้ำเป็นตัวการชะละลายเอาสารละลาย และแร่ธาตุต่าง ๆ ออกไปจากชั้นดินจนดินมีสีเทาอ่อนหรือสีขาว หรือดินมีการสะสมของปูน (Lime) เกลือ (Salt) หรือยิปซัม (Gypsum) การสะสมของปูน เกลือ และยิปซัมเกิดจากขบวนการทางเคมี ที่เริ่มจากขบวนการผุพังของแร่ประกอบดินที่เป็นแร่ปฐมภูมิ (Primary mineral) แล้วเกิดการรวมตัวกันใหม่กลายเป็นแร่ทุติยภูมิ (Secondary mineral) ต่าง ๆ ที่อยู่ในสารละลายดิน (Soil solution) หรือตกผลึกในรูปของเกลือ ปูน และยิปซึม ฯลฯ

(2.3) ดินสีน้ำตาลเข้มหรือสีดำ ดินกลุ่มนี้คาดคะเนได้ว่ามีปริมาณองค์ประกอบที่เป็นอินทรียวัตถุปนอยู่ในปริมาณสูง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติสูง โดยเฉพาะไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถันสูง อย่างไรก็ตามยังพบดินสีคล้ำในพื้นที่ที่เกิดจากอิทธิพลของหินอัคนีที่เป็นด่าง เช่น หินบะซอลท์และแอนดีไซท์ ซึ่งมักพบว่าแร่ดินเหนียวเป็นพวกมอนโมรินโลไนท์ (Monmorillonite) ดินเป็นดินเหนียวจัด ระบายน้ำเลว เมื่อดินแห้งจะแตกระแหงเป็นร่องที่ลึกและกว้าง โดยทั่วไปดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติสูง

(2.4) ดินสีเทาและสีเทาปนน้ำเงิน ดินกลุ่มนี้มักมีน้ำแช่ขังเป็นระยะเวลานาน ดินอิ่มตัวด้วยน้ำตลอดเวลา อากาศซึมผ่านลงไปในดินได้น้อย การเปลี่ยนรูปของสารประกอบต่าง ๆ ในดินเกิดได้น้อย ถ้าดินมีโอกาสแห้งบ้างออกซิเจนซึมลงไปได้ ดินจะเริ่มเกิดขบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีทำให้เกิดสีประ (Mottles) ของสารประกอบอื่น ๆ ขึ้นได้ เช่น จุดประของจาร์โรไซด์ (Jarosite mottles) ที่มีปฏิกิริยาเป็นกรดจัด เป็นต้น

4) ความหนาแน่นและความพรุนของดิน (Soil Density and Porosity)

ความหนาแน่นและความพรุนของดินชนิดต่าง ๆ เป็นผลมาจากดินที่มีเนื้อดิน เม็ดดิน และโครงสร้างดินที่แตกต่างกัน

(1) <u>ความหนาแน่นของดิน</u> (Soil density)

ความหนาแน่นของวัตถุ หมายถึง มวลของวัตถุต่อหน่วยปริมาตร สำหรับดินมีความหนาแน่น 2 ประเภท คือ ความหนาแน่นรวม (Bulk density) และความหนาแน่นอนุภาค (Particle density) ความหนาแน่นรวม หมายถึง มวลของดินแห้งต่อหน่วยปริมาตรรวมของดิน (ที่รวมเอาปริมาตรช่องว่างในดินไปด้วย) ส่วนความหนาแน่นอนุภาค หมายถึง มวลของดินแห้งต่อปริมาตรของดิน (ที่ไม่รวมปริมาตรช่องว่างในดิน) สำหรับดินแล้วมีค่าความหนาแน่นรวมต่ำกว่าความหนาแน่นอนุภาคเสมอ ค่าความหนาแน่นรวมจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาตรรวมของดิน ดินที่มีค่าความหนาแน่นดินรวมต่ำ หมายความว่าดินนั้นมีปริมาตรดินรวมสูงหรือคาดคะเนได้ว่าดินมีช่องว่างในดินสูงหรือดินมีช่องว่างในดินมาก ในทางกลับกันดินที่มีค่าความหนาแน่นรวมของดินสูงดินมักแน่นทึบมีปริมาณช่องว่างในดินน้อย

(2) <u>ความพรุนของดิน</u> (Porosity)

ความพรุนของดินเป็นสมบัติของดินที่ควบคุมโดยปริมาตรและขนาดช่องว่างในดิน โดยทั่วไปช่องว่างในดินมีขนาดต่าง ๆ กัน ช่องว่างขนาดใหญ่ (Macro pores) มีขนาดใหญ่กว่า 50 ไมโครเมตร ทำหน้าที่ระบายน้ำและเป็นที่บรรจุและทางผ่านเข้าออกของอากาศ ส่วนช่องว่างขนาดเล็ก (Micro pores) มีขนาดเล็กกว่า 50 ไมโครเมตร เป็นช่องที่บรรจุน้ำที่พืชสามารถนำน้ำส่วนนี้ไปใช้ประโยชน์ได้ ความพรุนรวม (Total porosity) หมายถึง สัดส่วนระหว่างปริมาตรของช่องว่างในดินและปริมาตรรวมของดิน (ดังสมการ)

$$\text{ความพรุนรวม} = \frac{\text{ปริมาตรของช่องว่างในดิน}}{\text{ปริมาตรรวมของดิน}}$$

$$\text{ความพรุนรวม (\%)} = \left\{ 1 - \frac{\text{ความหนาแน่นรวม}}{\text{ความหนาแน่นอนุภาค}} \right\} \times 100$$

เมื่อ

$$\text{ความหนาแน่นรวม} = \frac{\text{มวลดินแห้ง}}{\text{ปริมาตรรวมของดิน}} \quad \text{กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร}$$

$$\text{ความหนาแน่นอนุภาค} = \frac{\text{มวลดินแห้ง}}{\text{ปริมาตรของดิน}} \quad \text{กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร}$$

ความพรุนของดินนิยมบอกเป็นเปอร์เซ็นของปริมาตรช่องว่างในดินต่อปริมาตรรวมของดิน ดินที่มีความพรุนสูงมักระบายน้ำได้ดี ดินที่มีเนื้อละเอียดและมีความพรุนสูงด้วยดินจะอุ้มน้ำได้ดีกว่ากว่าดินเนื้อละเอียดที่มีความพรุนต่ำ ดินที่มีความต้องการเพื่อใช้ในการเกษตรกรรมเพื่อการปลูกพืชไร่ พืชสวนและไม้ผล ควรเป็นดินที่มีความพรุนสูง ระบายน้ำได้ดีและอุ้มน้ำไว้ได้สูง โดยทั่วไปดินเนื้อหยาบจะมีปริมาตรของช่องว่างขนาดใหญ่มากกว่าดินเนื้อละเอียด ในทางกลับกันดินเนื้อละเอียดจะมีปริมาตรของช่องว่างขนาดเล็กมากกว่าดินเนื้อหยาบและจะมีปริมาตรรวมของช่องว่าในดินมากกว่าดินเนื้อหยาบ ดังนั้นดินเนื้อละเอียดจึงสามารถอุ้มน้ำได้มากกว่าดินเนื้อหยาบ

3.1.5 สมบัติทางเคมีของดิน (เล็ก, 2547)

1) ธาตุอาหารพืชที่สำคัญในดิน

ธาตุอาหารพืชในดินแบ่งออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ ได้แก่ ธาตุอาหารมหัพภาค (macronutrient) เป็นธาตุที่พืชต้องการในปริมาณมาก ได้แก่ ไนโตรเจน โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม และกำมะถัน ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งเป็นธาตุอาหารจุลภาค (micronutrient) เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อย ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง โบรอน โมลิบดินัม และคลอรีน

2) การแลกแคตไอออนของดิน (cation exchange)

ส่วนที่ทำหน้าที่ทางเคมีที่สำคัญที่สุดของดิน ได้แก่ อนุภาคแขวนลอยของแร่ดินเหนียว (clay mineral) และอินทรียวัตถุ สารแขวนลอยดังกล่าวมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าเป็นประจุลบ มีขนาดเล็กกว่า 0.002 มิลลิเมตร มีพื้นที่ผิวต่อหน่วยน้ำหนักสูงมาก และแขวนลอยอยู่ในส่วนที่เป็นน้ำในดิน ดังนั้น จึงมีความสามารถในการดูดซับธาตุที่เป็นประจุบวก หรือ แคตไอออน เช่น ไฮโดรเจน แคลเซียม โพแทสเซียม โซเดียม และแมกนีเซียม ธาตุดังกล่าวจะเป็นธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชและสิ่งมีชีวิตในดินบางชนิดถ้ามีอยู่ในปริมาณสูงจะทำให้เกิดพิษ เช่น โซเดียมและไฮโดรเจนทำให้ดินมีสภาพเป็นกรด ปริมาณของประจุลบในดินขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรียวัตถุและประเภทของแร่ดินเหนียวในดิน

ความสามารถในการดูดซับประจุบวกของแร่ดินเหนียว และอินทรียวัตถุ ประจุบวกที่ถูกดูดซับไว้ สามารถจะแลกเปลี่ยนได้กับธาตุประจุบวกอื่น ๆ ที่มีอยู่ในสารละลายดิน ซึ่งจะเป็นส่วนของน้ำที่อยู่ในช่องว่างดินตามธรรมชาติจะมีการแลกเปลี่ยนไปมาอยู่ตลอดเวลา เมื่อใดก็ตามที่มีการเพิ่มปริมาณของธาตุประจุบวกในสารละลายในดิน กระบวนการแลกเปลี่ยนจะเกิดขึ้น ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cation exchange capacity) ของดินสามารถตรวจวัดโดยวิธีทางเคมี และมีหน่วยวัดเป็นหน่วยต่อน้ำหนักดิน ความสามารถในการแลกเปลี่ยนของอินทรียวัตถุจะสูงกว่าของแร่ดิน

ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินมีความสำคัญ เพราะทำให้ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียมอยู่

ในรูปที่พืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ทันที และนอกจากนี้ความสามารถในการดูดซับประจุบวก ทำให้ดินมีแรงต้านต่อการสูญเสียจากการชะออกไปโดยน้ำ ดินที่มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงจะมีการสูญเสียดังกล่าวน้อย สารกำจัดศัตรูพืชบางชนิดที่มีสมบัติเป็นประจุบวกจะถูกดูดซับเช่นกัน ทำให้ศักยภาพในการดูดซับเป็นพิษต่อสภาพแวดล้อมลดลงด้วย

แรงดูดซับประจุบวกของประจุลบบนผิวของแร่ดินและอินทรียวัตถุขึ้นอยู่กับชนิดของประจุบวกอลูมิเนียม > แคลเซียม > แมกนีเซียม > โพแทสเซียม > โซเดียม > ไฮโดรเจน

ประจุบวกพวกแคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียมและโซเดียม จัดว่าเป็น ประจุบวกที่มีฤทธิ์เป็นเบส (basic cation) ถ้ามีอยู่ในดินมากทำให้ดินมีปฏิกิริยาเป็นด่าง ส่วนอลูมิเนียม และไฮโดรเจนอิออนจัดเป็นพวกมีฤทธิ์เป็นกรด (acidic cation) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (base saturation percentage) เป็นค่าที่ได้จากปริมาณร้อยละของเบสต่อความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน มีประโยชน์ในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ดิน

3) พีเอชดิน (soil pH)

พีเอชเป็นค่าที่วัดความเป็นกรด หรือด่างของดิน ค่าของพีเอชมีค่าตั้งแต่ 0 – 14 ที่พีเอช 7 ดินมีสภาพเป็นกลาง เมื่อพีเอชต่ำกว่า 7 สภาพความเป็นกรดจะสูงขึ้น เมื่อมีค่าพีเอชลดลงจนถึงมีค่าเท่ากับศูนย์ซึ่งจะมีความเป็นกรดสูงสุดเท่ากับกรดเกลือ ในทางตรงกันข้าม เมื่อพีเอชสูงกว่า 7 จะมีสภาพเป็นด่างและสภาพความเป็นด่างจะสูงขึ้นตามค่าของพีเอช

พีเอชดินเป็นสมบัติทางเคมีที่มีการวัด หรือ ตรวจสอบอยู่เสมอแทบทุกครั้งที่มีการวิเคราะห์ เป็นคุณสมบัติของดินที่เปรียบเสมือนอุณหภูมิของคน เพราะค่าพีเอชจะมีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติอื่น ๆ เช่น สภาพความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ปริมาณ กิจกรรม และประเภทของจุลินทรีย์ในดิน มีผลต่อการเน่าเปื่อยสลายตัวของอินทรียวัตถุ นอกจากนี้ยังมีผลต่อปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ดินจะละลายออกมา เช่น ธาตุฟอสฟอรัส ถ้าดินมีพีเอชต่ำ หรือสูงเกินไปจะอยู่ในรูปที่พืชนำมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ ในดินที่มีสภาพความเป็นกรดสูงธาตุ

บางอย่าง เช่น เหล็ก แมงกานีส โบรอน และทองแดง จะละลายออกมาในปริมาณสูง อาจเป็นพิษต่อพืชและจุลินทรีย์ในดิน ความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชกับปริมาณธาตุอาหารพืช แสดงไว้ในรูปค่าพีเอชที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช จะอยู่ระหว่างเป็นกรดเล็กน้อย และด่างเล็กน้อย ประมาณ 5 – 9

3.1.6 คุณลักษณะของดินในประเทศไทย (https://osl101.ldd.go.th, 2561)

การศึกษาดินด้านปฐพีวิทยาธรรมชาติเพื่อเรียนรู้ลักษณะสมบัติต่างๆ ของดิน การเกิดและปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างตัวของดิน รวมถึงการแจกแจงชนิดของดินและทำแผนที่ดินในประเทศไทยนั้น ได้เริ่มต้นดำเนินการมาตั้งแต่ก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 ประมาณปี พ.ศ. 2478 โดยมี Dr. R.L. Pendleton นักวิทยาศาสตร์ทางดินและการเกษตรชาวอเมริกัน ซึ่งเข้ามาปฏิบัติงานในฐานะที่ปรึกษาของกรมกสิกรรมและประมงในสมัยนั้นเป็นผู้ริเริ่ม โดยมีนักวิชาการฝ่ายไทย คือ ดร.สาโรช มนตระกูล และ ดร.เริ่ม บูรณฤกษ์ เป็นผู้ร่วมงานอย่างใกล้ชิด ทำการสำรวจดินในระดับประเทศ (Reconnaissane soil survey) โดยยึดถือระบบการสำรวจและจำแนกดินตามแบบของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (Untied States Department of Agriculture : USDA) ปี 1938 หรือที่เรียกว่า ระบบ USDA 1938 เป็นหลัก

ในปี พ.ศ. 2510 นักวิชาการทางดินของประเทศไทยจึงได้นำระบบการจำแนกใหม่ ที่เรียกว่า ระบบอนุกรมวิธานดิน (Soil Taxonomy) เข้ามาใช้ในระบบการสำรวจและจำแนกดินของประเทศไทย ซึ่งต่อมาได้พิจารณาแล้วเห็นว่า เป็นระบบที่เหมาะสมที่จะใช้เป็นระบบการจำแนกดินในประเทศไทย จึงได้ทำการจัดจำแนกดินตามระบบอนุกรมวิธานดินนี้มาจนถึงปัจจุบัน การจำแนกดินตามอนุกรมวิธานดินนี้ มีการแบ่งชั้นการจำแนกดินออกเป็น 6 ขั้น คือ อันดับ อันดับย่อย กลุ่มดินใหญ่ กลุ่มดินย่อย วงศ์ดิน และชุดดิน

หน่วยจำแนกดินที่เล็กที่สุดในระบบนี้ คือ "ชุดดิน" ปัจจุบันมีชุดดินต่างๆ ที่เป็นตัวแทนดินที่พบในพื้นที่ต่างๆ ขอประเทศไทย มากกว่า 200 ชุดดิน (สามารถศึกษาชุดดินต่าง ๆ ได้ที่สำนักดินและวางแผนสำรวจการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หรือ www.ldd.go.th)

ดินได้รับอิทธิพลจากปัจจัยต่างๆ เช่น สภาพภูมิอากาศ สภาพพื้นที่และระยะเวลาในการพัฒนาที่ต่างกัน ดังนั้น ดินในแต่ละที่จึงแตกต่างกันไปตามอิทธิพลของปัจจัยเหล่านี้ ส่งผลให้ดินแต่ละพื้นที่มีลักษณะเด่นและสมบัติเฉพาะตัว

พื้นที่เป็นทิวเขา เชิงเขา หุบเขา ส่วนใหญ่จะอยู่ในภาพเหนือและภาคตะวันตกของประเทศส่วนในภาคใต้จะมีพื้นที่เป็นเขาสูงแล้วลาดไปสู่ชายฝั่งทั้งในด้านของอ่าวไทยและทะเลอันดามัน ในภาคตะวันออกมีทิวเขาสลับเนินเขาและที่ราบโดยรอบทิวเขาส่วนบริเวณภาคกลาง นั้นมีพื้นที่เป็นที่ราบลุ่ม มีภูเขาโดดอยู่ประปราย โดยเฉพาะในภาคกลางตอนบน

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรมพัฒนาที่ดิน สำนักสำรวจและวิจัยที่ดิน ได้ทำการสำรวจทรัพยากรดินในประเทศ พบว่า ดินในประเทศไทยส่วนใหญ่มีลักษณะเด่นคือ เป็นดินเขตร้อนและมักจะขาดความอุดมสมบูรณ์ จากปัจจัยและสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันทำให้ลักษณะของดินที่เกิดในบริเวณต่างๆจึงแตกต่างกันไปด้วย ซึ่งลักษณะดินในประเทศเทศไทยแบ่งตามภูมิภาค มีลักษณะดังนี้

ทรัพยากรดินในภาคใต้

ลักษณะดินที่พบส่วนใหญ่ในภาคใต้ เป็นดินที่อยู่ในสภาพอากาศที่ค่อนข้างชื้น เนื่องจากสภาพภูมิประเทศที่มีลักษณะเป็นแหลมหรือแผ่นดินยื่นลงไปในทะเล มีพื้นที่ชายฝั่งทะเลเป็นแนวยาวทั้งสองด้าน ตอนกลางมีเทือกเขาสูงทอดตัวเป็นแนวยาวเหนือ-ใต้ และมีสภาพภูมิอากาศเป็นแบบร้อนชื้นมีฝนตกชุกสม่ำเสมอ

ดินในพื้นที่ดอนส่วนใหญ่เป็นดินที่มีพัฒนาการมาก มีการชะล้างสูง ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในเกณฑ์ต่ำ จัดได้ว่าเป็นดินที่มีศักยภาพทางการเกษตรต่ำถึงค่อนข้างต่ำ ตัวอย่างชุดดินที่ใช้ทำการเกษตรของภาคใต้ได้แก่ ชุดดินบางนารา ชุดดินพัทลุง ชุดดินภูเก็ต ชุดดินชุมพร ดังรูป

รูปที่ 3 – 2 ตัวอย่างชุดดินที่ใช้ทำการเกษตรของภาคใต้

ที่มา: https://osl101.ldd.go.th, 2561

ทรัพยากรดินในภาคกลาง

สภาพพื้นที่โดยทั่วไปเป็นที่ราบลุ่มของแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำแม่กลอง และลำน้ำสาขา ทำให้มีพื้นที่ราบต่อเนื่องกันเป็นบริเวณกว้าง วัตถุต้นกำเนิดดินส่วนใหญ่เป็นพวกตะกอนน้ำพา ดินในแถบนี้จึงมีศักยภาพทางการเกษตรอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ประกอบกับพื้นที่การเกษตรส่วนใหญ่อยู่ภายใต้ระบบชลประทาน การใช้ประโยชน์ที่ดินจึงมีประสิทธิภาพมากกว่าภาคอื่นๆ แม้ว่าจะมีปัญหาดินเปรี้ยวอยู่บ้าง ตัวอย่างชุดดินที่ใช้ในการทำการเกษตรของภาคกลางได้แก่ ชุดดินบางเลน ชุดดินนครปฐม ชุดดินราชบุรี ชุดดินกำแพงแสน ดังรูป

รูปที่ 3 – 3 ตัวอย่างชุดดินที่ใช้ทำการเกษตรของภาคกลาง

ที่มา: https://osl101.ldd.go.th, 2561

ทรัพยากรดินในภาคเหนือ

สภาพพื้นที่โดยทั่วๆ ไปเป็นเทือกเขาสูงสลับกับที่ราบระหว่างหุบเขา หรือที่ราบบริเวณสองฝั่งแม่น้ำสายใหญ่ ลักษณะดินที่พบส่วนใหญ่เป็นดินที่มีพัฒนาการไม่มากนัก ในดินยังคงมีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอยู่ในระดับที่ไม่ต่ำจนเกินไป ดินในบริเวณที่ราบหรือค่อนข้างราบเป็นดินที่มีศักยภาพทางการเกษตรอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง แต่ข้อจำกัดของพื้นที่ภาคเหนือที่สำคัญคือ เป็นพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน มีพื้นที่ภูเขาและเทือกเขาต่างๆ ที่มีความลาดชันมากกว่าร้อยละ 35 ขึ้นไป ครอบคลุมเป็นบริเวณกว้างขวาง ซึ่งพื้นที่เหล่านี้จัดว่ามีความเสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายสูง ไม่เหมาะสมสำหรับทำการเกษตร ตัวอย่างชุดดินที่ใช้ทำการเกษตรของภาคเหนือได้แก่ ชุดดินหางดง ชุดดินเชียงราย ชุดดินสันป่าตอง และชุดดินบ้านจ้อง ดังรูป

รูปที่ 3 – 4 ตัวอย่างชุดดินที่ใช้ทำการเกษตรของภาคเหนือ

ที่มา: https://osl101.ldd.go.th, 2561

ทรัพยากรดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

สภาพพื้นที่เป็นที่ลุ่มสลับกับที่ดอน วัตถุต้นกำเนิดดินส่วนใหญ่เกิดจากการสลายตัวผุพังอยู่กับที่ของหินตะกอน หรือเป็นชิ้นส่วนของหินตะกอนที่ผุพังและถูกเคลื่อนย้ายมาในระยะทางไม่ไกลนัก ลักษณะดินที่พบส่วนใหญ่มักจะเป็นดินที่มีพัฒนาการสูง มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดินมีโอกาสขาดแคลนน้ำได้ง่าย เนื่องจากเนื้อดินเป็นทรายจัด นอกจากนี้ยังมีดินที่มีปัญหาในการใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตรอีกด้วย เช่น ดินเค็ม ดินทราย ดินมีกรวดศิลาแลงปนอยู่ในระดับตื้น ส่งผลให้ศักยภาพของดินทางการเกษตรส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำหรือต่ำ ตัวอย่างชุดดินที่ใช้ทำการเกษตรของภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้แก่ ชุดดินร้อยเอ็ด ชุดดินพิมาย ชุดดินโคราช และชุดดินยโสธร ดังรูป

รูปที่ 3 – 5 ตัวอย่างชุดดินที่ใช้ทำการเกษตรของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ที่มา: https://osl101.ldd.go.th, 2561

3.1.7 ความสัมพันธ์และ/หรือความเกี่ยวข้องของดินกับสิ่งแวดล้อม

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นถึงความสำคัญของดิน (3.1.1 ความสำคัญของดิน) ดินยังถือเป็นทรัพยากรสำคัญที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ทรัพยากรน้ำ ทรัพยากรป่าไม้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (ชาลี, 2548)

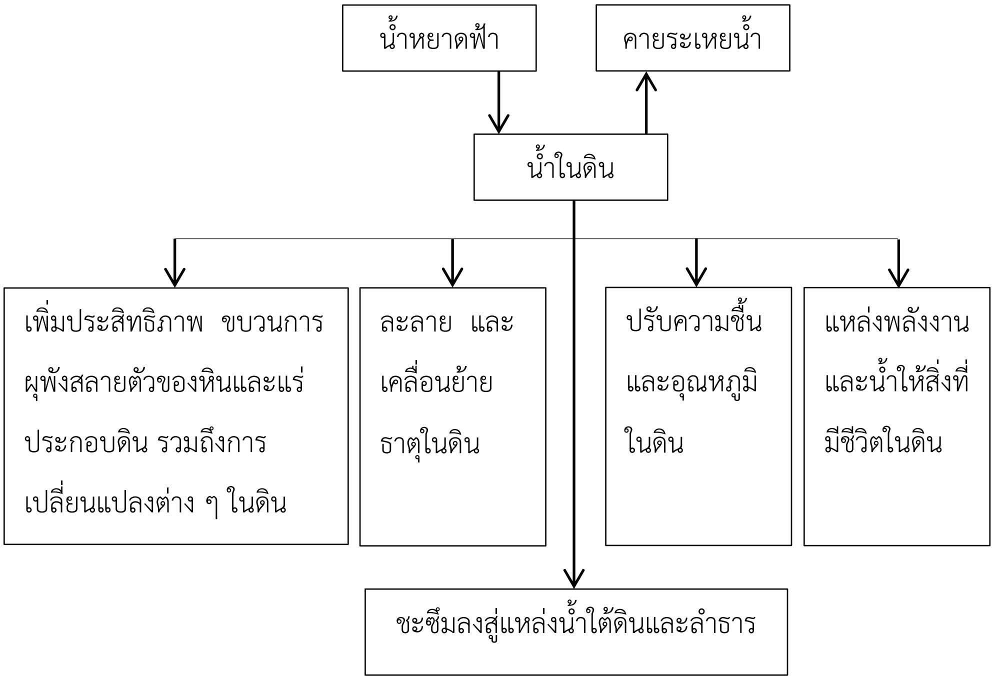
1) ความสัมพันธ์ระหว่างทรัพยากรดิน และน้ำ

ทรัพยากรดินและทรัพยากรน้ำ จัดเป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ มีความเกี่ยวข้องในระบบนิเวศ กล่าวคือเป็นแหล่งพลังงานและวัตถุที่ป้อนเข้าสู่ระบบนิเวศซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้สิ่งมีชีวิตในระบบสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ทรัพยากรดินต้องการน้ำเพื่อรักษาระดับอุณหภูมิความชื้นไว้ให้สิ่งที่มีชีวิตในดินให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้เพื่อเกิดขบวนการแปรสภาพของแร่ประกอบดิน และย่อยสลายสารอินทรีย์ต่าง ๆ ในขณะที่ปริมาณน้ำและคุณภาพน้ำจะมีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะของทรัพยากรดิน

(1) <u>ความสัมพันธ์ของน้ำต่อดิน</u> เมื่อพิจารณาวัฎจักรของน้ำเราจะเห็นว่าน้ำมีความสัมพันธ์กับดินตั้งแต่เป็นน้ำหยาดฟ้า (Precipitation) ที่ตกลงมาสู่ดินทั้งในรูปของหมอก ฝน หิมะ ลูกเห็บ และน้ำค้าง น้ำหยาดฟ้าต่าง ๆ เหล่านี้เปลี่ยนสถานภาพและบางส่วนถูกกักเก็บไว้ช่องว่างขนาดเล็กในดิน (Soil Micro pore) น้ำที่อยู่ในดินนี้มีความสำคัญอย่างมากในขบวนการต่าง ๆ ทั้งทางกายภาพและชีวเคมีในดิน น้ำจึงถูกจัดไว้เป็นองค์ประกอบดินในธรรมชาติ ดังนั้นมวลดินจะมีน้ำอยู่เสมอไม่มากก็น้อย หน้าตัดดินเปรียบเสมือนภาชนะบรรจุน้ำซึ่งมีน้ำไหลเข้าและออกอยู่เสมอ น้ำที่ไหลเข้าไปในดินจะเคลื่อนที่ต่อไปในทิศทางต่าง ๆ และออกจากดินอยู่เสมอ เช่น การคายระเหยจากดินและพืชสู่อากาศ หรือเคลื่อนที่ไปทางดิ่งหรือทางลึก (Percolation) และไหลลงสู่แม่ลำธาร เนื่องจากน้ำมีคุณสมบัติเป็นตัวทำละลาย ควบคุมการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และเป็นสิ่งที่จำเป็นของสิ่งมีชีวิต เราจึงพบว่าน้ำสามารถละลายเกลือ และแร่ธาตุต่าง ๆ ในดิน สามารถนำพาสารละลายต่าง ๆ ออกจากดินได้ นอกจากนี้ขบวนการต่าง ๆ ในดินที่เกิดขึ้นต้องการอุณหภูมิและความชื้นที่พอเหมาะ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำหรือความชื้นในดินอาจทำให้อาจทำให้เกิดความเสื่อมโทรมของดินได้ เช่น การเกิดดินกรดกำมะถัน (Acid Sulfate Soil) ในบริเวณราบลุ่มชายฝั่งทะเล เนื่องจากมีการระบายน้ำออกจากดิน หรือ

การที่ดินมีสารประกอบกำมะถันเปลี่ยนเป็นกรดกำมะถันเมื่อดินแห้ง การเกิดดินลูกรังขยายพื้นที่เพิ่มมากขึ้นเนื่องจากดินมีสารละลายของเหล็กปนอยู่สูงเกิดการเติมออกซิเจน (Oxidation) เมื่อดินแห้ง และการแพร่กระจายของพื้นที่ดินเค็มในภาคอีสานเนื่องจากน้ำในดินไปละลายสารละลายเกลือที่อยู่ในชั้นดินล่างแล้วแพร่ลงสู่พื้นที่ที่ต่ำกว่า เป็นต้น

(2) <u>ความสัมพันธ์ของดินต่อน้ำ</u> ความสัมพันธ์ของดินที่มีต่อน้ำมองได้ 2 ลักษณะ คือ ความสัมพันธ์ในด้านปริมาณน้ำและคุณภาพน้ำที่ถูกปล่อยออกมาจากดินลงสู่แหล่งน้ำ คุณลักษณะของดินที่ต่างกันย่อมมีความสามารถในการดูดซับน้ำและสารละลายต่าง ๆ ได้ไม่เท่ากัน ทั้งนี้เนื่องจากดินมีช่องว่างที่แตกต่างกันทั้งในด้านขนาดและปริมาณ ดินเนื้อละเอียดจะดูดซับน้ำและประจุต่าง ๆ ได้ดีกว่าดินเนื้อหยาบ ดังนั้นในพื้นที่ที่มีดินเนื้อละเอียดน้ำที่ไหลผ่านจะค่อย ๆ ไหลรินออกมาและน้ำค่อนข้างใส หรือมีคุณภาพมีคุณ ในขณะที่ดินเนื้อที่หยาบกว่าน้ำที่ไหลผ่านจะไหลรินออกมาอย่างรวดเร็วและน้ำมีการปนเปื้อนสูง



รูปที่ 3 – 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างทรัพยากรดิน และน้ำ
ที่มา: ชาลี, 2548

2) ความสัมพันธ์ระหว่างทรัพยากรดิน และป่าไม้

ดินเป็นแหล่งของธาตุอาหารพืชที่สำคัญของต้นไม้ นอกจากนี้ในดินยังเป็นแหล่งน้ำและอากาศ ที่พืชนำไปใช้ในขบวนการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารพืช ขบวนการสังเคราะห์แสง ขบวนการเมตาโบลิซึมต่าง ๆ และขบวนการหายใจ เป็นต้น เมื่อใดที่ระบบนิเวศของดินเสื่อมโทรมลง ระบบย่อยต่าง ๆ ของดินทำหน้าที่ได้ไม่สมบูรณ์ย่อมส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ได้ ซึ่งเราจะพบว่าประเภทและชนิดของป่าอาจเปลี่ยนแปลงหรือปรับตัวให้เข้ากับระบบนิเวศของดินที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าเบญจพรรณไปเป็นป่าเต็งรัง เป็นต้น ความสัมพันธ์ของคุณลักษณะดินกับชนิดของป่า (แสดงไว้ในรูปที่ 3 – 7) ขึ้นอยู่กับระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน เนื้อดิน และความลึกของดินเป็นต้น

(1) <u>ความสัมพันธ์ของดินต่อป่าไม้</u> ปัจจัยของคุณลักษณะดินที่เด่นที่มีความสัมพันธ์กับประเภทและชนิดของป่าไม้ ได้แก่ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน เนื้อดิน และความลึกของดิน

(1.1) <u>ความอุดมสมบูรณ์ของดิน</u>

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน หมายถึง ปริมาณธาตุอาหารพืชที่จำเป็นในดินที่มีเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช จำแนกระดับความอุดมสมบูรณ์ของพืชได้เป็น 3 ระดับ คือ สูง ปานกลาง และต่ำ การประเมินหาระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยทั่วไปพิจารณาจากใช้ระดับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (Cation Exchange Capacity : CEC)

(1.2) <u>เนื้อดิน</u>

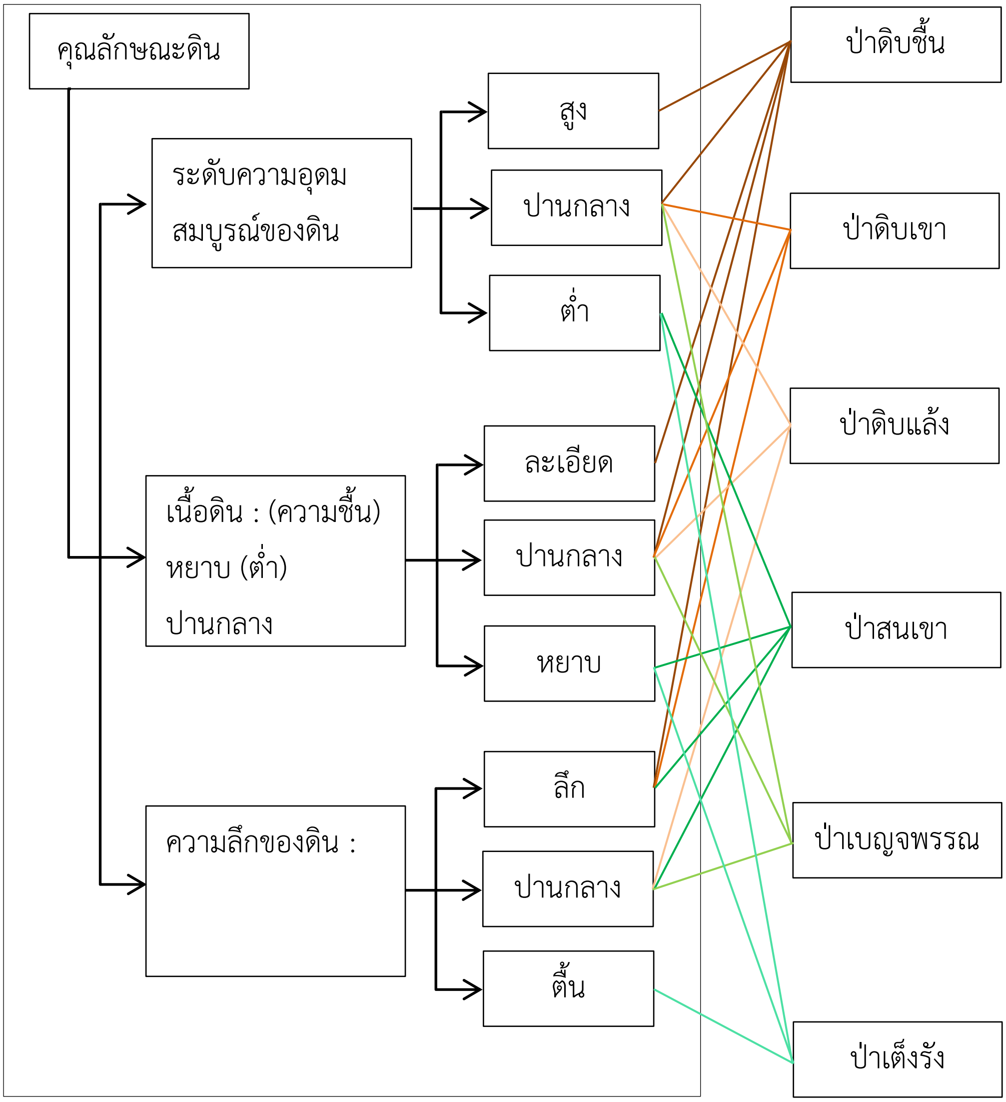
เนื้อดิน คือ ลักษณะทางกายภาพของดินที่เกิดจากการผสมของอนุภาคดิน ขนาดดินเหนียว ทราย และทรายแป้ง ผสมกันในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน เนื้อดินมีส่วนสัมพันธ์กับความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ และการดูดซับน้ำของดินเนื่องจากเนื้อดินที่ต่างกันทำให้เกิดขนาดและปริมาณช่องว่างในดินที่แตกต่างกัน กล่าวคือในดินเนื้อหยาบจะมีช่องว่างในดินขนาดใหญ่เป็นปริมาณมากกว่าดินเนื้อละเอียด เป็นผล

ต่อความสามารถในการดูดซับน้ำได้มากกว่าดินเนื้อปานกลาง และดินเนื้อหยาบ ตามลำดับ ในขณะที่ดินเนื้อหยาบระบายน้ำได้ดีกว่าดินเนื้อปานกลาง และดินเนื้อละเอียด ตามลำดับ

(1.3) ความลึกของดิน

ความลึกของดิน ได้แก่ ระดับความลึกของหน้าตัดดินในส่วนที่เป็นเนื้อดิน หรือเนื้อดินปนเศษหินผุ หรือปนด้วยลูกรัง ที่มีความลึกจากผิวดินไปจนถึงหินพื้น (Bed Rock) การที่ดินมีความลึกมาก หมายความว่า ดินมีปริมาณของธาตุอาหารพืช น้ำ และอากาศมากขึ้นด้วย ในขณะเดียวกันจะช่วยเพิ่มพื้นที่ในการยึดเกาะและช่วยพยุงเพื่อการตั้งตัวของต้นไม้ ระดับความลึกที่จำแนกไว้มี 5 ระดับ เช่น ตื้นมาก (<25 เซนติเมตร) ตื้น (25 – 50 เซนติเมตร) ค่อนข้างลึก (50 – 100 เซนติเมตร) ลึก (100 – 150 เซนติเมตร) ลึกมาก (>150 เซนติเมตร)

(2) ความสัมพันธ์ของป่าไม้ต่อดิน ป่าไม้นับว่ามีความสัมพันธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงของดิน อากาศและน้ำอย่างใกล้ชิดในด้านทรัพยากรดิน ป่าไม้ทำให้เกิดการหมุนเวียนของธาตุอาหารพืชในดิน ควบคุมการหมุนเวียนน้ำในดิน ช่วยลดปริมาณแรงการตกกระทบของฝน ช่วยลดอำนาจในการพัดพาตะกอนดินและการกัดเซาะดินที่เกิดการไหลบ่าของน้ำที่ผิวดิน นอกจากนี้ป่ายังช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน โดยเฉพาะอินทรียวัตถุในชั้นดินบน และลดปริมารการระเหยของน้ำในดิน และปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน ประเภทและชนิดของป่าที่ต่างกันย่อมมีความสัมพันธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณลักษณะดินที่ต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากป่าแต่ละชนิดมีคุณลักษณะที่ต่างกัน ลักษณะของป่าที่มีความสัมพันธ์กับดิน ได้แก่ โครงสร้างของป่า เช่น ความหนาแน่นของเรือนยอด ปริมาณชีวมวลของต้นไม้ และระบบความหนาแน่นของต้นไม้ เป็นต้น



รูปที่ 3 – 7 แสดงความสัมพันธ์ของคุณลักษณะของดินกับชนิดของป่าไม้

ที่มา: ชาลี, 2548

จะเห็นได้ว่าดินมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ดังนั้นจึงควรมีการวิเคราะห์ดินทางสิ่งแวดล้อมเพื่อจะได้ทราบถึงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน เพื่อจะได้นำไปปรับปรุงสภาพของดินให้เหมาะสมกับการที่จะนำดินไปใช้ประโยชน์กับสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ อย่างถูกต้อง

3.1.8 หลักการหรือมาตรฐานการวิเคราะห์ดินทางสิ่งแวดล้อม

คู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินทางสิ่งแวดล้อมจะนำหลักการหรือมาตรฐานการวิเคราะห์ดินจากกรมพัฒนาที่ดินเป็นหลัก เนื่องจากเป็นหน่วยงานของประเทศไทยที่มีความน่าเชื่อถือเกี่ยวกับเรื่องดิน โดยคำนึงถึงเครื่องมือวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์ที่มีอยู่ของคณะ ซึ่งหลักการการวิเคราะห์ดินทางสิ่งแวดล้อม มีดังนี้

1) การวิเคราะห์ความชื้นในดิน (Soil Water Content)

ความชื้นในดิน เป็นสัดส่วนระหว่างมวลของน้ำในดินกับมวลของดินแห้ง โดยทั่วไปสัดส่วนนี้มีค่าระหว่าง 0.05 – 0.5 กรัม/กรัม การจัดการดิน การใช้ดินจากการเกษตร ส่วนใหญ่ใช้น้ำเป็นปัจจัยสำคัญต่อผลผลิตของพืช ดังนั้นการตรวจวัดปริมาณน้ำที่มีอยู่ในดิน จึงสามารถกำหนดปริมาณน้ำให้ดินได้ เพื่อเป็นหลักประกันว่าพืชจะได้รับน้ำอย่างเพียงพอ และใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

การวัดจำนวนน้ำในดินนิยมวัดเป็นระดับความชื้น (Water Content) หมายถึง สัดส่วนระหว่างปริมาณของน้ำกับปริมาณของดินที่น้ำนั้นบรรจุอยู่ อาจแสดงได้หลายรูปแบบ ดังนี้

(1) <u>ระดับความชื้นโดยมวล</u> (Mass Water Content)

ระดับความชื้นโดยมวล หมายถึง สัดส่วนระหว่างมวลของน้ำกับมวลของดินแห้ง ซึ่งบรรจุน้ำอยู่ แสดงได้ดังสมการ

$$\theta_m = \frac{m_w}{m_s} \qquad \text{......................(1)}$$

ในที่นี้ θ_m คือ ระดับความชื้นโดยมวล m_w คือ มวลของน้ำในดิน และ m_s คือ มวลของดินแห้งสนิทที่ผ่านการอบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 – 110 องศาเซลเซียส จนมีมวลคงที่

(2) <u>ระดับความชื้นโดยปริมาตร</u> (Volume Water Content)

ระดับความชื้นโดยปริมาตร หมายถึง สัดส่วนระหว่างปริมาตรของน้ำในดินกับปริมาตรรวมของดิน ปริมาตรรวม (Bulk Volume) ในที่นี้

หมายถึง ผลรวมของปริมาตรของแข็ง (Solid Volume) และปริมาตรช่อง (Pore Volume) ระดับความชื้นโดยปริมาตรแสดงได้ตามสมการ

$$\theta_v = \frac{V_w}{V_s} \qquad \text{......................(2)}$$

ในที่นี้ θ_v คือ ระดับความชื้นโดยปริมาตร V_w คือ ปริมาตรของน้ำในดิน และ V_s คือ ปริมาตรรวมของดิน

θ_v และ θ_m มีความสัมพันธ์กันตามสมการ

$$\theta_v = \theta_m \cdot \frac{\rho_b}{\rho_w} \qquad \text{......................(3)}$$

ในที่นี้ ρ_b คือ ความหนาแน่นรวม (Bulk Density) และ ρ_w คือ ความหนาแน่นของน้ำ ระดับความชื้นโดยปริมาตรมีที่ใช้มากกว่าระดับความชื้นโดยมวล โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาการไหลของน้ำในดิน แต่ขั้นตอนการประเมินระดับความชื้นโดยปริมาตรมีความยุ่งยากกว่า ดังนั้นจึงมักประเมินระดับความชื้นโดยปริมาตร จากสมการ (3) เมื่อทราบระดับความชื้นโดยมวล และความหนาแน่นรวมของดิน ณ จุดนั้น

2) การวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดิน (Soil Bulk Density)

สำนักงานวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2547) ได้กล่าวไว้ว่า ความหนาแน่นรวมของดิน หมายถึงสัดส่วนระหว่างมวลของดินขณะที่มวลแห้งสนิทต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรรวมของดิน (ปริมาตรของอนุภาคดินและช่องว่างในดิน) ส่วนใหญ่ค่าความหนาแน่นรวมของดินจะเพิ่มขึ้นตามความลึกเนื่องจากมีอินทรียวัตถุน้อยกว่าดินบน ดินล่างต้องรับน้ำหนักของดินที่อยู่ข้างบนหรือเครื่องมือทางการเกษตรกรรม การเหยียบย่ำของคนหรือสัตว์

ดินในที่ต่าง ๆ จะมีค่าความหนาแน่นรวมแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เนื้อดิน โครงสร้างของดิน เป็นต้น โดยทั่ว ๆ ไปค่าความ

หนาแน่นรวมของดินบนที่มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ดินร่วนปนเหนียว และดินร่วนปนทรายแป้ง มีค่าอยู่ในช่วง 1.20 – 1.80 กรัมต่อลูกบากศ์เซนติเมตร ส่วนใหญ่ค่าความหนาแน่นรวมของดินจะเพิ่มขึ้นตามความลึกเนื่องจากมีอินทรียวัตถุน้อยกว่าดินบน ดินล่างต้องรับน้ำหนักของดินที่อยู่ข้างบนหรือเครื่องมือเขตกรรม การเหยียบย่ำของคนหรือสัตว์ การหาความหนาแน่นรวมของดินมีหลายวิธี แต่ที่นิยมใช้กันคือ clod method และ core method ปกติความหนาแน่นจาก clod method จะสูงกว่า core method เนื่องจากปริมาตรของดินไม่ได้รวมถึงปริมาตรของช่องว่างระหว่างเม็ดดินกับวงแหวน ห้องปฏิบัติการของคณะจึงเลือกใช้วิธี core method

3) การวิเคราะห์หาขนาดอนุภาคดินโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer method)

สำนักงานวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2547) ได้กล่าวไว้ว่า การวิเคราะห์ขนาดของอนุภาคดิน หมายถึง การหาสัดส่วนโดยมวลของกลุ่มขนาดอนุภาคดินเหนียว (Clay) กลุ่มขนาดอนุภาคทรายแป้ง (Silt) และกลุ่มขนาดอนุภาคทราย (Sand) ในดินที่มีขนาดไม่เกิน 2 มิลลิเมตร ซึ่งอนุภาคในชั้นดินแบ่งกว้าง ๆ ออกเป็น 3 กลุ่มขนาดคือ

1. กลุ่มดินเนื้อหยาบ (coarse-textured soils) เนื้อดินที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่ ทราย (sand) ทรายร่วน (loamy sand) และร่วนปนทราย (sandy loam)
2. กลุ่มดินเนื้อปานกลาง (medium-textured soils) ประเภทที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่ ดินร่วน (loam) ดินร่วนปนทรายแป้ง (silt loam) ทรายแป้ง (silt) และดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam)
3. กลุ่มดินเนื้อละเอียด (fine textured soils) ประเภทที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่ ดินเหนียวปนทราย (sandy clay) ดินเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay) ดินเหนียว (clay) ดินร่วนเหนียว (clay loam) และดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay loam)

การวิเคราะห์จะเน้นเฉพาะส่วนที่เป็นอนินทรียสารขององค์ประกอบหลักของดิน ในการวิเคราะห์ขนาดของอนุภาคดินหรือบางครั้งก็เรียกว่า การหาลักษณะเนื้อดิน (Soil texture) วิธีที่นิยมใช้ในห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ได้แก่ Pipette method

และ Hydrometer method ห้องปฏิบัติการคณะเลือกใช้วิธี Hydrometer ซึ่งสะดวกและมีความเหมาะสม

4) การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

pH ของดินเป็นคุณสมบัติที่มีผลกระทบอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นประโยชน์ของธาตุต่าง ๆ ในดินทั้งที่เป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืช เช่น P, Cu, Fe, Mn, Mo และ Zn รวมถึงธาตุที่ไม่มีความจำเป็นต่อพืช เช่น Al (พัชรี, 2552) การวัด pH ของดิน เป็นการตรวจวัดที่ทำสะดวก และรวดเร็ว สามารถทำได้ง่ายเป็นวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้กันทั่วไป และยังสามารถใช้ประเมินสถานะความอุดมสมบูรณ์ของดินได้เป็นอย่างดี (Coyne and Thompson, 2006)

สำนักงานวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2547) ได้กล่าวไว้ว่า ปฏิกิริยาของดิน หมายถึง ความเป็นกรด (Acidity) หรือความเป็นด่าง (Alkalinity) ของดิน การที่ดินมีสภาพเป็นกรดหรือเป็นด่าง เป็นเพราะ Hydrogen ion (H^+)ในสารละลายดิน ถ้าในสารละลายดินมี $H^+ > OH^-$ ดินมีปฏิกิริยาเป็นกรด ถ้าในสารละลายดินมี $H^+ < OH^-$ ดินมีปฏิกิริยาเป็นด่าง และถ้า $H^+ = OH^-$ ดินมีปฏิกิริยาเป็นกลาง

การวิเคราะห์ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน นิยมวัดเป็นค่า pH เรียกว่า มาตราพีเอช (pH Scale) ที่บ่งบอกเป็นตัวเลขซึ่งสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ H^+ มากกว่าการใช้ความเข้มข้นของ H^+ โดยตรงเป็นดรรชนีของความเป็นกรดและความเป็นด่าง

จากสูตร

$$pH = -\log [H^+]$$

เมื่อ

pH = ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง

log = logarithm ฐาน 10

$[H^+]$ = ความเข้มข้นของ H^+ ที่อยู่ในสารละลาย มีหน่วยเป็นโมลาร์ (molar; M)

การวัด pH ของดิน ในห้องปฏิบัติการ ใช้วัดด้วยเครื่อง pH meter หลักการเหมือนกับการวัด pH โดยทั่วไป แต่การวัด pH ของดินใช้สารละลายได้หลายชนิด เป็นต้นว่า วัดในน้ำ ในสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ หรือโซเดียมฟลูออไรด์ การใช้สารละลายต่างชนิดกัน จะเป็นตัวชี้บอกคุณสมบัติบางอย่างของดินนั้น ๆ เมื่อต้องการทราบเพียงว่าดินมี pH เป็นกรดหรือด่าง การวัดใช้วัดในน้ำในอัตราส่วนของดินต่อน้ำต่าง ๆ กัน ตั้งแต่อัตราส่วน 1:1 1:2 1:2:5 1:5 ผู้วัดจะเลือกวัดใช้อัตราส่วนใดก็ได้ แต่มีข้อสังเกตว่าปริมาณสัดส่วนของน้ำที่ต่างกันจะมีผลต่อค่า pH ที่วัดได้ ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินโดยทั่วไปมักใช้สัดส่วนดินต่อน้ำเป็น 1:1 หรือ 1:2 ในกรณีที่ต้องการทราบว่า ความเป็นกรดของดินเกิดจากปริมาณ Al^{3+} ในดิน หรือจาก H^{+} มักใช้วัด pH ในสารละลายของโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ความเข้มข้น 1 N ในอัตราส่วน 1:1

วิธีที่ห้องปฏิบัติการคณะนิยมใช้ในห้องปฏิบัติการคือ วิธี Electrometric หรือ Potentiometric method ใช้เครื่องมือ pH meter จากหลักการความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้า (Glass electrode) สองอันที่จุ่มอยู่ในสารละลายดิน ซึ่งผันแปรโดยกลับกับความเข้มข้นของ H^{+} อิสระที่อยู่ในสารละลาย ความสัมพันธ์นี้ถูกนำมาดัดแปลงให้อ่านออกมาเป็นค่า pH บนหน้าปัดของ pH meter

5) การวิเคราะห์ค่านำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC)

การวัดค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity, EC) ของดินเป็นค่าที่ใช้สำหรับประเมินความเข้มข้นของเกลือที่ละลายได้ในดิน ซึ่งเกลือที่ละลายได้ในดินที่สำคัญได้แก่ Na^{+},K^{+},Ca^{2+},Mg^{2+},NH^{4+},Cl^{-},NO_3^{-},HCO_3^{-} และ SO_4^{2-} (พัชรี, 2552) การวัดค่า EC จึงเป็นการประเมินปริมาณเกลือที่ละลายได้ของดิน และค่าที่ได้ยังใช้เป็นตัวกำหนดระดับความเค็มของดินด้วย อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำที่นิยมใช้มักเป็น 1:5 หรือที่เรียกว่า EC 1:5 หรือใช้วิธีการสกัดดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ แล้ววัดสารละลายที่สกัดได้ เรียกว่า EC extract (ECe) สัดส่วนของดินต่อน้ำจะใช้เท่าใดก็ตาม จะต้องระบุสัดส่วนนั้นไว้ด้วยทุกครั้งที่รายงานผล (สำนักงานวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2547)

ห้องปฏิบัติการคณะเลือกวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้า ดิน:น้ำ ในอัตราส่วน 1:5 เนื่องจากเป็นวิธีที่วิเคราะห์ได้ง่าย สะดวกรวดเร็ว และเหมาะสม

6) การวิเคราะห์ความเป็นกรดของดิน (Soil Acidity)

ความเป็นกรดของดิน คือ การที่ดินมีปริมาณประจุบวกแลกเปลี่ยนได้ส่วนใหญ่เป็นไฮโดรเจนไอออนซึ่งแตกตัวออกมาจากดิน เป็นอนุมูลอิสระในสารละลายดิน ซึ่งเมื่อวัด pH ของดินแล้วได้ต่ำกว่า 7 (กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2544) วิธีวัดความเป็นกรดของดินโดยใช้โพแทสเซียมคลอไรด์สกัด สามารถวัดได้ทั้งไฮโดรเจน และอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ ซึ่งค่าที่วัดได้นี้คืออะลูมินัมแทนที่ไอออนบวกที่เป็นด่าง และมีอยู่ดั้งเดิมในดินซึ่งถูกชะล้างไปจากดิน ดังนั้นจึงทำให้ดินอิ่มตัวด้วยอะลูมินัมมากขึ้นและสามารถคำนวณอะลูมินัมที่อิ่มตัวจากค่าความสามารถแลกเปลี่ยนประจุบวก คือ ร้อยละของอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ จะเป็นตัวชี้วัดความรุนแรงของอะลูมินัมต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของพืชโดยเฉพาะในดินกรดได้ดี ผลผลิตของพืชจะลดลงเมื่อเปอร์เซ็นต์การอิ่มตัวด้วยอะลูมินัมเพิ่มขึ้น (เจริญ และคณะ, 2540)

7) การวิเคราะห์อินทรียวัตถุในดิน (Organic Matter, OM)

อินทรียวัตถุในดิน หมายถึง อินทรียสารทุกชนิดที่มีอยู่ในดิน ซึ่งได้จากซากพืช ซากสัตว์ และสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่ในดิน สิ่งที่ขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์สลายตัวทับถมอยู่ในดิน รวมถึงอินทรียสารที่รากพืชปลดปล่อยออกมา และที่จุลินทรีย์สังเคราะห์ (กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2544)

วิธีการวิเคราะห์อินทรียวัตถุในดินที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางคือวิธี Walkley & Black ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) ภายใต้การ Standardize ด้วยโพแทสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) ในกรดซัลฟูริกเข้มข้น (Concentrated H_2SO_4) อินทรีย์คาร์บอน (Organic Carbon) ในดินจะถูกออกซิไดซ์ (Oxidize) ด้วยโพแทสเซียมไดโครเมต ที่ใส่ในปริมาณมากเกินพอ (แต่รู้ปริมาณที่แน่นอน) ปฏิกิริยาจะดำเนินไปได้อย่างรวดเร็วด้วยความร้อนที่เกิดขึ้นจากการผสมกรดซัลฟูริกเข้มข้นลงในสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต จากนั้นทำการไทเทรตสารละลายโพแทสเซียมที่

เหลือจากการทำปฏิกิริยาด้วยสารละลายมาตรฐานเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต ($Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$) ปริมาณโพแทสเซียมที่ใช้ไปมีค่าเท่ากับ คาร์บอน (C) ที่ถูกออกซิไดซ์ ซึ่งคำนวณกลับมาเป็นอินทรียวัตถุ (OM) การคำนวณหาปริมาณอินทรียวัตถุโดยวิธี Walkley & Black ตั้งอยู่บนสมมุติฐานว่าอินทรียวัตถุ มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบอยู่ 58 เปอร์เซ็นต์ และ อินทรีย์คาร์บอน ทำปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ 77 เปอร์เซ็นต์ (พัชรี และคณะ, 2550)

8) การวิเคราะห์หาไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (Total N)

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลักธาตุหนึ่งที่พืชต้องการเป็นปริมาณมาก และจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชเพราะไนโตรเจนช่วยพืชสร้างโปรตีน ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุด ไนโตรเจนในดินที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่แล้วจะถูกปลดปล่อยออกมาจากอินทรียวัตถุโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ดังนั้นการประเมินปริมาณไนโตรเจนทางอ้อมคือคำนวณจากปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ซึ่งโดยทั่วไปอินทรียวัตถุในดินจะมีไนโตรเจน 5 เปอร์เซ็นต์ (กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2544)

สำนักงานวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2547) ได้กล่าวไว้ว่า รูปของไนโตรเจนที่พืชสามารนำไปใช้ได้ส่วนใหญ่คือ NH_4^+ ซึ่งเกิดมาจากกระบวนการแอมโมนิฟิเคชั่น (Ammonification) และ NO_3^- ที่เกิดมาจากกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) ในดิน แต่ปริมาณและรูปของไนโตรเจน ทั้ง NH_4^+ และ NO_3^- ที่อยู่ในดินไม่แน่นอนมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ปริมาณของทั้งสองรูปเพิ่มขึ้นและลดลงโดยการสูญหายจากดินได้ง่าย ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นที่จะวิเคราะห์ เพราะไม่สามารถบอกปริมาณที่แน่นอนและเพียงพอของธาตุไนโตรเจนตลอดฤดูปลูก หรือฤดูเก็บเกี่ยวไม้ผลได้ จะวิเคราะห์ต่อเมื่อจะใช้ค่านั้นสำหรับงานวิจัยที่จำเป็นต้องประเมินในขณะนั้นเท่านั้น

ไนโตรเจนในดินที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่แล้ว จะถูกปลดปล่อยออกมาจากอินทรียวัตถุโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ดังนั้นการประเมินปริมาณไนโตรเจนทางอ้อมคือ คำนวณจากปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ซึ่งโดยทั่วไปอินทรียวัตถุในดิน จะมีไนโตรเจน 5 เปอร์เซ็นต์ ดังนี้

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน = ปริมาณอินทรียวัตถุ x 0.05
(เปอร์เซ็นต์)

การวิเคราะห์ Total N โดยวิธี Kjeldahl ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้ (พัชรี, 2552)

(1) <u>การย่อยสลายสารอินทรีย์</u> (Digestion)

ไนโตรเจนในดินซึ่งอยู่ในรูปสารอินทรีย์จะเปลี่ยนรูปเป็น NH_4^+-N ภายใต้การทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟูริกเข้มข้นที่ร้อนโดยมีตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งเป็นสารผสมที่ประกอบด้วย โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4), คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4.5H_2O$) และ ซีลีเนียม (Se) ดังปฏิกิริยา

$$\text{Organic N} + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4 + CO_2 + SO_2 + H_2O$$

(2) <u>การกลั่น</u> (Distillation)

NH_4^+-N ในสารละลายตัวอย่างที่ย่อยได้จะถูกนำมากลั่นกับด่างได้ NH_3 ดังปฏิกริยา

$$(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2NH_3 + 2H_2O$$

แอมโมเนีย (NH_3) ที่ได้จากการกลั่นจะถูกดักจับด้วย Boric acid indicator ดังปฏิกิริยา

$$H_3BO_3 + NH_3 \longrightarrow NH_4H_2BO_3 \text{ (Ammonium borate)}$$

(3) <u>การไทเทรต</u> (Titration)

นำสารละลายที่ได้จากการดักจับ NH_3 ด้วย Boric acid indicator ในขั้นตอนการกลั่น ซึ่งอยู่ในรูปแอมโมเนียมบอเรต ($NH_4H_2BO_3$) ไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานกรดที่จุดยุติจะมีการเปลี่ยนรูปกลับคืนมาเป็น Boric acid (H_3BO_3) ที่ pH 5 ดังปฏิกิริยา

$$NH_4H_2BO_3 + H^+ \longrightarrow H_3BO_3 + NH_4^+$$

9) การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available P)

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารพืชธาตุหนึ่งที่พืชต้องการเป็นปริมาณมาก และจะมีอยู่ในดินต่ำมากโดยมีค่าเฉลี่ยเพียง 0.06 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับไนโตรเจนที่มี 0.14 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 0.83 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินอยู่ในรูป อนุมูลฟอสเฟต คือ $H_2PO_4^-$ และ HPO_4^- ซึ่งได้จากกระบวนการแปรสภาพของอินทรียวัตถุ และจากการละลายของสารประกอบฟอสเฟตต่าง ๆ ในดิน ออกมาอยู่ในสารละลายดิน (soil solution) ซึ่งอยู่ในสภาพสมดุลกัน (กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2544)

วิธีวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน นิยมใช้วิธีของ Bray II ซึ่งประกอบด้วย 0.1 N สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) และ 0.03 N แอมโนเนียมฟลูออไรด์ (NH_4F) ซึ่งความเป็นกรดของสารละลายนี้จะช่วยละลายฟอสเฟตบางส่วนของแข็งในดินออกมา และ ฟลูออไรด์ (F^-) ในสารละลายสกัดจะช่วยแทนที่ฟอสเฟตไอออนที่ถูกดูดยึดอยู่ที่ผิวของ Soil Colloid ให้ออกมาอยู่ในรูปที่ละลาย ซึ่งอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช สามารถใช้ได้กับดินส่วนใหญ่ของประเทศ (สำนักงานวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2547)

10) การวิเคราะห์โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available K)

โพแทสเซียม เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการปริมาณมากและจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ในกิจกรรมสร้างและเคลื่อนย้ายน้ำตาล สังเคราะห์แสงและการหายใจ ฯลฯ โพแทสเซียมในดินมีอยู่ด้วยกัน 3 รูปคือ Fixed K, Exchangeable K^+ และ Soluble K^+ รูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ คือ Exchangeable K^+ และ Soluble K^+ สำหรับ Soluble K^+ นั้น พืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย แต่เนื่องจากมีปริมาณน้อยมากจึงไม่ค่อยนำมาใช้ในการประเมินปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2544)

การวิเคราะห์โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินนั้นมีสารละลายที่ใช้สกัดมากมายหลายชนิด แต่ที่นิยมใช้คือสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท (NH_4OAc) 1 N pH 7 (Jackson, 1958) โดยใช้ NH_4^+ และเปลี่ยนประจุ โพแทสเซียมให้

ออกมาอยู่ในสารละลายมากกว่าการใช้กรดสกัด ซึ่งเป็นการสกัดที่รุนแรง อาจจะทำให้ Fixed K (Slowly available K) ถูกปลดปล่อยออกมาด้วย ซึ่งจะทำให้ค่าโพแทสเซียมมีมากเกินกว่าโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ซึ่งอยู่ในรูปที่ละลายได้และแลกเปลี่ยนได้ (สำนักงานวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2547)

11) การวิเคราะห์หาความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน (Cation Exchange Capacity, CEC)

ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน คือ ผลรวมของแคตไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ซึ่งดินหรือดินเหนียวหรือวัสดุอื่น ๆ ดูดซับไว้ได้ ปัจจุบันนี้ใช้หน่วยเซนติโมลต่อกิโลกรัม (cmol/kg) ของดิน (กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2544)

พัชรี ธีรจินดาขจร (2552) ได้กล่าวไว้ว่า ดินทั่วไปมีประจุสุทธิเป็นลบทำให้ดินสามารถดูดซับประจุตรงข้ามซึ่งได้แก่ cation ต่าง ๆ ไว้รอบพื้นผิวอนุภาคด้วยจำนวนสมมูลที่เท่ากัน cation ที่ถูกดูดซับนี้สามารถแลกเปลี่ยนที่กับ cation อื่น ๆ ได้ ปฏิกิริยาการแลกเปลี่ยนดังกล่าวเรียกว่า “cation exchange” และความสามารถของดินในการดูดซับ cation เรียกว่า ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน

วิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์ CEC ที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือวิธี 1 N แอมโมเนียมอะซิเตท (NH_4OAc) ซึ่งมีหลักการวิเคราะห์คือ ดินอิ่มตัวด้วย NH_4^+ แล้วทำการล้าง NH_4^+ ส่วนเกินด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ (Ethanol) จากนั้น NH_4^+ ที่ถูกดูดซับบนพื้นผิวอนุภาคดินซึ่งสัมพันธ์กับ CEC ของดินจะถูกไล่ที่โดย Na^+ นำสารละลายที่ได้มากลั่นกับด่าง ดักเก็บแอมโมเนีย NH_3 ที่ได้จากการกลั่นด้วยสารละลายบอริค (Boric acid indicator) และตรวจวัดปริมาณโดยการไทเทรต (Titration) หลักการเดียวกันกับหลักการวิเคราะห์ Total N

3.1.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ดินทางสิ่งแวดล้อม

มีงานวิจัยที่มีการวิเคราะห์ดินทางสิ่งแวดล้อมเพื่อศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ของดิน ซึ่งมีการศึกษาคุณสมบัติดินทั้งกายภาพและเคมี มีดังนี้

โอภาส วงศ์ทางประเสริฐ (2558) ได้ศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของดินนาใน จ. ชลบุรี และ จ. ฉะเชิงเทรา โดยการศึกษาสมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่ องค์ประกอบอนุภาคของดิน ความหนาแน่นดินรวม ความหนาแน่นอนุภาคของดิน ความพรุนรวม ความชื้น และสมบัติทางแร่ ส่วนการศึกษาสมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ อินทรียวัตถุ ความเป็นกรดเป็นด่าง สภาพการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) รวมถึงธาตุองค์ประกอบ และโลหะหนักในดิน ทั้งนี้ผลการศึกษาที่ได้สามารถนำไปใช้เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงดินนาให้มีความอุดมสมบูรณ์ โดยผลการศึกษาพบว่า ดินใน จ. ฉะเชิงเทราเป็นดินร่วนปนทราย และดินใน จ. ชลบุรีเป็นดินร่วนปนเหนียว ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองสมบัติทางแร่ที่มีโครงสร้างของควอตซ์เป็นหลัก ส่วนสมบัติอื่น ๆ เช่น ความหนาแน่นดินรวม ความหนาแน่นอนุภาคความพรุนรวม และความชื้น ซึ่งจะเห็นว่าดินใน จ. ฉะเชิงเทรามีทรายเป็นองค์ประกอบมากกว่า 80 % จึงทำให้มีความหนาแน่นดินรวมสูง แต่มีความหนาแน่นอนุภาค ความพรุน และความชื้นน้อยกว่าเมื่อเทียบกับ จ.ชลบุรี สำหรับผลการทดลองด้านเคมี พบว่าดินใน จ.ชลบุรี และ จ.ฉะเชิงเทราไม่มีโลหะหนักในปริมาณที่เป็นอันตราย และดินใน จ.ชลบุรี มีความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารมากกว่า จ.ฉะเชิงเทรา โดยแนวทางการแก้ไขปรับปรุงคุณภาพดินประเมินตามค่าวิเคราะห์ดินเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของดิน พบว่าจ.ฉะเชิงเทรา ดินเป็นกรดเล็กน้อย ไม่จำเป็นต้องปรับสภาพความเป็นกรดในดิน แต่ดินมีอินทรียวัตถุต่ำ จึงควรปรับปรุงดินโดยการใช้ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยพืชสด เพื่อช่วยเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดินนา เพื่อความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าว และเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์ดิน เช่น กรดฮิวมิก กรดอะมิโน ธาตุอาหารพืช ทำให้ดินมีอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้น มีจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์อาศัยอยู่ในดินมากขึ้น นอกจากนั้นยังช่วยเพิ่มช่องว่างในดินให้การระบายน้ำ และอากาศดียิ่งขึ้น และทำให้เกิดความพรุนของผิวหน้าดิน ลดการจับตัวเป็นแผ่นแข็งของหน้าดินช่วยให้ระบบรากพืชสามารถแพร่กระจายตัวในดินได้ดี มีความสามารถในการดูดซับน้ำในดิน ทำให้ดินชุ่มชื้นขึ้น

สุวิชาและคณะ (2559) ได้ทำการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินชุดดินบางคล้าในภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยใช้ผลวิเคราะห์ทางเคมีของดินประกอบด้วย ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน และค่าอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส นอกจากนี้ยังทำการประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกพืชเศรษฐกิจ โดยเกณฑ์การประเมินในด้านสภาพภูมิอากาศ ดิน และการจัดการ และการประเมินสมรรถนะความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยวิธีการจำแนกจะเน้นที่ชั้นดินบนเป็นหลักหรือภายในเขตรากพืช ซึ่งสามารถนามาแปลความหมายโดยใช้ข้อมูลการสำรวจภาคสนามและข้อมูลการวิเคราะห์ดินทางด้านฟิสิกส์และเคมีของดิน ผลการศึกษาพบว่า ดินชุดดินบางคล้าในภาคตะวันออกของประเทศไทยมีศักยภาพทางการเกษตรต่ำเนื่องจากลักษณะและสมบัติดินที่ได้มาจากวัตถุต้นกำเนิด ร่วมกับกระบวนการทางดินที่ส่งผลทำให้ดินมีลักษณะทางกายภาพและทางเคมีที่ไม่เหมาะสมต่อการใช้ทางการเกษตร อย่างไรก็ตามดินเหล่านี้สามารถใช้ปลูกพืชได้แต่ต้องมีการจัดการที่เหมาะสม เช่น การที่ดินมีปริมาณกรวดเป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการไชชอนของรากพืช ประกอบกับช่องภายในดินมีปริมาณมาก ปริมาณอนุภาคดินเหนียวน้อย ดินจึงขาดความชื้นได้ง่ายและดินสามารถกักเก็บธาตุอาหารในดินได้น้อย ดังนั้นควรเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดิน ซึ่งจะช่วยในการดูดยึดธาตุอาหารร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อช่วยชะลอการสูญเสียธาตุอาหารกับกระบวนการชะละลาย โดยเฉพาะในบริเวณที่ใช้ปลูกพืชไร่เศรษฐกิจการทิ้งเศษเหลือจากการเก็บเกี่ยว หรือการปลูกพืชตระกูลถั่วหมุนเวียนแล้วไถกลบ ก็เป็นการช่วยรักษาความชื้นและเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุได้อีกแนวทางหนึ่ง สำหรับในบริเวณที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีมากกว่า 1,600 มิลลิเมตร สามารถปลูกยางพาราได้ การปลูกสร้างสวนป่าอาจเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งที่น่าสนใจซึ่งในระยะยาว นอกจากจะให้ผลผลิตเป็นเนื้อไม้แล้วยังช่วยรักษาความชื้นและอินทรียวัตถุไว้ในดินได้ด้วย พันธุ์ไม้ที่สามารถเจริญเติบโตได้ในดินปนกรวด ได้แก่ กระถินณรงค์ ยูคาลิปตัส สน ประดู่ และสัก เป็นต้น

อิทธิพล ขึมภูเขียว และอรวรรณ รักสงฆ์ (2560) ได้ทำการปรับปรุงคุณภาพดินเพื่อใช้ในการเพาะปลูกแก่นตะวัน (*Helianthus tuberosus* L.) ด้วยปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนจำนวน 4 ซ้ำ จัด Main plot เป็นการใช้ปุ๋ยพืชสด ได้แก่ ตำรับควบคุมไม่ใช้ปุ๋ยพืชสด (M_1) และใช้ปอเทืองเป็นปุ๋ยพืชสด ปลูกด้วยเมล็ดอัตรา 5 กิโลกรัม/ไร่ แล้วไถกลบขณะออกดอก (M_2) และจัด Sub plot เป็นการใส่ปุ๋ยแบบต่างๆ ได้แก่ ไม่ใส่ปุ๋ย (S_1) ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ (S_2) ใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน อัตรา 500 (S_3) และ 1,000 กิโลกรัม/ไร่ (S_4) บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของแก่นตะวันและสมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง ผลการทดลองทำให้เห็นว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดทำให้แก่นตะวันมีความสูง และน้ำหนักหัวสดมากกว่าตำรับควบคุม ส่วนการใส่ปุ๋ยแบบต่างๆ พบว่าการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนอัตรา 500 กิโลกรัม/ไร่ ทำให้แก่นตะวันมีขนาดลำต้นบริเวณโคนต้น ความสูง และน้ำหนักหัวสดไม่ต่างกับการใช้อัตรา 1,000 กิโลกรัม/ไร่ และปุ๋ยเคมี การใส่ปุ๋ยแบบต่างๆ ให้น้ำหนักหัวสดไม่มีปฏิสัมพันธ์กับการใช้ปุ๋ยพืชสด แต่พบแนวโน้มว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน จะทำให้แก่นตะวันมีน้ำหนักหัวสดมากกว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดเพียงอย่างเดียว สำหรับผลต่อสมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง พบว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดทำให้ดินหลังการทดลองมีปริมาณอินทรียวัตถุมากกว่าตำรับควบคุม ส่วนการใส่ปุ๋ยแบบต่างๆ ให้ลักษณะสมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลองไม่แตกต่างกัน

ประภัสสร เจริญไทย และ ชูชาติ สันธทรัพย์ (2561) การศึกษาผลของปุ๋ยโพแทสเซียมต่อคุณภาพและผลผลิตของข้าวโพดหวาน พันธุ์ซูการ์สตาร์พลัส โดยดำเนินการทดลองในแปลงปลูกข้าวโพดหวานขอเกษตรกร ตำบลบ้านอ้อน อำเภองาว จังหวัดลำปาง ซึ่งดินอยู่ในชุดดินแม่สาย (Mae Sai series: Ms) ในระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2559 ซ้ำมีกรรมวิธีทดลอง 5 กรรมวิธี ได้แก่ 1) ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0 กิโลกรัม K_2O/ไร่ 2) ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 7.5 กิโลกรัม K_2O/ไร่ 3) ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 15 กิโลกรัม K_2O/ไร่ 4) ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 30 กก.K_2O/ไร่ และ 5) เป็นกรรมวิธีควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) ระยะเวลาในการใส่ปุ๋ยของทุกกรรมวิธี แบ่งใส่เป็น 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ยที่ระยะ 15-20 วันหลังปลูก ในอัตราร้อยละ 20 ของปุ๋ยโพแทสเซียมทั้งหมด ครั้งที่ 2 ที่ระยะ 30-35 วันหลังปลูก อัตราร้อยละ 30 ของปุ๋ยโพแทสเซียมทั้งหมด

และครั้งที่ 3 ที่ระยะ 45-50 วันหลังปลูก อัตราร้อยละ 50 ของปุ๋ยโพแทสเซียมทั้งหมด โดยใส่แบบกระทุ้งหลุมข้างต้นข้าวโพดหวานแล้วหยอดปุ๋ยพร้อมกลบ สำหรับปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนและปุ๋ยฟอสฟอรัส ในกรรมวิธีที่ 1, 2, 3 และ 4 จะใส่พร้อมกันกับปุ๋ยโพแทสเซียม ในอัตราที่เท่ากัน คือ 25 กิโลกรัม N/ไร่ และ 7.5 กิโลกรัม P_2O_5/ไร่ โดยแบ่งใส่ 3 ครั้ง ในอัตราส่วนเดียวกันกับปุ๋ยโพแทสเซียม ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ดินที่มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินระดับต่ำ (56.27 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมที่อัตรา 7.5 กิโลกรัม K_2O/ไร่ เพียงพอต่อคุณภาพและผลผลิตของข้าวโพดหวาน ซึ่งมีผลผลิตเฉลี่ย 3.73 ตัน/ไร่ องค์ประกอบผลผลิตข้าวโพดหวาน ได้แก่ น้ำหนักฝักสดปอกเปลือกเฉลี่ย 322.65 กรัม/ต้น เส้นผ่าศูนย์กลางฝักเฉลี่ย 5.43 เซนติเมตร ความยาวฝักปอกเปลือกเฉลี่ย 19.92 เซนติเมตร จำนวนแถวเมล็ดต่อฝักเฉลี่ย 15.95 แถว/ฝัก ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเฉลี่ย 41.52% ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เฉลี่ย 6.25% และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (TSS) เฉลี่ย 13.89 องศาบริกซ์

Obour, P.B *et al* (2018) ได้ทำการศึกษาผลของอินทรียวัตถุต่อการเพิ่มปริมาณน้ำในน้ำช่วงการไถพรวน ซึ่งทำการทดลองที่สถาบันวิจัยการเกษตร Rothamsted Research ประเทศอังกฤษ และสถาบันวิจัยการเกษตร Askov Experimental ประเทศเดนมาร์ก โดยการศึกษาสมบัติทางเคมี และกายภาพของดินเบื้องต้น ได้แก่ อินทรียวัตถุในดิน และองค์ประกอบอนุภาคของดิน นอกจากนี้ยังมีการศึกษา การเก็บกักของน้ำในชั้นดิน การทดลองขีดความเหนียวของดิน และการคำนวณปริมาณน้ำสำหรับการไถพรวน ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าแนวทางการจัดการดินในระยะยาวจะนำไปสู่ความแตกต่างของคาร์บอนอินทรีย์ในดิน ซึ่งนำไปสู่ความแตกต่างที่สำคัญในคุณสมบัติเชิงกลของดิน (ความต้านทานแรงดึงรวม, พลังงานแตกและ Young’s modulus และความยืดหยุ่น) ซึ่งเป็นประโยชน์ในการระบุสภาพความชื้นในดินที่เหมาะสมสำหรับการไถพรวน

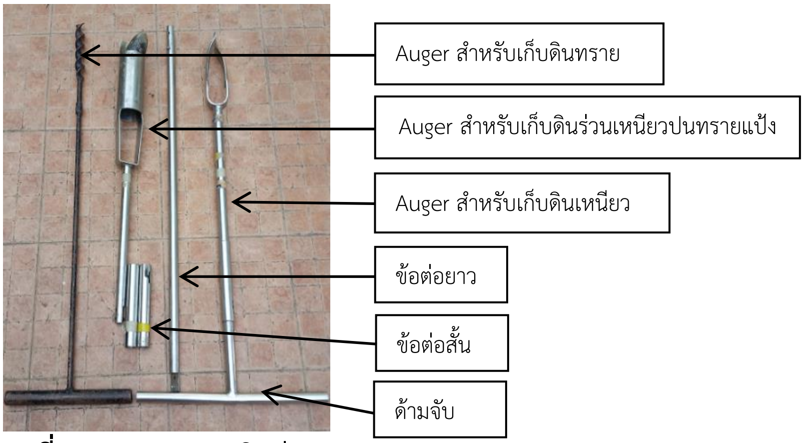
3.2 วิธีการของงานที่ปฏิบัติ การวิเคราะห์ดินทางสิ่งแวดล้อม

นอกจากปัจจัยด้านวิธีการวิเคราะห์จะส่งผลต่อความถูกต้องของผลการวิเคราะห์แล้วนั้น การเก็บตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดีที่สุดของที่ดินแปลงนั้นๆ ยังมีความสำคัญไม่แพ้กัน ถ้าการเก็บตัวอย่างดินไม่ถูกต้อง ผลการวิเคราะห์ก็จะไม่ตรงกับสมบัติของดิน ส่งผลต่อการจัดการดินผิดพลาดทั้งหมด ความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ยังขึ้นอยู่กับเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างดิน และการเตรียมตัวอย่างดิน นอกจากนี้การจัดการตัวอย่างดินหลังจากการวิเคราะห์ยังถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมอันเกิดจากสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ โดยหลักปฏิบัติทั้งหมดมีดังต่อไปนี้

3.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างดิน

1) อุปกรณ์ขุดดิน ได้แก่ เสียม จอบ พลั่ว ออร์เกอร์ (Auger) เป็นต้น
2) ถังพลาสติก หรือแผ่นพลาสติกขนาด 1x1 เมตร
3) กระดาษกาว หรือสติ๊กเกอร์ สำหรับเขียนชื่อตัวอย่าง
4) ถุงพลาสติกร้อน ขนาด 10 x 15 นิ้ว และยางรัดของ

รูปที่ 3 – 8 อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน
ที่มา: นภารัตน์, 2560



รูปที่ 3 – 9 Auger ชนิดต่าง ๆ

ที่มา: นภารัตน์, 2560

3.2.2 การเก็บตัวอย่างดิน

การเก็บตัวอย่างดินที่นิยมทำกันมีอยู่ 2 ประเภท ประเภทแรกเป็นการเก็บตัวอย่างดินเพื่อใช้ในการจำแนกดิน และประเภทที่ 2 เป็นการเก็บตัวอย่างดินเฉพาะหน้าดิน เพื่อใช้ตรวจวิเคราะห์สำหรับประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินหรือเพื่อนำมาใช้แนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับพืชที่ต้องการปลูก (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2547)

1) หลักการในการเก็บตัวอย่างดิน เพื่อให้ได้ข้อมูลจากการศึกษาและวิเคราะห์ที่ถูกต้อง ควรมีหลักการดังนี้

(1) ตัวอย่างดินจะต้องเป็นตัวแทนที่ดีของดินในบริเวณที่ศึกษา โดยใช้วิธีการเก็บดินที่ถูกต้องเหมาะสม

(2) อุปกรณ์และภาชนะต่าง ๆ ที่ใช้ในการเก็บและเตรียมตัวอย่างดินจะต้องสะอาด

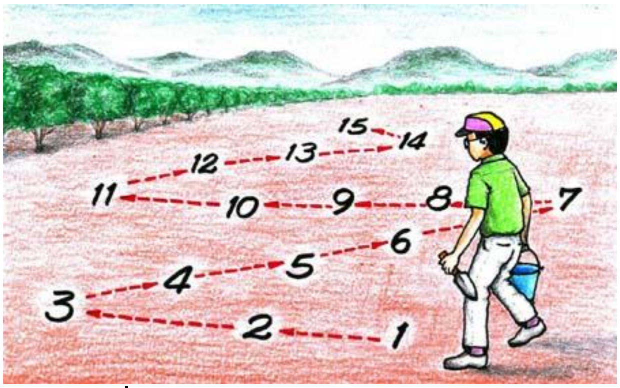
(3) พื้นที่ในการเก็บตัวอย่างดินต้องไม่เกิน 50 ไร่ ซึ่งต้องเป็นดินลักษณะเหมือนกัน หากมีลักษณะแตกต่างกันต้องแยกเก็บ

(4) การเก็บตัวอย่างดินควรเก็บหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตหรือก่อนการเตรียมดินในการปลูกพืชครั้งต่อไป แนะนำให้เก็บก่อนปลูก 2 เดือน

(5) เพื่อแนะนำการจัดการดินที่ถูกต้อง และเหมาะสม ควรบันทึกข้อมูลการใช้และการจัดการดินในช่วงเวลาที่ผ่านมาอย่างละเอียด

2) วิธีการเก็บตัวอย่างดิน

(1) การเก็บตัวอย่างดินในกรณีที่เป็นที่นาหรือ ที่ยังไม่มีการเพาะปลูกให้กระจายเก็บตัวอย่างดินแปลงละ 15 จุด



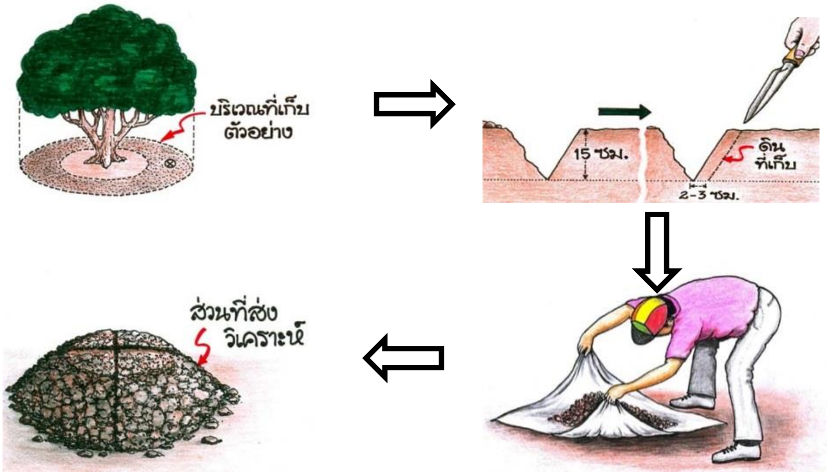
รูปที่ 3 – 10 การเดินสุ่มเก็บตัวอย่างดิน
ที่มา: http://www.soiltest-ku.agr.ku.ac.th.

(2) ก่อนการเก็บตัวอย่างดินให้นำเศษหญ้า เศษใบไม้ที่คลุมดินออกแล้วทำการเก็บตัวอย่างดินดังนี้

1. ใช้พลั่วขุดดินเป็นรูปลิ่มลึก 15 เซนติเมตร หลังจากนั้นเก็บดิน ใช้พลั่วแซะข้างหลุมที่เรียบหนา 2 – 3 เซนติเมตร จนถึงก้นหลุม ดินที่เก็บได้ใส่ถังพลาสติก หรือถุงพลาสติกคลุกเคล้าให้เข้ากัน ถ้าเป็นไม้ผลให้เก็บในส่วนที่เป็นทรงพุ่มต้นละหนึ่งจุด ทั้งหมด 15 ต้น

2. นำดินที่เก็บทั้ง 15 จุด เทรวมกันอีกครั้งบนแผ่นพลาสติกที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมแล้วคลุกเคล้าให้เข้ากัน โดยยกมุมพลาสติกทีละสองมุมที่อยู่ฝั่งตรงข้ามกันให้สลับมุมกัน 3 – 4 ครั้ง

3. ทำกองดินเป็นรูปฝาชี ใช้มือขีดเป็นเครื่องหมายบวก (+) ซึ่งดินจะถูกแบ่งเป็น 4 ส่วน นำ 1 ส่วนไปวิเคราะห์ ให้ได้น้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัม เขียนชื่อตัวอย่าง วันที่เก็บตัวอย่าง บนกระดาษกาว ให้ถูกต้อง ชัดเจน



รูปที่ 3 – 11 การเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปวิเคราะห์
ที่มา: http://www.soiltest-ku.agr.ku.ac.th.

(3) กรณีต้องการศึกษาคุณสมบัติในแต่ละชั้นดินให้ใช้ออร์เกอร์ (Auger) ในการเก็บ เก็บตัวอย่างดินส่วนที่ไม่ได้สัมผัสออร์เกอร์ (Auger) ใส่ถุงพลาสติก แยกส่วนที่ความลึกต่าง ๆ กัน

3.2.3 การเตรียมตัวอย่างดิน

การเตรียมตัวอย่างดินที่นำมาวิเคราะห์จะต้องปฏิบัติดังนี้

1) จะต้องนำดินผึ่งตากให้แห้งในที่ร่ม การผึ่งดินต้องวางในห้องที่สะอาด ไม่มีฝุ่นหรือสารเคมีปนเปื้อน เลือกเศษพืชหรือเศษกรวดหินทิ้งให้หมด ซึ่งระยะเวลาในการตากให้แห้งขึ้นอยู่กับความชื้นของตัวอย่างดิน ซึ่งอาจใช้เวลาประมาณ 1 – 2 สัปดาห์ ควรเขียนชื่อตัวอย่างดินให้ชัดเจน

รูปที่ 3 – 12 ชั้นตากตัวอย่างดิน
ที่มา: นภารัตน์, 2560

2) ดินที่แห้งแล้วให้บดด้วยเครื่องบดดินที่สะอาดไม่มีสิ่งเจือปน และร่อนด้วยตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร หลังจากนั้นนำดินที่ร่อนผ่านตะแกรงเก็บใส่ในถุงพลาสติกหรือกระบอกเก็บตัวอย่างดิน เขียนชื่อตัวอย่างให้ถูกต้อง ชัดเจน

รูปที่ 3 – 13 การร่อนดินผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร
ที่มา: นภารัตน์, 2560

3.2.4 การจัดการตัวอย่างดินหลังจากการวิเคราะห์

การจัดการตัวอย่างดินหลังจากการวิเคราะห์ ตัวอย่างดินที่วิเคราะห์มีแบบไม่ใช้สารเคมีและใช้สารเคมี ควรปฏิบัติดังนี้

1) ตัวอย่างดินที่วิเคราะห์โดยไม่ใช้สารเคมี ได้แก่ ตัวอย่างดินที่ทดสอบความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) และการทดสอบค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC) จะใช้น้ำกลั่นในการทดสอบให้เทดินในภาชนะพลาสติกรวมกันไว้ ทิ้งไว้ให้

ตกตะกอน น้ำส่วนใสทิ้งในอ่างล่างอุปกรณ์ และนำตัวอย่างดินที่ตกตะกอนใส่ถุงพลาสติกหรือถุงดำ เพื่อนำไปทิ้งในพื้นที่ที่คณะจัดไว้

2) ตัวอย่างดินที่วิเคราะห์โดยใช้สารเคมี ในขั้นตอนของการวิเคราะห์จะมีการใช้สารเคมีซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม ให้แยกตัวอย่างดินที่ปนเปื้อนสารเคมีและสารละลายดังนี้

(1) ตัวอย่างดินที่ปนเปื้อนจากวิเคราะห์หาอินทรียวัตถุในดิน (OM) ให้ทิ้งสารละลายและดินตะกอนทั้งหมดใส่ในขวดแก้วสีชา เขียนป้ายติดไว้ว่าเป็นของเสียประเภทโลหะหนัก และวงเล็บด้วยว่าวิเคราะห์หาอินทรียวัตถุ

(2) ตัวอย่างดินที่ปนเปื้อนจากการวิเคราะห์ขนาดของอนุภาคดิน (Texture) การวิเคราะห์หาความจุในการแลกเปลี่ยนแคทไอออนของดิน (Cation Exchange Capacity: CEC) การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) และการวิเคราะห์อื่น ๆ ที่ใช้สารเคมีในการสกัดดิน ให้นำไปทิ้งในถังพลาสติกเพื่อแยกส่วนของสารละลายและดินตะกอน ส่วนสารละลายให้แยกใส่ขวดของเสียและเขียนป้ายติดไว้ว่าเป็นของเสียอะไร ส่วนดินตะกอนให้ใส่ถุงพลาสติกและเขียนป้ายติดไว้ว่าเป็นของเสียอะไร เพื่อให้บริษัทกำจัดของเสียดำเนินการต่อไป

3.3 ข้อสังเกต / ข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน

3.3.1 ข้อสังเกตในการปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงานในการวิเคราะห์ดิน มีข้อสังเกตดังนี้

1) จะต้องเก็บตัวอย่างดินให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ และต้องเก็บให้เพียงพอต่อการวิเคราะห์

2) การตากดินตัวอย่างจะต้องติดป้ายชื่อให้ชัดเจน และเว้นระยะห่างแต่ละตัวอย่างให้เหมาะสม เมื่อดินแห้งให้ร่อนด้วยตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตรทันที

3) การเลือกเครื่องมือในการวิเคราะห์ดินควรเลือกให้ถูกต้อง เหมาะสม เช่น ถ้าชั่งสารมาตรฐานให้ใช้เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง และเตรียมสารมาตรฐานในขวดปรับปริมาตร เป็นต้น

4) การชั่งดินตัวอย่างให้เหมาะสมกับการวิเคราะห์ ถ้าสีของดินมีสีดำเข้มมากให้ลดปริมาณของดิน เช่น การวิเคราะห์อินทรียวัตถุปกติจะใช้ดิน 1.00 กรัม อาจจะต้องใช้ดินตัวอย่าง 0.10 กรัม เป็นต้น

5) สารละลายที่เตรียมถ้าหากมีฤทธิ์เป็นกรดให้ใส่ขวดแก้วสีชา ถ้ามีฤทธิ์เป็นด่างให้ใส่ขวดพลาสติก

3.3.2 ข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงานในการวิเคราะห์ดิน มีข้อควรระวังดังนี้

1) เครื่องแก้วที่นำมาวิเคราะห์จะต้องล้างให้สะอาดเพื่อป้องกันการวิเคราะห์ที่คลาดเคลื่อน เช่น การวิเคราะห์ฟอสเฟตจะต้องล้างเครื่องแก้วด้วยน้ำยาฟรีฟอสเฟตหรือกรดไฮโดรคลอริก 1 : 1 (กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 ส่วน ต่อน้ำกลั่น 1 ส่วน) เมื่อนำทดสอบหาค่าแบลงค์แล้วจะไม่เกิดสี แสดงว่าเครื่องแก้วสะอาด เป็นต้น

2) สารละลายที่นำมาสกัดหรือวิเคราะห์ดินตัวอย่าง ควรเตรียมให้เหมาะสม และเพียงพอต่อการปฏิบัติงาน ทั้งจำนวนตัวอย่างและจำนวนซ้ำในการวิเคราะห์เพื่อไม่ให้เกิดของเสียมากเกินไป

3) การเติมกรดเข้มข้นใส่ดินตัวอย่างให้เติมทีละน้อยเพื่อไม่ให้เกิดปฏิกิริยารุนแรง เช่น การวิเคราะห์อินทรียวัตถุมีการเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 15 มิลลิลิตร ให้เติมครั้งแรก 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วค่อยเติมอีก 10 มิลลิลิตร หรือจะเติมทีละ 5 มิลลิลิตรก็ได้แต่ต้องเขย่าทุกครั้งที่เติม และควรทำในตู้ดูดควัน เป็นต้น

4) การวิเคราะห์หาความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน จะต้องคอยดูตลอดเวลาเพื่อป้องกันไม่ให้การชะสารละลายแต่ละครั้งนั้นแห้งสนิทเพราะจะทำให้การทดลองคลาดเคลื่อน

5) ควรสวมอุปกรณ์ป้องกันทุกครั้งในการวิเคราะห์ดิน เช่น เสื้อกาวน์ แว่นตาป้องกันสารเคมี ถุงมือ รองเท้าหุ้มส้น และผ้าปิดจมูก

บทที่ 4
เทคนิคในการวิเคราะห์ดินทางสิ่งแวดล้อม

การวิเคราะห์ดินทางสิ่งแวดล้อมนั้น เราควรจะศึกษาขั้นตอนการวิเคราะห์ เทคนิคต่าง ๆ ในการเตรียมสาร สิ่งสำคัญอีกอย่างที่จะต้องศึกษาคือ การใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และเลือกอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ให้ถูกต้องก่อนลงมือปฏิบัติการ เพื่อจะสามารถปฏิบัติการได้อย่างถูกต้องและไม่ผิดพลาด

4.1 การวิเคราะห์ความชื้นในดิน (Soil water content)

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่ง (Balance) 2 ตำแหน่ง
2. ตู้อบ (Oven)
3. โถดูดความชื้น (Desiccator)
4. ไม้บรรทัด
5. ชุดอุปกรณ์ในการตอกเก็บตัวอย่างดินแบบไม่รบกวนโครงสร้างดิน (Soil core sampler)
6. กระบอกเก็บตัวอย่างดิน (Soil core) หรือกระบอกโลหะเก็บตัวอย่างดินแบบไม่รบกวนโครงสร้างดิน
7. จอบ เสียม พลั่วตักดิน
8. กระดาษกาว
9. อลูมิเนียมฟรอยด์ (Aluminium foil)
10. ถุงพลาสติก
11. ยางรัดของ

วิธีการวิเคราะห์

1. นำกระบอกเก็บตัวอย่างดิน (Soil core) วัดเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวของกระบอก แล้วคำนวณหาปริมาตรภายในของกระบอก (Vs) นำกระบอกโลหะเปล่าไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

2. ชั่งน้ำหนักของกระบอกโลหะเปล่า พร้อมกับอลูมิเนียมฟรอยด์ที่ติดกระดาษกาวเพื่อเขียนชื่อตัวอย่าง (W1) สำหรับปิดหัวท้ายกระบอก นำกระบอกและอลูมิเนียมฟรอยด์ใส่ถุงพลาสติก

3. นำกระบอกในข้อ 2 เก็บตัวอย่างดินโดยใช้กระบอกโลหะเจาะลงไปในดินตามความลึกที่ต้องการ แล้วปาดหน้าดินทั้งสองด้านของกระบอกให้เรียบพอดีกับปากกระบอกด้วยมีดปาดดิน ปิดหัวท้ายกระบอกด้วยอลูมิเนียมฟรอยด์พร้อมเขียนชื่อตัวอย่าง หลังจากนั้นนำใส่ถุงพลาสติกเพื่อป้องกันดินหลุดออกมา

4. ก่อนอบเปิดถุงพลาสติกในข้อ 3 ออก แล้วไปชั่งน้ำหนักของกระบอกที่มีดินบรรจุอยู่ (W2)

5. นำกระบอกโลหะที่มีดินบรรจุอยู่เข้าตู้อบซึ่งตั้งอุณหภูมิของตู้อบ 105 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ (ประมาณ 24 – 48 ชั่วโมง) นำไปใส่โถดูดความชื้น (Desiccator) ทิ้งให้ดินตัวอย่างกับกระบอกเย็นลง หลังจากนั้นนำไปชั่ง (W3)

การคำนวณ

ความชื้นของดินโดยน้ำหนัก θ_m (กรัม/กรัม) $= \dfrac{W2 - W3}{W3 - W1}$

ความชื้นของดินโดยปริมาตร θ_v (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร) $= \dfrac{W2 - W3}{\rho_w V_s}$

W1 = น้ำหนักกระป๋องและอลูมิเนียมฟรอยด์ก่อนเก็บดิน (กรัม)

W2 = น้ำหนักกระป๋องและอลูมิเนียมฟรอยด์หลังเก็บดิน ก่อนอบแห้ง (กรัม)

W3 = น้ำหนักกระป๋องและอลูมิเนียมฟรอยด์หลังเก็บดิน หลังอบแห้ง (กรัม)

ρ_w = ความหนาแน่นของน้ำ = 1 (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)

Vs = ปริมาตรภายในของกระบอก ($\pi r^2 h$) (ลูกบาศก์เซนติเมตร), π = 3.14

การวิเคราะห์ความชื้นในดิน (Soil water content)

นำกระบอกเก็บตัวอย่างดินวัดเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงของกระบอก
แล้วคำนวณหาปริมาตรภายในของกระบอก (Vs)
อบกระบอกโลหะเปล่า 105 องศงเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

⇩

ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

⇩

ชั่งน้ำหนักของกระบอกโลหะเปล่า พร้อมอลูมิเนียมฟรอยด์ที่ติดกระดาษกาวบน
อลูมิเนียมฟรอยด์ เพื่อเขียนชื่อตัวอย่าง หน่วยเป็นกรัม (W1)

⇩

เก็บตัวอย่างดินตามความลึกที่ต้องการ ปาดหน้าดินทั้งสองด้านของกระบอก
ให้เรียบพอดี และปิดหุ้มกระบอกหัวท้ายด้วยกระดาษอลูมิเนียมฟรอยด์
(เขียนชื่อตัวอย่าง และใส่ในถุงพลาสติก)

⇩

เปิดถุงพลาสติกออกและชั่งน้ำหนักของกระบอกที่มีดินบรรจุอยู่ (W2)

⇩

เข้าตู้อบซึ่งตั้งอุณหภูมิของตู้อบ 105 องศาเซลเซียล (ประมาณ 24 - 48 ชั่วโมง)

⇩

นำไปใส่โถดูดความชื้น (Desiccator) ทิ้งให้ดินตัวอย่างกับกระบอกเย็นลง

⇩

นำไปชั่งน้ำหนักดินแห้ง (W3)

4.2 การวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดิน (Soil bulk density)

วิธี Core method

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่ง (Balance) 2 ตำแหน่ง
2. ตู้อบ (Oven)
3. โถดูดความชื้น (Desiccator)
4. ไม้บรรทัด
5. ชุดอุปกรณ์ในการตอกเก็บตัวอย่างดินแบบไม่รบกวนโครงสร้างดิน (Soil core sampler)
6. กระบอกเก็บตัวอย่างดิน (Soil sore) หรือกระบอกโลหะเก็บตัวอย่างดินแบบไม่รบกวนโครงสร้างดิน
7. จอบ เสียม พลั่วตักดิน
8. กระดาษกาว
9. อลูมิเนียมฟรอยด์ (Aluminium foil)
10. ถุงพลาสติก
11. ยางรัดของ

วิธีการวิเคราะห์

1. นำกระบอกเก็บตัวอย่างดิน (Soil core) วัดเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวของกระบอก แล้วคำนวณหาปริมาตรภายในของกระบอก (Vs) นำกระบอกโลหะเปล่าไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น
2. ชั่งน้ำหนักของกระบอกโลหะเปล่า พร้อมกับอลูมิเนียมฟรอยด์ที่ติดกระดาษกาวเพื่อเขียนชื่อตัวอย่าง (W1) สำหรับปิดหัวท้ายกระบอก นำกระบอกและอลูมิเนียมฟรอยด์ใส่ถุงพลาสติก
3. นำกระบอกในข้อ 2 เก็บตัวอย่างดินโดยใช้กระบอกโลหะเจาะลงไปในดินตามความลึกที่ต้องการ แล้วปาดหน้าดินทั้งสองด้านของกระบอกให้เรียบพอดีกับปาก

กระบอกด้วยมีดปาดดิน ปิดหัวท้ายกระบอกด้วยอลูมิเนียมฟรอยด์พร้อมเขียนชื่อตัวอย่าง หลังจากนั้นนำใส่ถุงพลาสติกเพื่อป้องกันดินหลุดออกมา

4. ก่อนอบเปิดถุงพลาสติกในข้อ 3 ออก แล้วไปชั่งน้ำหนักของกระบอกที่มีดินบรรจุอยู่ (W2)

5. นำกระบอกโลหะที่มีดินบรรจุอยู่เข้าตู้อบซึ่งตั้งอุณหภูมิของตู้อบ 105 องศาเซลเซียล จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ (ประมาณ 24 – 48 ชั่วโมง) นำไปใส่โถดูดความชื้น (Desiccator) ทิ้งให้ดินตัวอย่างกับกระบอกเย็นลง หลังจากนั้นนำไปชั่ง (W3)

การคำนวณ

ความหนาแน่นรวมของดิน ρ_b (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร) = $\dfrac{W3 - W1}{Vs}$

W1 = น้ำหนักกระป๋องและอลูมิเนียมฟรอยด์ก่อนเก็บดิน (กรัม)

W3 = น้ำหนักกระป๋องและอลูมิเนียมฟรอยด์หลังเก็บดิน ที่อบแห้งแล้ว (กรัม)

Vs = ปริมาตรภายในของกระบอก ($\pi r^2 h$) (ลูกบาศก์เซนติเมตร), π = 3.14

การวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดิน (Soil bulk density)

วิธี Core method

นำกระบอกเก็บตัวอย่างดินวัดเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงของกระบอก

แล้วคำนวณหาปริมาตรภายในของกระบอก (Vs)

อบกระบอกโลหะเปล่า 105 องศงเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

⇩

ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

⇩

ชั่งน้ำหนักของกระบอกโลหะเปล่า พร้อมอลูมิเนียมฟรอยด์ที่ติดกระดาษกาวบน

อลูมิเนียมฟรอยด์ เพื่อเขียนชื่อตัวอย่าง หน่วยเป็นกรัม (W1)

⇩

เก็บตัวอย่างดินตามความลึกที่ต้องการ ปาดหน้าดินทั้งสองด้านของกระบอก

ให้เรียบพอดี และปิดหุ้มกระบอกหัวท้ายด้วยกระดาษอลูมิเนียมฟรอยด์

(เขียนชื่อตัวอย่าง และใส่ในถุงพลาสติก)

⇩

เปิดถุงพลาสติกออกและชั่งน้ำหนักของกระบอกที่มีดินบรรจุอยู่ (W2)

⇩

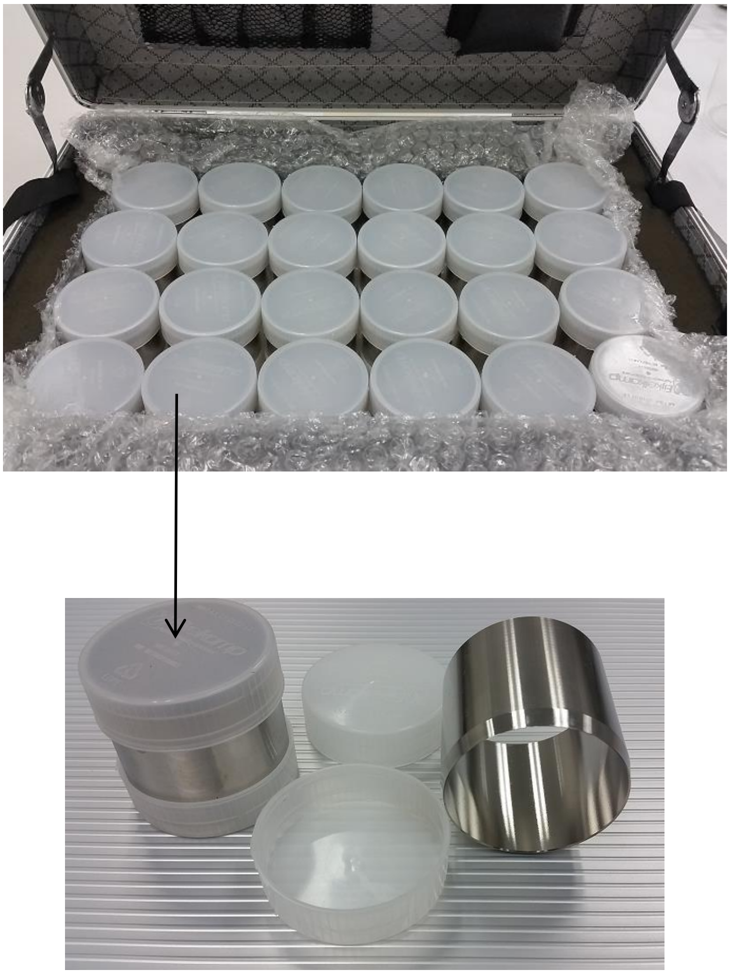
เข้าตู้อบซึ่งตั้งอุณหภูมิของตู้อบ 105 องศาเซลเซียล (ประมาณ 24 - 48 ชั่วโมง)

⇩

นำไปใส่โถดูดความชื้น (Desiccator) ทิ้งให้ดินตัวอย่างกับกระบอกเย็นลง

⇩

นำไปชั่งน้ำหนักดินแห้ง (W3)



รูปที่ 4 -1 กระบอกเก็บตัวอย่างดิน (Soil core)
ที่มา: นภารัตน์, 2560

4.3 การวิเคราะห์หาขนาดอนุภาคดินโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer method)

อุปกรณ์

1. เครื่องปั่นดิน (Blender)
2. ไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer)
3. เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) 100 องศาเซลเซียล
4. เตาให้ความร้อน (Hot plate)
5. กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 50, 100 และ 1,000 มิลลิลิตร
6. ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 1 ลิตร
7. ขวดน้ำกลั่น (Distilled water bottle)
8. บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 150, 250 และ 500 มิลลิลิตร
9. บีกเกอร์พลาสติก (Plastic beaker) ขนาด 1 ลิตร
10. แท่งแก้วคน (Stirring rod)
11. ช้อนตักสาร (Scoop)
12. อลูมิเนียมฟรอยด์ (Alummium foil)
13. ขวดพลาสติกใส่สารเคมี

สารเคมี

1. โซเดียมเฮกซะเมตราฟอสเฟส [Sodium hexametaphosphate ; $(NaPO_3)_6$]
2. โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate anhydrous ; Na_2CO_3)
3. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 36 เปอร์เซ็นต์ (Hydrogen peroxide ; H_2O_2)
4. น้ำกลั่น

วิธีการเตรียมสารละลาย

สารละลายแคลกอน (Calgon) 5 เปอร์เซ็นต์

ชั่งโซเดียมเฮกซะเมตราฟอสเฟส [Sodium hexametaphosphate ; $(NaPO_3)_6$] 35.7 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร และชั่งโซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate anhydrous ; Na_2CO_3) 7.94 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 150 มิลลิลิตร แล้วเทสารรวมกัน ละลายน้ำกลั่น ถ่ายใส่ขวดปรับปริมาตรขนาด 1 ลิตร เติมน้ำกลั่นจนครบ ลิตร แล้วเขย่าสารโดยกลับขวดขึ้น – ลง (สารละลายเตรียม 1 ลิตรใช้ได้ประมาณ 10 ตัวอย่าง)

วิธีการวิเคราะห์

1. อบตัวอย่างดินที่ผ่านตะแกรงร่อน 2 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่ นำตัวอย่างดินใส่เดซิเคเตอร์จนตัวอย่างดินเย็น

2. ชั่งตัวอย่างดินในข้อ 1 ใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 500 มิลลิลิตร 2 ใบ ๆ ละ 50 กรัม (ถ้าเป็นดินเนื้อหยาบใช้ดิน 100 กรัม) เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร คนให้ดินและน้ำกลั่นเข้ากัน เติมสารละลาย 30 เปอร์เซ็นต์ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ลงไปช้า ๆ ครั้งละ 5 – 10 มิลลิลิตร ดินจะมีปฏิกิริยา (เกิดฟองแก๊ส) เติมจนดินสีจางลง และไม่เกิดปฏิกิริยาอีก ยกขึ้นตั้งบนเตาให้ความร้อน (Hot plate) ไล่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่เหลืออยู่จนหมด (ประมาณไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง) นำตัวอย่างในบีกเกอร์ที่ 1 ไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนแห้ง นำไปชั่งหาน้ำหนักของดินที่ไล่อินทรียวัตถุออกหมดแล้ว (เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณ)

3. นำบีกเกอร์ใบที่ 2 เติมสารละลายแคลกอน 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที เป็นอย่างต่ำ เพื่อให้ของเหลวแทรมซึมเข้าไปในดินได้ทั่วถึง ถ่ายตัวอย่างดินทั้งหมดลงในกระบอกสแตนเลสของเครื่องปั่นดิน ล้างจนไม่มีดินติดอยู่ที่บีกเกอร์ ปั่นตัวอย่างดินประมาณ 5 นาที (อย่ากวนให้นานกว่านี้ เพราะจะทำให้อนุภาคที่ใหญ่ของดินแตก ทำให้ผลการวิเคราะห์คลาดเคลื่อน) แล้วถ่ายใส่กระบอกตวงขนาด 1 ลิตร (ให้ทำเครื่องหมายบอกปริมาตรเป็น 1,130 มิลลิลิตร หรือ 1,205 มิลลิลิตร

ไว้แล้ว) ค่อย ๆ หย่อนไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer) ลงในกระบอกตวง เติมน้ำให้ถึงขีด 1,130 มิลลิลิตร (ถ้าใช้ตัวอย่างดิน 100 กรัม เติมน้ำถึงขีด 1,205 มิลลิลิตร) ยกไฮโดรมิเตอร์ออก

4. เติม 5 เปอร์เซ็นต์ สารละลายแคลกอน 100 มิลลิลิตร ในกระบอกตวงอีกใบ เติมน้ำกลั่นในกระบอกตวงประมาณ 900 มิลลิลิตร ค่อย ๆ หย่อนไฮโดรมิเตอร์ลงไป เติมน้ำให้ถึงขีด 1,130 มิลลิลิตร (ถ้าใช้ตัวอย่างดิน 100 กรัม เติมน้ำถึงขีด 1,205 มิลลิลิตร) ยกไฮโดรมิเตอร์ออก

5. กวนสารละลายแคลกอนที่ไม่มีตัวอย่างดินก่อน โดยให้กวนสารเป็นเนื้อเดียวกันประมาณ 20 – 25 ครั้ง หลังจากกวนสารละลายเสร็จแล้วเริ่มจับเวลาทันที เมื่อถึงเวลา 20 วินาที ค่อย ๆ หย่อนไฮโดรมิเตอร์ลงไปพร้อมกับนำเทอร์โมมิเตอร์จุ่มในสารละลาย เมื่อถึงเวลา 40 วินาที บันทึกค่าที่อ่านค่าได้จากไฮโดรมิเตอร์ และอุณหภูมิ บันทึกค่าที่อ่านได้ (ห้ามเคลื่อนย้ายกระบอกตวง ทำความสะอาดไฮโดรมิเตอร์ เทอร์โมมิเตอร์ทุกครั้งที่วัดเสร็จแล้ว และยังคงจับเวลาต่อเนื่อง)

6. เมื่อเวลาครบ 2 ชั่วโมง (โดยไม่ต้องทำการกวนสารละลาย) วัดด้วยไฮโดรมิเตอร์และอุณหภูมิอีกครั้ง บันทึกค่าที่อ่านได้ (โดยเหลือเวลาอีก 40 วินาทีก่อนครบ 2 ชั่วโมง ให้ค่อย ๆ หย่อนไฮโดรมิเตอร์ลงไปเมื่อครบ 2 ชั่วโมงจึงอ่านค่าที่วัดได้)

7. กวนสารละลายแขวนลอยตัวอย่างเช่นเดียวกับสารละลายแคลกอน (ข้อ 5 – 6)

8. คำนวณเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดิน และนำไปเข้าไดอะแกรมสามเหลี่ยมเพื่อหาประเภทของเนื้อดิน

ค่าที่อ่านได้จากไฮโดรมิเตอร์เป็นค่าของอนุภาคดินที่แขวนลอยอยู่ และมีสารละลายของแคลกอนรวมอยู่ด้วย จึงจำเป็นที่จะต้องหักค่าของสารละลายของแคลกอนออกเสียก่อน เพื่อที่จะได้ค่าของอนุภาคดินเท่านั้น

การคำนวณ

1) อุณหภูมิของสารละลายแคลกอน (Calgon) และอุณหภูมิของสารแขวนลอยดินต่างกันจะต้องปรับให้เท่ากันเสียก่อน โดยใช้สูตร

Rc = A – 0.5 (T – B)

เมื่อ Rc = ค่าที่ควรจะอ่านได้จากไฮโดรมิเตอร์ของสารละลายแคลกอน (Calgon) (กรัม/ลิตร) ที่อุณหภูมิ T (องศาเซลเซียส)

A = ค่าที่อ่านได้จากไฮโดรมิเตอร์ ของสารละลายแคลกอน

T = อุณหภูมิของสารแขวนลอยดิน (องศาเซลเซียส)

B = อุณหภูมิของสารละลายแคลกอน (องศาเซลเซียส)

นำค่า Rc ไปหักออกจากค่าที่อ่านได้ในสารแขวนลอยดินจะได้ค่า R’s ซึ่งเป็นค่าอนุภาคของดิน

2) ค่าอนุภาคของดินจะเป็นค่าที่ถูกต้องเมื่ออุณหภูมิของสารแขวนลอยดินเท่ากับอุณหภูมิที่ระบุไว้ที่ก้านของไฮโดรมิเตอร์ คือ 68 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 20 องศาเซลเซียส ดังนั้นจะต้องปรับค่า R’s โดยใช้สูตร

Rs = R’s + 0.36 (T – L)

Rs = จำนวนกรัมที่ถูกต้องของอนุภาคดิน /ลิตร

R’s = จำนวนกรัมของอนุภาคดิน /ลิตร ที่วัดโดยตรงจากไฮโดรมิเตอร์

L = อุณหภูมิบนก้านไฮโดรมิเตอร์ (องศาเซลเซียส)

$$\% \text{ (Silt + Clay)} = \frac{\text{Rs ที่ 40 วินาที} \times 100}{\text{น้ำหนักดิน}}$$

$$\% \text{ Clay} = \frac{\text{Rs ที่ 2 ชั่วโมง} \times 100}{\text{น้ำหนักดิน}}$$

$$\% \text{ Sand} = 100 - \% \text{ (Silt + Clay)}$$

$$\% \text{ Silt} = \% \text{ (Silt + Clay)} - \% \text{ Clay}$$

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างการคำนวณการหาอนุภาคดินโดยวิธีไฮโดรมิเตอร์

สมมุติชั่งดิน 50.00 กรัม ล้างอินทรียวัตถุแล้วเหลือน้ำหนักดิน 45.00 กรัม

ตัวอย่างดิน	40 วินาที		2 ชั่วโมง		R's		Rs		Silt + Clay (%)	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	Textural Class
	Hydro (g/L)	Temp (°C)	Hydro (g/L)	Temp (°C)	40 (sec.)	2 (hr.)	40 (sec.)	2 (hr.)					
แคลกอน	-5	30	-7	30									ดินร่วน
ตัวอย่าง	2	30	-3	30	7	4	10.6	7.6	23.56	16.89	6.67	76.44	ทราย

คำนวณที่อุณหภูมิ 40 วินาที

$R_C = A - 0.5\ (T - B)$

$= -5 - 0.5\ (30 - 30)$

$= -5$

$R's = 2 - (-5) = 7$

$Rs = R's + 0.36\ (T - 20)$

$= 7 + 0.36\ (30 - 20)$

$= 7 + 3.6$

$= 10.6$

$\% \text{ (Silt + Clay)} = \dfrac{\text{Rs ที่ 40 วินาที} \times 100}{\text{น้ำหนักดิน}}$

$= \dfrac{10.6 \times 100}{45}$

$= 23.56$

คำนวณที่อุณหภูมิ 2 ชั่วโมง

$R_C = A - 0.5\ (T - B)$

$= -7 - 0.5\ (30 - 30)$

$= -7$

$R's = -3 - (-7) = 4$

$Rs = R's + 0.36\ (T - 20)$

$= 4 + 0.36\ (30 - 20)$

$= 4 + 3.6$

$= 7.6$

$\% \text{ Clay} = \dfrac{\text{Rs ที่ 2 ชั่วโมง} \times 100}{\text{น้ำหนักดิน}}$

$= \dfrac{7.6 \times 100}{45}$

$= 16.89$

% Silt = 23.56 – 16.89 = 6.67

% Sand = 100 – (16.89 – 6.67) = 76.44

Textural Class = ดินร่วนทราย (Loamy sand)

การวิเคราะห์หาขนาดอนุภาคดินโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์
(Hydrometer method)

<u>1. การเตรียมตัวอย่างดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงให้ทำการกำจัดอินทรียวัตถุดังนี้</u>

อบตัวอย่างดินที่ผ่านตะแกรงร่อน 2 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส
เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำตัวอย่างดินใส่โถดูดความชื้นจนตัวอย่างดินเย็น

⇩

ชั่งตัวอย่างดินใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 500 มิลลิลิตร 2 ใบ ๆ ละ 50 กรัม
(ถ้าเป็นดินเนื้อหยาบใช้ดิน 100 กรัม) เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร
คนให้เข้ากัน เติมสารละลาย 30 เปอร์เซ็นต์ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
ลงไปช้า ๆ ครั้งละ 5 – 10 มิลลิลิตร ดินจะมีปฏิกิริยา (เกิดฟองแก๊ส)
เติมจนดินสีจางลง และไม่เกิดปฏิกิริยาอีก

⇩

วางบีกเกอร์บนเตาให้ความร้อน (Hot plate) ไล่ H_2O_2 ที่เหลืออยู่จนหมด
(ประมาณไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง) นำตัวอย่างในบีกเกอร์ที่ 1 ไปอบให้แห้งที่
อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนแห้ง นำไปชั่งหาน้ำหนักของดิน
ที่ไล่อินทรีย์วัตถุออกหมดแล้ว (เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณ)

การวิเคราะห์หาขนาดอนุภาคดินโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์

(Hydrometer method)

<u>2. การวิเคราะห์ตัวอย่างดิน</u>

นำบีกเกอร์ใบที่ 2 เติมสารละลายแคลกอน 100 มิลลิลิตร คนให้สารละลายซึมเข้าไปในดิน ทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที ถ่ายตัวอย่างดินทั้งหมดลงในกระบอกสแตนเลส ของเครื่องปั่นดิน ปั่นตัวอย่างดินประมาณ 5 นาที

⇩

ถ่ายใส่กระบอกตวงขนาด 1 ลิตร เติมน้ำกลั่นประมาณ 900 มิลลิลิตร ค่อย ๆ หย่อนไฮโดรมิเตอร์ลงไปในกระบอกตวงเติมน้ำให้ถึงขีด 1,130 มิลลิลิตร ยกไฮโดรมิเตอร์ออก (ถ้าใช้ตัวอย่างดิน 100 กรัม เติมน้ำถึงขีด 1,205 มิลลิลิตร)

⇩

เติมสารละลาย 5 เปอร์เซ็นต์ แคลกอน 100 มิลลิลิตร ในกระบอกตวงอีกใบ เติมน้ำกลั่นประมาณ 900 มิลลิลิตร ค่อย ๆ หย่อนไฮโดรมิเตอร์ลงไป เติมน้ำให้ถึงขีด 1,130 มิลลิลิตร ยกไฮโดรมิเตอร์ออก (ถ้าใช้ตัวอย่างดิน 100 กรัม เติมน้ำถึงขีด 1,205 มิลลิลิตร)

⇩

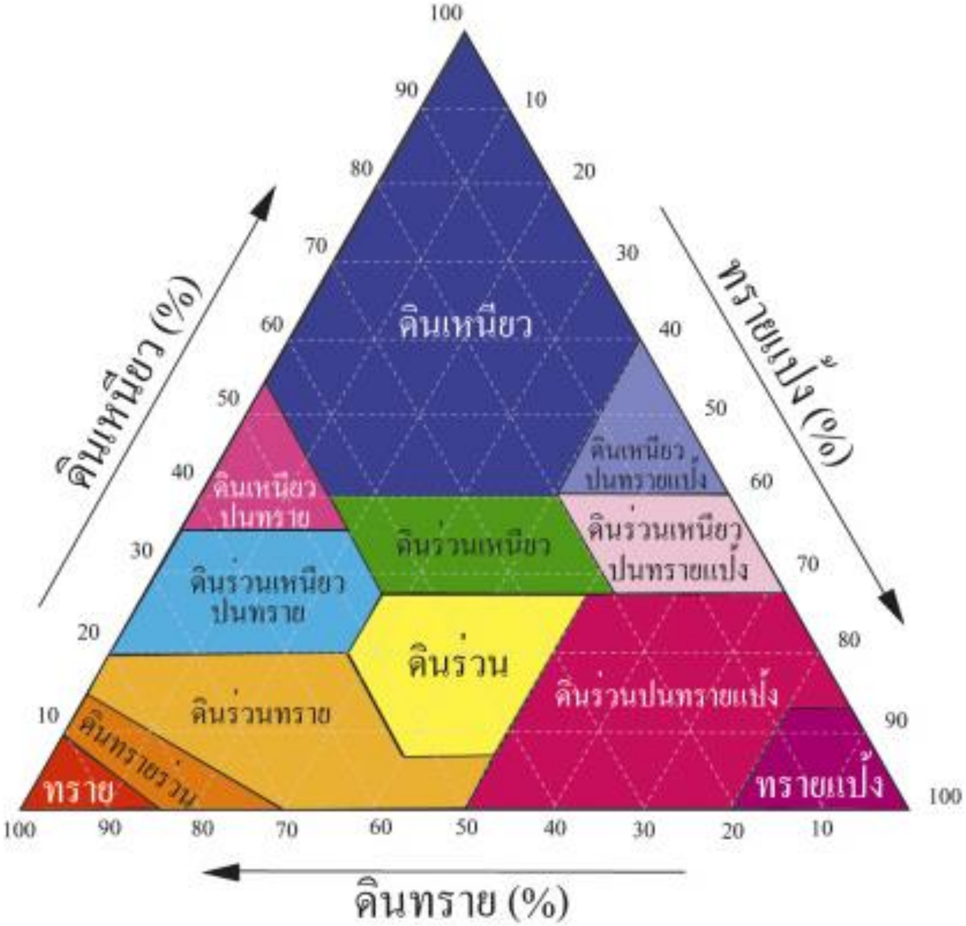
กวนสารละลายแคลกอนที่ไม่มีตัวอย่างดินก่อน โดยให้กวนสารเป็นเนื้อเดียวกันประมาณ 20 – 25 ครั้ง เริ่มจับเวลาทันที เมื่อถึงเวลา 20 วินาที ค่อย ๆ หย่อนไฮโดรมิเตอร์ลงไปพร้อมกับจุ่มเทอร์โมมิเตอร์ เมื่อถึงเวลา 40 วินาทีจึงอ่านค่าไฮโดรมิเตอร์ และอุณหภูมิด้วยเทอร์โมมิเตอร์ บันทึกค่าที่อ่านได้ (ห้ามเคลื่อนย้ายกระบอกตวง)

⇩

เมื่อครบเวลา 2 ชั่วโมง วัดด้วยไฮโดรมิเตอร์และอุณหภูมิอีกครั้ง บันทึกค่าที่อ่านได้ (โดยเหลือเวลาอีก 40 วินาทีก่อนครบ 2 ชั่วโมง ให้ค่อย ๆ หย่อนไฮโดรมิเตอร์ลงไป เมื่อครบ 2 ชั่วโมงจึงอ่านค่าที่วัดได้)

⇩

กวนสารละลายแขวนลอยตัวอย่างเช่นเดียวกับสารละลายแคลกอน นำผลที่ได้ไปคำนวณเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดิน และนำไปเข้าไดอะแกรมสามเหลี่ยมเพื่อหาประเภทของเนื้อดิน



รูปที่ 4 – 2 ภาพสามเหลี่ยมแสดงเนื้อดิน (Texture Triangle)

ที่มา: http://www.lesa.biz/earth

จากไดอะแกรมสามเหลี่ยมประเภทเนื้อดินแบ่งเป็นกลุ่มได้ดังนี้

1. กลุ่มดินทราย (Sandy textural) : ดินทราย (Sand), ดินทรายปนดินร่วน (Loamy sand)

2. กลุ่มดินร่วนชนิดหยาบ (Loamy soil – coarse) : ดินร่วนปนทราย (Sandy loam), ดินร่วน (loam), ดินร่วนปนทรายแป้ง (Silt loam), ดินทรายแป้ง (Silt)

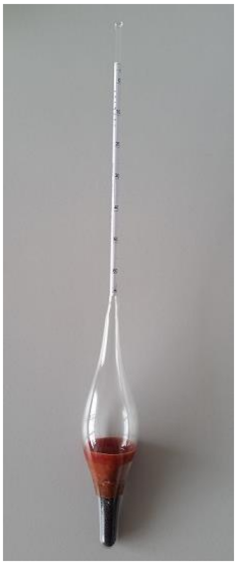
3. กลุ่มดินร่วนชนิดละเอียด (Loamy soil – fine) : ดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy clay loam), ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (Silty clay loam), ดินร่วนเหนียว (Clay loam)

4. กลุ่มดินเนื้อละเอียด (Clayey textural) : ดินเหนียวปนทราย (Sandy clay), ดินเหนียวปนทรายร่วน (Silty clay), ดินเหนียว (Clay)

(คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2549)

รูปที่ 4 – 3 เครื่องปั่นดิน (Blender)

ที่มา: นภารัตน์, 2560



รูปที่ 4 – 4 ไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer)

ที่มา: นภารัตน์, 2560

4.4 การวิเคราะห์ความเป็นกรด–ด่าง (pH)

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่ง (Balance) 2 ตำแหน่ง
2. เครื่องวัดความเป็นกรด – ด่าง (pH meter)
3. ปิเปตแบบปริมาตร (Volumetric pipette) ขนาด 10 มิลลิลิตร
4. บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 50 มิลลิลิตร
5. บีกเกอร์พลาสติก (Plastic beaker) ขนาด 1 ลิตร
6. แท่งแก้วคน (Stirring rod)
7. ขวดน้ำกลั่น (Distilled water bottle)
8. ช้อนตักสาร (Scoop)
9. กระดาษทิชชู

สารเคมี

1. สารละลายบัฟเฟอร์ 4 , 7 และ 9 หรือสารละลายบัฟเฟอร์ 4, 7 และ 10
2. น้ำกลั่น

วิธีการวิเคราะห์

1. ดิน : น้ำ อัตราส่วน 1 : 1 โดยชั่งดิน 10 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร
2. เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร
3. คนด้วยแท่งแก้วให้เข้ากัน ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที ระหว่างตั้งทิ้งไว้ให้คนเป็นครั้งคราว
4. ทำการ Calibrate pH meter ด้วยสารละลาย Buffer 7 , 4 และ 9 ตามลำดับ
5. นำ Probe pH meter จุ่มลงในสารละลายแล้วทำการวัดค่า

ตารางที่ 4.2 ระดับความรุนแรงของความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (ดิน : น้ำ = 1 : 1)

พิสัย (range)	**ระดับ (rating)**
< 3.5	กรดรุนแรงมากที่สุด (ultra acid)
3.5 – 4.5	กรดรุนแรงมาก (extremely acid)
4.6 – 5.0	กรดจัดมาก (very strongly acid)
5.1 – 5.5	กรดจัด (strongly acid)
5.6 – 6.0	กรดปานกลาง (moderately acid)
6.1 – 6.5	กรดเล็กน้อย (slightly alkaline)
6.6 – 7.3	กลาง (meutral)
7.4 – 7.8	ด่างเล็กน้อย (slightly alkaline)
7.9 – 8.4	ด่างปานกลาง (moderately alkaline)
8.5 – 9.0	ด่างจัด (strongly alkaline)
> 9.0	ด่างจัดมาก (very strongly alkaline)

ที่มา: Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973; Soil Survey Division Staff, 1993

การวิเคราะห์ความเป็นกรด–ด่าง (pH)

ชั่งตัวอย่างดิน 10 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร

⇩

ปิเปิต 10 มิลลิลิตร น้ำกลั่น ใส่ในบีกเกอร์

⇩

คนตัวอย่างดินกับน้ำกลั่นให้เข้ากัน

ให้คนเป็นครั้งคราวใช้เวลา 30 นาที

⇩

ให้ทำการ Calibrate pH meter ด้วยสารละลาย

Buffer 7, 4 และ 9 ตามลำดับ

⇩

นำ Probe pH meter จุ่มลงในสารละลาย

แล้วทำการวัดค่า

รูปที่ 4 – 5 เครื่องวัดความเป็นกรด – ด่าง (pH meter)

ที่มา: นภารัตน์, 2560

4.5 การวิเคราะห์ค่านำไฟฟ้า (Electrical conductivity, EC)

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่ง (Balance) 2 ตำแหน่ง
2. เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity meter)
3. กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 50 มิลลิลิตร
4. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 125 มิลลิลิตร
5. บีกเกอร์พลาสติก (Plastic beaker) ขนาด 1 ลิตร
6. กรวยแก้ว (Glass funnel)
7. ขวดน้ำกลั่น (Distilled water bottle)
8. ช้อนตักสาร (Scoop)
9. กระดาษทิชชู

สารเคมี

1. สารละลายมาตรฐาน KCl 1413 ไมโครซีเมนส์/เซนติเมตร (µS/cm)
2. กระดาษกรองเบอร์ 5
3. น้ำกลั่น

วิธีการวิเคราะห์

1. ดิน : น้ำ อัตราส่วน 1 : 5 โดยชั่งดิน 10 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร
2. เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทำการกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5 หรือ เขย่า 30 นาที ทิ้งค้างคืน แล้วกรอง (ถ้าเป็นดินเหนียว ทิ้งค้างคืน แล้วกรอง)
3. ทำการ Calibrate conductivity meter ด้วยสารละลายมาตรฐาน KCl 1413 ไมโครซีเมนส์/เซนติเมตร

4. นำสารละลายที่กรองได้ไปวัดค่าการนำไฟฟ้า ด้วยเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity meter)

การคำนวณ

ค่าที่ได้ให้เปลี่ยนหน่วยจาก ไมโครซีเมนส์/เซนติเมตร (μS/cm) หรือ มิลลิซีเมนส์/เซนติเมตร (mS/cm) เป็น เดซิซีเมนส์/เมตร (dS/m) คือ

1 dS/m = 1,000 μS/cm = 1 mS/cm

ตารางที่ 4.3 ระดับความเค็มของดิน

ค่าการนำไฟฟ้า EC (เดซิซีเมนส์/เมตร)	**การจัดชั้นความเค็ม**
< 2	ไม่เค็ม
2 – 4	เค็มเล็กน้อย
4 – 8	เค็มปานกลาง
8 – 16	เค็มมาก
> 16	เค็มจัด

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน; 2547

การวิเคราะห์ค่านำไฟฟ้า (Electrical conductivity, EC)

ชั่งตัวอย่างดิน 10 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร

⇩

ตวงน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่

⇩

วางในเครื่องเขย่าตั้งโต๊ะเป็นเวลา 2 ชั่วโมง

⇩

กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5

⇩

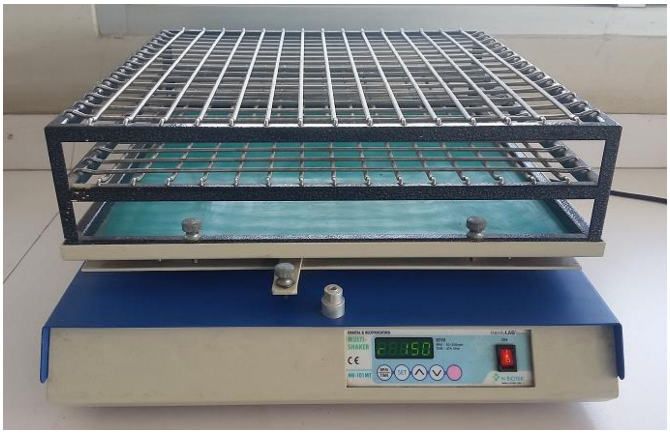
ให้ทำการ Calibrate conductivity meter

ด้วยสารละลาย KCl 1413 ไมโครซีเมนส์/เซนติเมตร

⇩

นำ Probe pH meter จุ่มลงในสารละลาย

แล้วทำการวัดค่า



รูปที่ 4 – 6 เครื่องเขย่าแบบตั้งโต๊ะ (Shaker table)

ที่มา: นภารัตน์, 2560

รูปที่ 4 – 7 เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity meter)

ที่มา: นภารัตน์, 2560

4.6 การวิเคราะห์ความเป็นกรดของดิน (Soil acidity)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องชั่ง (Balance) 4 ตำแหน่ง และ 2 ตำแหน่ง
2. เครื่องเขย่าสารละลายแบบตั้งโต๊ะ (Shaker table)
3. ปั้มสูญญากาศโดยใช้น้ำ (Aspirator vacuum pump)
4. ขวดกรอง พร้อม กรวยบุชเนอร์ (Buchner funnel) และยางรอง
5. โถดูดความชื้น (Desiccator)
6. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 125 และ 250 มิลลิลิตร
7. ขวดวัดปริมาตร(Volumetric flask) ขนาด 100, 200, 500 และ 1,000 มิลลิลิตร
8. บิวเรตและพร้อมขาตั้ง (Burette & Stand) ขนาด 50 มิลลิลิตร
9. บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 100 และ 150 มิลลิลิตร
10. บีกเกอร์พลาสติก (Plastic beaker) ขนาด 1 ลิตร
11. ปิเปตแบบปริมาตร (Volumetric pipette) ขนาด 20 มิลลิลิตร
12. กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 50 และ 100 มิลลิลิตร
13. แท่งแก้วคน (Stirring rod)
14. กรวยแก้ว (Funnel)
15. หลอดหยด (Dropper)
16. ขวดน้ำกลั่น (Distilled water bottle)
17. ขวดสีชาสำหรับใส่สารเคมี
18. ขวดพลาสติกสำหรับใส่สารเคมี
19. พาราฟิล์ม (Parafilm)
20. อลูมิเนียมฟรอยด์ (Aluminium foil)

สารเคมี

1. โพแทสเซียมคลอไรด์ (Potassium chloride ; KCl)
2. ฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein ; $C_{20}H_{14}O_4$)
3. โพแทสเซียมแอซิดพธาเลต (Potassium hydrogen phthalate ; $KHC_8H_4O_4$)
4. 95 เปอร์เซ็นต์ เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol ; C_2H_5OH)
5. โพแทสเซียมฟลูออไรด์ (Potassium fluoride ; KF)
6. กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid ; HCl)
7. โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate ; Na_2CO_3)
8. กระดาษกรองเบอร์ 42 เส้นผ่าศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร
9. น้ำกลั่น

การเตรียมสารละลาย

1. สารละลาย 1 N โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl)

ชั่ง 74.56 กรัม โพแทสเซียมคลอไรด์ ใส่บีกเกอร์ขนาด 150 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่น ถ่ายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1 ลิตร ปรับด้วยน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร เขย่าสารให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยกลับขวดวัดปริมาตรขึ้น – ลง (ถ่ายลงในขวดพลาสติกขนาด 1 ลิตร)

2. สารละลายฟีนอลฟทาลีน 1 เปอร์เซ็นต์

ชั่ง 1 กรัม ฟีนอลฟทาลีน ใส่บีกเกอร์ขนาด 150 มิลลิลิตร ตวง 100 มิลลิลิตร 95 เปอร์เซ็นต์ เอทิลแอลกอฮอล์ เทใส่ในบีกเกอร์ คนสารให้เข้ากัน (ถ่ายลงในขวดสีชาขนาด 100 มิลลิลิตร)

3. สารละลาย 0.1 N โซเดียมไฮดรอกไซด์

ชั่ง 2 กรัม โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ใส่บีกเกอร์ขนาด 150 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่น เทใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 500 มิลลิลิตร ปรับด้วยน้ำกลั่นจนครบ 500 มิลลิลิตร เขย่าให้เป็นสารละลายเดียวกันโดยกลับขวดวัดปริมาตรขึ้น – ลง (ถ่ายลงขวดพลาสติกขนาด 500 มิลลิลิตร)

4. สารละลาย 0.1 N ไฮโดรคลอริก (HCl)

ปิเปต 1.75 มิลลิลิตร กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (conc.HCl) ลงในน้ำกลั่นในขวดปรับปริมาตรขนาด 200 มิลลิลิตร ปรับด้วยน้ำกลั่นจนครบ 200 มิลลิลิตร

5. สารละลายโพแทสเซียมฟลูออไรด์ (KF)

ชั่ง 11.62 กรัม โพแทสเซียมฟลูออไรด์ (KF) ใส่บีกเกอร์ขนาด 150 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่น เทใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 200 มิลลิลิตร ปรับด้วยน้ำกลั่นจนครบ 200 มิลลิลิตร เขย่าให้เป็นสารละลายเดียวกันโดยกลับขวดวัดปริมาตรขึ้น – ลง (ถ่ายลงขวดแก้วสีชาขนาด 250 มิลลิลิตร)

6. สารละลาย 0.05 N โพแทสเซียมแอซิดพธาเลต ($KHC_8H_4O_4$)

เป็นสารปฐมภูมิ นำสารประมาณ 11 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร อบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่ง 10.0± 0.5 กรัม (ใช้เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง) ละลายด้วยน้ำกลั่น และถ่ายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1 ลิตร ปรับด้วยน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร

ไทเทรตหาความเข้มข้น 0.1 N ของโซเดียมไฮดรอกไซด์มาตรฐาน : โดยใช้ปิเปตแบบปริมาตรขนาด 20 มิลลิลิตร ปิเปตสารละลายจำนวน 40 มิลลิลิตร ของสารละลายโพแทสเซียมแอซิดพธาเลตใส่ขวดรูปชมพู่ 250 มิลลิลิตร ใช้กระบอกตวงขนาด 100 มิลลิลิตร ตวงน้ำกลั่น 60 มิลลิลิตร ถ่ายในขวดรูปชมพู่ที่มีสารละลายโพแทสเซียมแอซิดพธาเลต แล้วไทเทรตกับ 0.1 Nโซเดียมไฮดรอกไซด์ ใช้ฟีนอลฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์จากไม่มีสีเป็นสีชมพู (ซึ่งจะใกล้เคียงกับพีเอช 8.7) คำนวณหาความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ ดังนี้

$$\text{นอร์มัลลิตี้} = \frac{AxB}{204.2xC}$$

เมื่อ A = กรัมของโพแทสเซียมแอซิดพธาเลต ($KHC_8H_4O_4$) ที่นำมาเจือจางจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

B = มิลลิลิตรของสารละลาย $KHC_8H_4O_4$ ที่นำมาไทเทรต

C = มิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ใช้ในการไทเทรต

7. 0.05 N สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) เป็นสารมาตรฐานปฐมภูมิ

ชั่ง 3 – 5 กรัม โซเดียมคาร์บอเนต ใส่ถ้วยกระเบื้องขนาด 75 มิลลิลิตร นำไปอบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่ง 2.5 ± 0.2 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ละลายด้วยน้ำกลั่น ถ่ายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1 ลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1 ลิตร ไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 1 สัปดาห์

การ Standardize ปิเปต 0.05 N สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 40.00 มิลลิลิตร โดยใช้ปิเปตแบบปริมาตรขนาด 20 มิลลิลิตร ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 60 มิลลิลิตร นำไปต้มให้เดือดอย่างอ่อน ๆ ปิดด้วยกระจกนาฬิกา 3 – 5 นาที ทิ้งให้เย็นเท่าอุณหภูมิห้อง ทำการไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.1 N ใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์จากสีชมพูเป็นไม่มีสี คำนวณหาความเข้มข้นจากสูตรดังนี้ (กรรณิการ์, 2544)

$$\text{นอร์มัลลิตี้} = \frac{A \times B}{53.00 \times C}$$

เมื่อ A = น้ำหนักโซเดียมคาร์บอเนตเป็นกรัมเพื่อนำมาเจือจางเป็น 1 ลิตร

B = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตเป็นมิลลิลิตรที่นำมาไทเทรต

C = ปริมาตรของกรดที่ใช้เป็นมิลลิลิตร

วิธีการวิเคราะห์

1. การวิเคราะห์ความเป็นกรดแลกเปลี่ยนได้ (EA_{KCl})

1.1 ชั่งดิน 5.00 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร

1.2 เติม 50 มิลลิลิตร 1 N สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ เขย่าให้เข้ากันทิ้งค้างคืน ปิดปากขวดด้วยพาราฟิล์ม และอลูมิเนียมฟรอยด์

1.3 กรองสารละลายโดยใช้ชุดกรองบุชเนอร์ ที่ต่อเข้ากับปั้มสูญญากาศ

1.4 ล้างดินด้วย 1 N สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) 3 – 4 ครั้ง ทำให้มีปริมาตร 100 มิลลิลิตร ถ่ายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร โดยใช้ 1 N สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ เป็นตัวปรับปริมาตร

1.5 ถ่ายสารละลายในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ล้างข้างขวดวัดปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย หยดฟีนอลฟทาลีนอินดิเคเตอร์ 4 – 5 หยด ได้สารละลายไม่มีสี ทำการไทเทรตกับ 0.1 N โซเดียมไฮดรอกไซด์มาตรฐาน ที่จุดยุติได้สีชมพู

1.6 ทำ Blank เช่นเดียวกันกับตัวอย่างดิน โดยใช้ 1 N สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์

1.7 คำนวณความเป็นกรดของดิน ด้วยปริมาตรของ 0.1 N โซเดียมไฮดรอกไซด์มาตรฐาน ที่ใช้ในการไทเทรตกับสารละลายดินและ Blank

2. การวิเคราะห์ปริมาณอะลูมินัมและไฮโดรเจนที่แลกเปลี่ยนได้ (Exch.Al^{3+} และ Exch. H^{+})

2.1 สารละลายสีชมพู ข้อ 1 (1.5) หลังจากไทเทรตหาปริมาณความเป็นกรดแลกเปลี่ยนได้ด้วย 0.1 N โซเดียมไฮดรอกไซด์ แล้ว ให้นำมาหยด 0.1 N ไฮโดรคลอริก 1 หยด ได้สารละลายไม่มีสี

2.2 ใช้ปิเปตแบบปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร ปิเปต 1 N สารละลายโพแทสเซียมฟลูออไรด์ 10 มิลลิลิลตร ลงในขวดรูปชมพู่ข้อ 2.1 ถ้าสารละลายไม่มีสีแสดงว่าไม่มีอะลูมินัม

2.3 ถ้าสารละลายเป็นสีชมพู นำไปหาปริมาณอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยไทเทรตกับ 0.1 N ไฮโดรคลอริกมาตรฐาน ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ นำไปคำนวณปริมาณอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exch. Al^{3+})

การคำนวณ

ความเป็นกรดแลกเปลี่ยนได้ (EA_{KCl}) = $\frac{(A-B) \times N_1 \times 100}{W}$ ซีโมลต่อกิโลกรัม ($cmol\ kg^{-1}$)

อะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exch. Al^{3+}) = $\frac{C \times N_2 \times 100}{W}$ ซีโมลต่อกิโลกรัม

ไฮโดรเจนที่แลกเปลี่ยนได้ (Exch. H^{+})

= ความเป็นกรดแลกเปลี่ยนได้ (EA_{KCl}) – อะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exch. Al^{3+})

เมื่อ A = ปริมาตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ไทเทรตกับสารละลายดิน (มิลลิลิตร)

B = ปริมาตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ไทเทรตกับ Blank (มิลลิลิตร)

C = ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ไทเทรต (มิลลิลิตร)

N_1 = ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์มาตรฐาน (นอร์มอล)

N_2 = ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐาน (นอร์มอล)

W = น้ำหนักของดิน (กรัม)

รูปที่ 4 – 8 ชุดกรองบุชเนอร์ (Buchner funnel) ต่อเข้ากับ
ปั้มสูญญากาศโดยใช้น้ำ (Aspirator vacuum pump)

ที่มา: นภารัตน์, 2560

การวิเคราะห์ความเป็นกรดของดิน (Soil acidity)

ชั่งดิน 5.00 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร

⇩

ตวงสารละลาย 50 มิลลิลิตร 1 N โพแทสเซียมคลอไรด์ เขย่าให้เข้ากัน
ทิ้งค้างคืน (ปิดด้วยพาราฟิล์ม และอลูมิเนียมฟรอยด์)

⇩

กรองสารละลายโดยใช้ชุดกรองบุชเนอร์ ที่ต่อเข้ากับปั๊มสูญญากาศ
(ใช้กระดาษกรอง 42 เส้นผ่าศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร)

⇩

เทสารละลายที่กรองได้ใส่ขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ล้างดินด้วย
1 N สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ 3 – 4 ครั้ง และปรับปริมาตรด้วย
1 N สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ ให้ครบ 100 มิลลิลิตร

⇩

ถ่ายสารละลายทั้งหมดในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ล้างข้างขวดวัดปริมาตรด้วย
น้ำกลั่นเล็กน้อย หยดฟีนอลฟทาลีนอินดิเคเตอร์ 4 – 5 หยด ได้สารละลายไม่มีสี
ไทเทรตกับ 0.1 N โซเดียมไฮดรอกไซด์มาตรฐาน จากสารละลายไม่มีสีเป็นสีชมพู

⇩

ทำ Blank เช่นเดียวกันกับตัวอย่างดิน โดยใช้
1 N สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์

4.7 การวิเคราะห์อินทรียวัตถุในดิน (Organic matter ; OM)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องชั่ง (Balance) 2 ตำแหน่ง
2. ตู้ดูดควัน (Hood)
3. โถดูดความชื้น (Dessicator)
3. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร
4. บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 150, 250 และ 500 มิลลิลิตร
5. ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 100, 250, 500 และ 1,000 มิลลิลิตร
6. ปิเปตแบบปริมาตร (Volumetric pipette) ขนาด 10 มิลลิลิตร
7. ปิเปตแบบใช้ตวง (Measuring pipette) ขนาด 5 และ 10 มิลลิลิตร
8. กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 50 มิลลิลิตร
9. บิวเรตพร้อมขาตั้ง (Burette & Stand) ขนาด 50 มิลลิลิตร
10. แท่งแก้วคนสาร (Stirring rod)
11. หลอดหยด (Dropper)
12. ขวดน้ำกลั่น (Distilled water bottle)
13. ช้อนตักสาร (Scoop)
14. ลูกยางปิเปต
15. ขวดแก้วสีชาใส่สารเคมี

สารเคมี

1. โพแทสเซียมไดโครเมท (Potassium dichromate ; $K_2Cr_2O_7$)
2. เฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต (Ferrous ammonium sulfate ; $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$)
3. เฟอร์รัสซัลเฟต เฮปตะไฮเดรต (Ferrous sulfate hepta hydrate ; $FeSO_4.7H_2O$)

4. ออร์โท-ฟีแนนโทรลีน (O-Phenanthroline ; $C_{12}H_8N_2$)
5. กรดซัลฟูริก (Sulfuric acid ; H_2SO_4)

การเตรียมสารละลาย

1. สารละลายโพแทสเซียมไดโครเมท (Potassium dichromate ; $K_2Cr_2O_7$) 1 N

ชั่ง 13 กรัม โพแทสเซียมไดโครเมท ใส่บีกเกอร์ขนาด 150 มิลลิลิตร อบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น (Dessicator) แล้วชั่ง 12.25 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่น ถ่ายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 250 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 250 มิลลิลิตร เขย่าสารละลายโดยกลับวัดปริมาตรขึ้น – ลง (ถ่ายใส่ขวดแก้วสีชาขนาด 250 มิลลิลิตร)

2. สารละลายเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต (Ferrous ammonium sulphate ; $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$) 0.5 N

ชั่ง 100 กรัม เฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต (อบสารแล้วในโถดูดความชื้น) ใส่ในบีกเกอร์ 500 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นลงไป 12.5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ถ่ายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 500 มิลลิลิตร (Volumetric flask) แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 500 มิลลิลิตร เขย่าสารละลายโดยกลับวัดปริมาตรขึ้น–ลง (ถ่ายลงในขวดแก้วสีชาขนาด 500 มิลลิลิตร)

3. สารละลายออร์โทฟีแนนโทรลีน อินดิเคเตอร์ (O-Phenanthroline indicator ; $C_{12}H_8N_2$) 0.025 M

เฟอร์รัสซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต (Ferreous sulphate hepta hydrate ; $FeSO_4.7H_2O$) 0.7 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร และชั่งออร์โทฟีแนนโทรลีน 1.48 กรัม ลงบนกระดาษชั่งสาร นำทั้ง 2 สารผสมกันและละลายด้วยน้ำกลั่น เทลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร (Volumetric flask) แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบปริมาตร 100 มิลลิลิตร เขย่าสารละลายโดยกลับวัดปริมาตรขึ้น–ลง (ถ่ายลงในขวดแก้วสีชาขนาด 100 มิลลิลิตร)

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างดิน 1.00 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. ใช้ปิเปตแบบปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร ปิเปตสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมท 1 N 10 มิลลิลิตร
3. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 15 มิลลิลิตร เขย่าขวดแก้วเบา ๆ เป็นเวลา 1–2 นาที ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที (ครั้งแรกให้เติมกรดซัลฟูริก 5 มิลลิลิตร เขย่าขวดแก้วเบา ๆ แล้วค่อยเติมอีก 10 มิลลิลิตร เขย่าขวดแก้ว ให้ทำในตู้ดูดควัน)
4. เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร โดยใช้กระบอกตวง เขย่าแล้วทิ้งไว้ให้เย็น (ในตู้ดูดควัน)
5. หยดออร์โทฟีแนนโทรลีน อินดิเคเตอร์ 5 หยด
6. ไทเทรตด้วย 0.5 N สารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต เพื่อหาปริมาณโพแทสเซียมไดโครเมทที่เหลือจากปฏิกิริยาจนกระทั่งสีของสารละลายดินเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดงที่จุดยุติ
7. จดบันทึกปริมาณเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้
8. ทำ Blank เช่นเดียวกับตัวอย่าง แต่ไม่ต้องใส่ดิน (ตั้งแต่ข้อ 2-7)
9. คำนวณปริมาณอินทรียวัตถุ

<u>การคำนวณ</u>

% อินทรีย์คาร์บอน (Organic carbon) $= \frac{(B-T)\,N}{B} \times \frac{100}{77} \times \frac{3}{10^3} \times \frac{100}{W} \times 10$

% อินทรียวัตถุ (Organic matter) = % อินทรีย์คาร์บอน (Organic carbon) x 1.724

หรือ % อินทรียวัตถุ $= \frac{(B-T)\,N}{B} \times \frac{100}{77} \times \frac{100}{58} \times \frac{3}{10^3} \times \frac{100}{W} \times 10$

เมื่อ N = ความเข้มข้นของโพแทสเซียมไดโครเมท (นอร์มอล)

B = ปริมาตรของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต ที่ไทเทรตกับ Blank (มิลลิลิตร)

T = ปริมาตรของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ไทเทรตกับตัวอย่างดิน (มิลลิลิตร)

W = น้ำหนักดิน (กรัม)

ตารางที่ 4.4 การประเมินระดับอินทรียวัตถุในดิน (วิธี Walkley & Black)

OM (%)	**การประเมิน**
< 0.5	ต่ำมาก
0.5 – 1.0	ต่ำ
1.0 – 1.5	ค่อนข้างต่ำ
1.5 – 2.5	ปานกลาง
2.5 – 3.5	ค่อนข้างสูง
3.5 – 4.5	สูง
> 4.5	สูงมาก

ที่มา: ปิยะ (2538)

<u>วิธีวิเคราะห์อินทรียวัตถุ (OM) ในดิน</u>

ชั่งดิน 1.00 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร

⇩

ใช้ปิเปตแบบปริมาตร 10 มิลลิลิตร ปิเปต 1 N สารละลายโพแทสเซียมไดโครเมท
10 มิลลิลิตร เขย่าสารละลายให้เข้ากัน

⇩

ปิเปต 15 มิลลิลิตร กรดซัลฟูริก โดยให้ใส่ครั้งแรก 5 มิลลิลิตร แล้วเขย่าเบา ๆ
ใส่อีกครั้ง 10 มิลลิลิตร เขย่า และตั้งทิ้งไว้ 30 นาที (ทำในตู้ดูดควัน)

⇩

เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร โดยใช้กระบอกตวง แล้วเขย่า ทิ้งไว้ให้เย็น

⇩

หยดออร์โทฟีแนนโทรลีน อินดิเคเตอร์ 5 หยด ด้วยหลอดหยด เขย่า

⇩

ไทเทรตด้วย 0.5 N เฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต
สารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง

⇩

จดบันทึกปริมาณเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต
ที่ใช้ในการไทเทรต
(ทำ Blank เช่นเดียวกับตัวอย่าง แต่ไม่ต้องใส่ดิน)

⇩

คำนวณหาปริมาณอินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์)

<u>หมายเหตุ</u> : 1. Blank ไม่ต้องใส่ดิน และทำเหมือนตัวอย่าง
(ปกติจะได้ประมาณ 22 มิลลิลิตร)
2. ถ้าหากหยดอินดิเคเตอร์แล้วเปลี่ยนสีเป็นน้ำตาลแดงให้ลดปริมาณ
ตัวอย่างดิน (แสดงว่ามีปริมาณอินทรียวัตถุสูง)

4.8 การวิเคราะห์หาไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (Total N)

วิธีการวิเคราะห์หาไนโตรเจนทั้งหมดในดินโดยวิธี Kjeldahl มี 2 ขั้นตอน ดังนี้

1) การย่อยสลาย (Digestion) เพื่อเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนในดินไปอยู่ในรูปของแอมโมเนียมไนโตรเจน โดยการใส่กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) และ (K_2SO_4) และสารตัวเร่ง (Catalysts) เช่น ปรอท (Hg), คอปเปอร์ (Cu) หรือ ซีลีเนียม (Se) เพื่อช่วยให้ปฏิกิริยา Oxidation ที่เกิดขึ้นเป็นไปอย่างสมบูรณ์

2) การกลั่นและไทเทรต เพื่อหาปริมาณแอมโมเนียที่เกิดจากการย่อยสลาย โดยใส่ด่างในปริมาณที่มากเกินพอลงไป จะได้แอมโมเนียเกิดขึ้นจากปฏิกิริยา รองรับแอมโมเนียที่เกิดขึ้นด้วยสารละลายบอริก (H_3BO_3) ที่มากเกินพอ นำสารละลายที่กลั่นออกได้ไปหาปริมาณแอมโมเนินโดยการไทเทรตกับกรดมาตรฐาน

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องชั่ง (Balance) 4 และ 2 ตำแหน่ง
2. เครื่องวิเคราะห์โปรตีน (Total Kjeldahl Nitrogen ; TKN)
3. หลอดย่อย (Digestion tube)
4. โถดูดความชื้น (Desiccator)
5. บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 50, 100, 250, 500 และ 1,000 มิลลิลิตร
6. บีกเกอร์พลาสติก (Plastic Beaker) ขนาด 1 และ 2 ลิตร
7. กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 25 , 50 และ 100 มิลลิลิตร
8. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 125 มิลลิลิตร
9. ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 50, 100, 200 และ 1,000 มิลลิลตร
10. ปิเปตแบบปริมาตร (Volumetric pipette) ขนาด 10, 15 และ 20 มิลลิลิตร
11. ปิเปตแบบใช้ตวง (Measuring pipette) ขนาด 1, 5, 10 และ 20 มิลลิลิตร

12. ถ้วยกระเบื้อง (Crucible) ขนาด 75 มิลลิลิตร
13. ขวดน้ำกลั่น (Distilled water bottle)
14. ช้อนตักสาร (Scoop)
15. ขวดใส่สารเคมี (ขวดแก้วสีชา, ขวดพลาสติก)

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริก (Sulfuric acid ; H_2SO_4)
2. กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid ; HCl)
3. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide ; NaOH)
4. เมทธีลลีนบลู (Methylene blue ; $C_{16}H_{18}ClN_3S$)
5. เมทิลเรด (Methyl red ; $C_{15}H_{15}N_3O_2$)
6. 95 เปอร์เซ็นต์ เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol ; CH_2OH)
7. กรดบอริก (Boric acid ; H_3PO_3)
8. โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate ; Na_2CO_3)
9. ฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein ; $C_{20}H_{14}O_4$)
10. โพแตสเซียมซัลเฟต (Potassium sulfate ; K_2SO_4) หรือ
    โซเดียมซัลเฟต Sodium sulfate ; Na_2SO_4)
11. คอบเปอร์ซัลเฟต [Copper (II) sulfate pentahydrate ;
    $CuSO_4.5H_2O$]
12. ซีลีเนียม (Selenium ; Se)
13. น้ำกลั่น

วิธีการเตรียมสารละลาย

1. สารละลายอินดิเคเตอร์ (Mixed indicator)

ชั่ง 0.20 กรัม เมทิลเรด (Methyl red) ใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 100 มิลลิลิตร ละลายด้วย 95 เปอร์เซ็นต์ เอททิลแอลกอฮอล์ แล้วเทใส่ในขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วย 95 เปอร์เซ็นต์ เอททิลแอลกอฮอล์ (ถ่ายลงในขวดแก้วสีชาขนาด 100 มิลลิลิตร) และ ชั่ง 0.10 กรัม เมทธีลลีนบลู ใส่บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร ละลายด้วย 95 เปอร์เซ็นต์ เอทิลแอลกอฮอล์ เทใส่ในขวดวัดปริมาตร 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 50 มิลลิลิตร ด้วย 95 เปอร์เซ็นต์ เอททิลแอลกอฮอล์ (ถ่ายลงในขวดแก้วสีชาขนาด 100 มิลลิลิตร) ก่อนนำไปใช้ให้นำอินดิเคเตอร์ทั้งสองมารวมกันในอัตราส่วน 2 ต่อ 1 (10 มิลลิลิตร เมทิลเรด : 5 มิลลิลิตร เมทธีลลีนบลู)

2. สารละลายอินดิเคเตอร์ในกรดบอริก 4 เปอร์เซ็นต์ (H_3BO_3)

ชั่งบอริก 20 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 150 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่น ถ่ายลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 500 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นลงในขวดประมาณ 400 มิลลิลิตร ใช้ปิเปตแบบปริมาตรขนาด 5 มิลลิลิตร ปิเปตสารละลายอินดิเคเตอร์ผสม 5 มิลลิลิตร ลงไปขวดปรับปริมาตรขนาด 500 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 500 มิลลิลิตร (เตรียมใช้แต่ละเดือน)

3. สารผสมสำหรับเร่งปฏิกิริยา (Catalyst mixture)

ผสม โปแตสเซียมซัลเฟต K_2SO_4 (หรือ โซเดียมซัลเฟต Na_2SO_4) : คอบเปอร์ซัลเฟต $CuSO_4.5H_2O$: ซีลีเนียม Se ในอัตราส่วน 100 : 10 : 1 ตามลำดับ

4. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 40 เปอร์เซ็นต์ (NaOH)

ชั่ง 800 กรัม โซเดียมไฮดรอกไซด์ ใส่ในบีกเกอร์พลาสติกขนาด 2 ลิตร ค่อย ๆ ใส่น้ำกลั่นลงไป คนให้สารละลายให้เข้ากัน ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วปรับปริมาตรเป็น 2 ลิตร (ควรเตรียมสารในตู้ดูดควัน) ถ่ายใส่ขวดพลาสติกขนาด 2 ลิตร

5. 0.05 N สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) เป็นสารมาตรฐานปฐมภูมิ

ชั่ง 3 – 5 กรัม โซเดียมคาร์บอเนต ใส่ถ้วยกระเบื้องขนาด 75 มิลลิลิตร นำไปอบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นใน

โถดูดความชื้น แล้วชั่ง 2.5 ± 0.2 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ละลายด้วยน้ำกลั่น ถ่ายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1 ลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1 ลิตร ไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 1 สัปดาห์

6. สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) 0.1 N หรือกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.1 N

ปิเปต 3.0 มิลลิลิตร กรดซัลฟูริกเข้มข้น หรือ 8.3 มิลลิลตร กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 1 ลิตร ปรับด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1 ลิตร

การ Standardize ปิเปต 0.05 N สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 40.00 มิลลิลิตร โดยใช้ปิเปตแบบปริมาตรขนาด 20 มิลลิลิตร ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 60 มิลลิลิตร นำไปต้มให้เดือดอย่างอ่อน ๆ ปิดด้วยกระจกนาฬิกา 3 – 5 นาที ทิ้งให้เย็นเท่าอุณหภูมิห้อง ทำการไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) 0.1 N หรือกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.1 N ใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์จากสีชมพูเป็นไม่มีสี คำนวณหาความเข้มข้นจากสูตรดังนี้ (กรรณิการ์, 2544)

$$\text{นอร์มัลลิตี้} = \frac{A \times B}{53.00 \times C}$$

เมื่อ A = น้ำหนักโซเดียมคาร์บอเนตเป็นกรัมเพื่อนำมาเจือจางเป็น 1 ลิตร

B = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตเป็นมิลลิลิตรที่นำมาไทเทรต

C = ปริมาตรของกรดที่ใช้เป็นมิลลิลิตร

7. สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) 0.02 N หรือกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.02 N

นำสารละลายกรดมาตรฐานที่มีความเข้มข้น 0.10 N (หลังจากทำการ Standardize ที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน) ถ่ายใส่ขวดวัดปริมาตร ขนาด 100 มิลลิลิตร และถ่ายใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 500 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 500 มิลลิลิตร ทำการ standardize ใช้ปิเปตแบบปริมาตรขนาด 15 มิลลิลิตร ปิเปตสารละลายใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 85 มิลลิลิตร ทำการไทเทรตกับ 0.05 N โซเดียมคาร์บอเนต วิธีการไทเทรตและคำนวณเหมือนข้อ 6

8. **สารละลายฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์** (เป็นพีเอช 8.3 อินดิเคเตอร์)

ละลายฟีนอล์ฟทาลีน 0.5 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร ละลายด้วย 95 เปอร์เซ็นต์ เอททิลแอลกอฮอล์ (CH_2H_5OH) 50 มิลลิลิตร คนสารละลายเป็นเนื้อเดียว ถ่ายใส่ขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร ถ่ายใส่ขวดแก้วสีชาขนาด 100 มิลลิลิตร

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งดิน (ที่ผึ่งให้แห้งในที่ร่มและร่อนผ่านตะแกรงชนาด 2 มิลลิเมตร) 2.00 กรัม ใส่ในหลอดย่อย (Digestion tube)
2. เติม 7 กรัม สารผสมสำหรับเร่งปฏิกิริยา (Catalyst mixture)
3. เติม 15 มิลลิลิตร กรดซัลฟูริก เขย่าเบา ๆ (ทำในตู้ดูดควัน) นำเข้าเตาย่อยโดยใช้อุณหภูมิ 380 องศาเซลเซียล จนกระทั่งตัวอย่างใช้ได้ ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ตัวอย่างจะเป็นสีขาวขุ่น ๆ และไม่มีควันของกรดซัลฟูริก
4. ทำ Blank (หลอดย่อยไม่มีดิน) โดยเติม 7 กรัม Catalyst mixture เติม 15 มิลลิลิตร กรดซัลฟูริก เขย่าเบา ๆ (ทำในตู้ดูดควัน) แล้วทำการย่อยพร้อมกับตัวอย่าง
5. เมื่อย่อยเสร็จให้ปิดเครื่องย่อยแต่ยังไม่ปิดเครื่องกำจัดไอกรด รอจนกระทั่งเย็นจึงปิดเครื่องกำจัดไอกรดแล้วนำหลอดย่อยออกจากเตาย่อย
6. นำหลอดย่อยในข้อ 5 ไปต่อเข้าเครื่องกลั่น กำหนดให้เติมน้ำ 50 มิลลิลิตร และ 40 เปอร์เซ็นต์ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 30 มิลลิลิตร กลั่นประมาณ 4 นาที

   ปิเปต 4 เปอร์เซ็นต์ กรดบอริก 25 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร นำไปรองรับสารละลายที่ได้จากการกลั่น โดยให้ปลายของแท่งแก้วจุ่มลงในสารละลายบอริก จากสารละลายสีม่วงแดงของบอริกจะเปลี่ยนเป็นสีเขียว
7. นำสารละลายในข้อ 6 ไปทำการไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน 0.02 N ซัลฟูริก ที่จุดยุติสารละลายจะมีสีม่วงแดง จดปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน 0.02 N ซัลฟูริกที่ไทเทรตได้ นำไปคำนวณหาค่า Total N ของดิน

การคำนวณ

$$\text{Total N} = (A - B) \times N \times 0.014 \times \frac{100}{W}$$

A = ปริมาตรของสารละลายกรดซัลฟูริกที่ไทเทรตกับตัวอย่าง

B = ปริมาตรของสารละลายกรดซัลฟูริกที่ไทเทรตกับ Blank

N = ความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟูริก

W = น้ำหนักของดิน (กรัม)

ตารางที่ 4.5 การประเมินระดับไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (วิธี Kjeldahl)

Total N (ร้อยละ)	การประเมิน
< 0.1	ต่ำมาก
0.1 – 0.2	ต่ำ
0.2 – 0.5	ปานกลาง
0.5 – 1.0	สูง
> 1.0	สูงมาก

ที่มา: Landon (1991)

การวิเคราะห์หาไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (Total N)

ชั่งดิน 2.00 กรัมในหลอดย่อย

⇩

เติม 7 กรัม Catalyst mixture

[โพแตสเซียมซัลเฟต (หรือโซเดียมซัลเฟต) : คอบเปอร์ซัลเฟต : ซีลีเนียม

ในอัตราส่วน 100 : 10 : 1 ตามลำดับ]

⇩

เติม 15 มิลลิลิตร กรดซัลฟูริก เขย่าเบา ๆ นำเข้าเตาย่อยโดยใช้อุณหภูมิ 380

องศาเซลเซียล จนกระทั่งตัวอย่างใช้ได้ ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง

ตัวอย่างจะเป็นสีขาวขุ่น ๆ และไม่มีควันของกรดซัลฟูริก

⇩

เมื่อย่อยเสร็จให้ปิดเครื่องย่อยแต่ยังไม่ปิดเครื่องกำจัดไอกรด รอจนกระทั่งเย็น

จึงปิดเครื่องกำจัดไอกรดแล้วนำหลอดย่อยออกจากเตาย่อย

⇩

นำหลอดย่อยไปต่อเข้าเครื่องกลั่น กำหนดให้เติมน้ำ 50 มิลลิลิตร และ

40 เปอร์เซ็นต์ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 30 มิลลิลิตร ใช้เวลา 4 นาที

⇩

ปิเปต 4 เปอร์เซ็นต์กรดบอริก 25 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร

นำไปรองรับการกลั่น ให้ปลายแท่งแก้วจุ่มในสารละลายบอริก

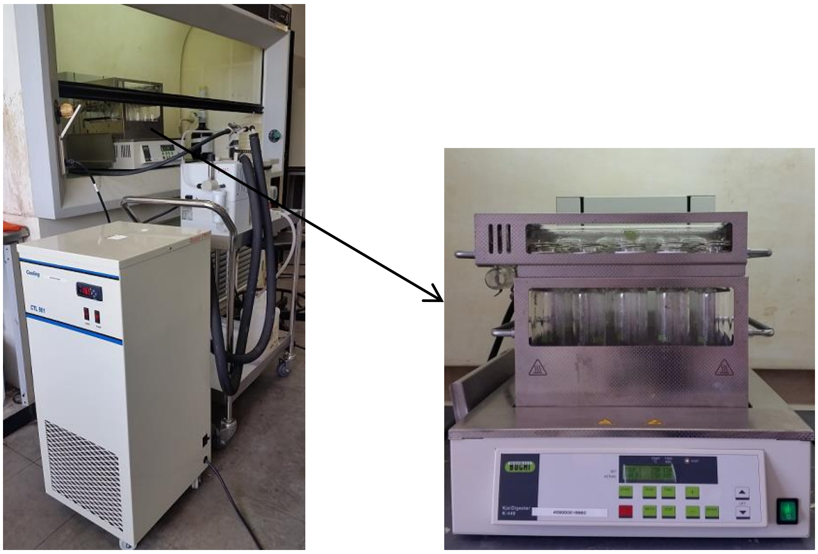
จากสารละลายสีม่วงแดงของบอริกจะเปลี่ยนเป็นสีเขียว

⇩

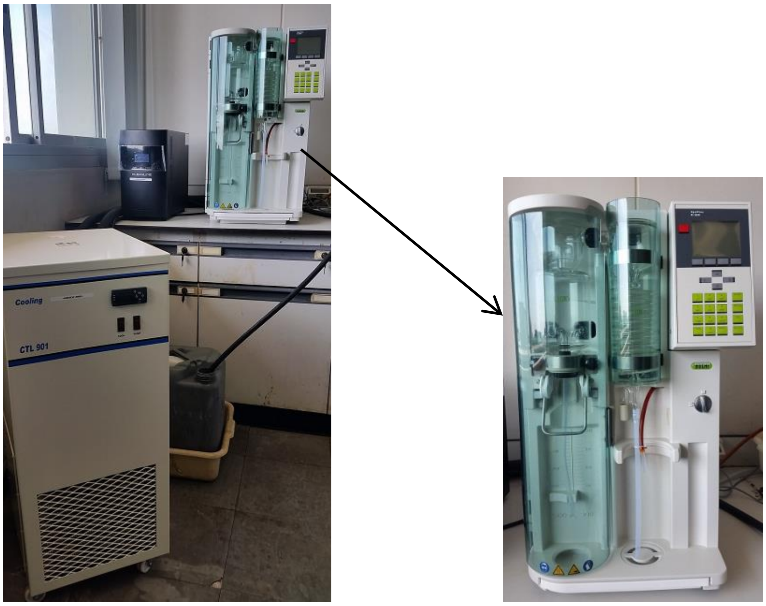
นำสารละลายที่กลั่นได้ไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน 0.02 N ซัลฟูริก

ที่จุดยุติสารละลายจะมีสีม่วงแดง จดปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน

0.02 N ซัลฟูริกที่ไทเทรตได้ นำไปคำนวณหาค่า Total N ของดิน



รูปที่ 4 – 9 (1) ชุดย่อยตัวอย่าง



รูปที่ 4 – 9 (2) ชุดกลั่นตัวอย่าง

รูปที่ 4 – 9 เครื่องวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Kjeldahl Nitrogen)

ที่มา: นภารัตน์, 2560

4.9 การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available phosphorus ; avai.P)

อุปกรณ์และเครื่องมือ (ให้ล้างเครื่องแก้วด้วยกรด HCl 1:1 ล้างด้วยน้ำกลั่น 2 รอบ หรือล้างด้วยน้ำยาฟรีฟอสเฟต ล้างด้วยน้ำประปา แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น 2 รอบ)

1. เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)
2. ตู้อบ (Oven)
3. โถดูดความชื้น (Desiccator)
4. เครื่องเขย่าสารละลาย (Vertex)
5. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 50 มิลลิลิตร
6. หลอดทดลอง (Test tube) ขนาด 20x150 มิลลิลิตร พร้อมฝาปิด
7. ตะแกรงใส่หลอดทดลอง (Test tube rack)
8. บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 50, 100, 250, 500 และ 1,000 มิลลิลิตร
9. บีกเกอร์พลาสติก (Plastic beaker) ขนาด 1 และ 2 ลิตร
10. กรวยแก้ว (Funnel)
11. ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 50, 100, 200 และ 1,000 มิลลิลิตร
12. ปิเปตแบบปริมาตร (Volumetric pipette) ขนาด 1, 2, 4, 5, 10 และ 15 มิลลิลิตร
13. ปิเปตแบบใช้ตวง (Measuring pipette) ขนาด 1, 5, 10 และ 20 มิลลิลิตร
14. ขวดน้ำกลั่น (Distilled water bottle)
15. ช้อนตักสาร (Scoop)
16. ขวดใส่สารเคมี (ขวดพลาสติก ขวดแก้วสีชา และ ขวดแก้ว Pyrex)

สารเคมี

1. แอมโมเนียมฟลูออไรด์ (Ammonium fluoride ; NH_4F)
2. กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid ; HCl)
3. แอมโมเนียมโมลิบเดท (Ammonium molybdate ; $[(NH_4)6Mo_7O_{24}.4H_2O]$)
4. แอนติมอนีโพแตสเซียมตาเตรท [Antimony potassium tartrate ; $K_2Sb_2 (C_4H_2O_6)_2.3H_2O$]
5. กรดแอสคอร์บิค (Ascorbic acid ; $C_6H_8O_6$)
6. โพแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (Potassium dihydrogen phosphate ; KH_2PO_4)
7. กรดซัลฟูริก (Sulfuric acid ; H_2SO_4)
8. กระดาษกรองเบอร์ 5 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12.5 เซ็นติเมตร
9. น้ำกลั่นปราศจากฟอสฟอรัส

วิธีการเตรียมสารละลาย

1. น้ำยาสกัด Bray II

ชั่ง 1.11 กรัม แอมโมเนียมฟลูออไรด์ ลงในบีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่น 800 มิลลิลิตร ปิเปต 8.6 มิลลิลิตร กรดไฮโดรคลอริก ลงไป คนสารเป็นเนื้อเดียวกัน นำไปวัดด้วยเครื่อง pH ปรับ pH ให้อยู่ระหว่าง 1.5 - 1.6 (ใช้ 1 N NaOH หรือ 1 N HCl ในการปรับ) ถ่ายในขวดวัดปริมาตรขนาด 1 ลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบเป็น 1 ลิตร เขย่าสารละลายโดยกลับขวดวัดปริมาตรขึ้น – ลง (ถ่ายใส่ขวดแก้วสีชาขนาด 1 ลิตร)

2. สารละลาย A

ชั่ง 10 กรัม แอมโมเนียมโมลิบเดท (Ammonium molybdate ; $[(NH_4)6Mo_7O_{24}.4H_2O]$) ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร และ ชั่ง 0.2426 กรัม แอนติมอนีโปแตสเซียมตาเตรท (Antimony potassium

tartrate) ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ผสมสารละลายทั้งสองเข้าด้วยกัน หลังจากนั้นให้ค่อยเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 140 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 200 มิลลิลิตร ถ่ายลงในขวดแก้ว pyrex ขนาด 250 มิลลิลิตร (ให้หุ้มด้วยอลูมิเนียมฟรอยด์) และเก็บไว้ในที่มืดและเย็น (เขียนวันที่เตรียมสารละลาย น้ำยานี้เก็บไว้ได้ 6 เดือน)

3. สารละลาย B

ชั่ง 0.88 กรัม กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) ลงในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่นแล้วเทใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 1 ลิตร เติมน้ำกลั่นประมาณ 800 มิลลิลิตร และปิเปตสารละลาย A ลงไป 20 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 1 ลิตร ผสมให้เข้ากัน สารละลายนี้เก็บได้ไม่เกิน 24 ชั่วโมง ดังนั้นจึงต้องเตรียมใหม่ทุกครั้ง

4. สารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 50 พีพีเอ็ม

(Standard phosphorous)

ชั่งโปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (Potassium dihydrogen phosphate, KH_2PO_4) 0.2195 กรัม (หลังจากการอบแห้ง 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง) ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่นพอสมควร เทใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 1 ลิตร เติมน้ำกลั่นประมาณ 800 มิลลิลิตร ปรับสภาพให้เป็นกรดด้วยกรดซัลฟูริก 1-2 หยดแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 1 ลิตร แล้วทำชุดสารละลายมาตรฐาน (Standard set)ดังนี้

ปิเปตสารละลายมาตรฐานฟอสเฟต 50 พีพีเอ็ม (ppm) 0, 2, 4, 6, 8, 10 และ 15 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตร 50 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำยาสกัด Bray II ให้ครบ 50 มิลลิลิตร จะได้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 0, 2, 4, 6, 8, 10 และ 15 พีพีเอ็ม ตามลำดับ

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างดิน 1.00 กรัม ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มิลลิลิตร

2. เติมน้ำยาสกัด Bray II ลงไป 10 มิลลิลิตร เขย่า 1 นาที กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5 (รองรับสารละลายที่กรองด้วยหลอดทดลอง)

3. ปิเปตน้ำตัวอย่างที่ได้จากการกรอง 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองแล้วเติมสารละลาย B 16 มิลลิลิตร (อัตราส่วน 1 : 16) ทิ้งไว้ 30 นาที จะเกิดเป็นสีน้ำเงิน

4. ทำ Blank โดยปิเปต Bray II 1 มิลลิลิตร เติมสารละลาย B ลงไป 16 มิลลิลิตร เขย่าสารเบา ๆ ด้วยเครื่องเขย่าสารละลาย (Vortex) ทิ้งไว้ 30 นาที

5. ชุดของสารละลายมาตรฐาน (Standard set) ทำเช่นเดียวกับตัวอย่าง

6. วัดความเข้มข้นของสีด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ช่วงความยาวคลื่นแสง 882 นาโนเมตร ให้วัด ชุดของสารละลายมาตรฐาน (Standard set) ก่อน เพื่อทำกราฟ โดยใช้ Blank ปรับเป็น Auto Zero และวัดตัวอย่างต่อไป

การคำนวณ

$$\text{ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available P)} = \frac{B \times DF\ (Sample) \times A}{W \times DF\ (Standard)} \text{ พีพีเอ็ม (ppm)}$$

เมื่อ W = น้ำหนักของตัวอย่างดิน (กรัม)

B = น้ำยาสกัด (มิลลิลิตร)

A = ค่าที่อ่านได้เมื่อวัดค่าเทียบกับ Standard set

DF = อัตราส่วนการเจือจาง (Dilution factor)

ถ้าไม่มีการเจือจางตัวอย่าง สูตรการคำนวณคือ

$$\text{ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available P)} = \frac{B \times A}{W} \text{ พีพีเอ็ม (ppm)}$$

ตารางที่ 4.6 การประเมินระดับฟอสฟอรัสที่สกัดได้ในดิน (วิธี Bray II)

Available P (พีพีเอ็ม)	การประเมิน
< 3	ต่ำมาก
3 – 6	ต่ำ
6 – 10	ค่อนข้างต่ำ
10 – 15	ปานกลาง
15 – 25	ค่อนข้างสูง
25 – 45	สูง
> 45	สูงมาก

ที่มา: ปิยะ (2538)

รูปที่ 4 – 10 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)

ที่มา: นภารัตน์, 2560

วิธีการวิเคราะห์ฟอสฟอรัส ที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available P)

ชั่งดิน 1.00 กรัม ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มิลลิลิตร

⇩

เติมน้ำยาสกัด Bray II ลงไป 10 มิลลิลิตร เขย่า 1 นาที
แล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5 วางบนกรวยแก้ว
(รองรับสารละลายที่กรองด้วยหลอดทดลอง)

⇩

ดูดน้ำตัวอย่างที่ได้จากการกรอง 1 มิลลิลิตร ด้วยปิเปต ลงในหลอดทดลอง

⇩

เติมสารละลาย B ลงไป 16 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ ด้วยเครื่องเขย่าสารละลาย
ทิ้งไว้ 30 นาที จะได้สารละลายเป็นสีน้ำเงิน

⇩

ให้ทำ Blank และสารละลายมาตรฐาน เหมือนตัวอย่าง

⇩

นำไปวัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 882 นาโนเมตร
โดยใช้ Blank ปรับเครื่องให้เป็นศูนย์ และวัดสารละลายมาตรฐาน
จากน้อยไปมาก หลังจากนั้นให้วัดตัวอย่าง

หมายเหตุ : ถ้าหากวัดความยาวคลื่นของตัวอย่างมากกว่าสารละลายมาตรฐานตัวสุดท้าย ให้ทำการเจือจางตัวอย่างด้วยน้ำยาสกัด Bray II

4.10 การวิเคราะห์โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available Potassium; avai. K)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องวิเคราะห์โลหะหนัก
   (Atomic Absorption Spectrophotometer ; AAS)
2. เครื่องเขย่าแบบตั้งโต๊ะ (Shaker)
3. เครื่องชั่ง (Balance) 4 และ 2 ตำแหน่ง
4. โถดูดความชื้น (Desiccator)
5. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 50 มิลลิลิตร
6. หลอดทดลองขนาด 20x150 มิลลิเมตร (Test tube) พร้อมฝาปิด
7. ตะแกรงใส่หลอดทดลอง (Test tube rack)
8. ปิเปตแบบปริมาตร (Volumetric pipette) ขนาด 5, 10, 15, 20 และ 25 มิลลิลิตร
9. ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 50, 100 500 และ 1,000 มิลลิลิตร
10. กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 100 มิลลิลิตร
11. บีกเกอร์พลาสติก (Plastic beaker) ขนาด 1 ลิตร
12. กรวยแก้ว (Funnel)
13. ลูกยางปิเปต
14. ขวดแก้วสีชา
15. ขวดพลาสติกขนาด 60 มิลลิลิตร

สารเคมี

1. แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (Ammonium hydroxide ; NH_4OH)
   หรือเรียกว่า สารละลายแอมโมเนีย (Ammonia solution)
2. กรดอะซิติก (Glacial acetic acid ; CH_3COOH)

3. โพแทสเซียมคลอไรด์ (Potassium chloride ; KCl)
4. กระดาษกรองเบอร์ 5 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12.5 เซนติเมตร
5. น้ำกลั่น
6. ถ้าหากไม่มีสารข้อ 1 และ 2 ให้ใช้แอมโมเนียมอะซิเตท (Ammonium acetate ; $NH_4CH_3CO_2$)

วิธีการเตรียมสารละลาย

1. สารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท (Ammonium acetate solution) 1 N pH 7.0

กรดอะซิติก (CH_3COOH) 57 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 1 ลิตร เติมน้ำกลั่นประมาณ 700 มิลลิลิตร และเติมแอมโมเนียไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) 69 มิลลิลิตร คนสารละลายให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นปรับ pH 7.0 โดยใช้ กรดอะซิติก และแอมโมเนียไฮดรอกไซด์ ถ่ายใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 1 ลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1 ลิตร (ควรเตรียมสารในตู้ดูดควัน) หรืออาจเตรียมได้จาก

ชั่งแอมโมเนียมอะซิเตท ($NH_4CH_3CO_2$) 77 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่น ถ่ายใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 1 ลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1 ลิตร

2. สารละลายโพแทสเซียมมาตรฐาน 1000 พีพีเอ็ม

ชั่ง 1.907 กรัม ของโพแทสเซียมคลอไรด์(KCl) ใส่บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร (KCl อบแห้งที่อุณหภูมิ 100 ± 5°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำไปใส่ในโถดูดความชื้น) ในน้ำกลั่นทำให้มีปริมาตร 1 ลิตร

3. สารละลายโพแทสเซียมมาตรฐาน 100 พีพีเอ็ม

ปิเปตสารละลายจากข้อ 2 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร โดยใช้ปิเปตแบบปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

4. Standard set ของโพแทสเซียม

จากสารละลายข้อ 3 ปิเปต 0, 5, 10, 15 และ 20 มิลลิลิตรโดยใช้ปิเปตแบบปริมาตร ถ่ายใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับด้วยสารละลายสกัดแอมโมเนียมอะซิเตทจนครบ 100 มิลลิลิตร จะได้ความเข้มข้น 0, 5, 10, 15 และ 20 พีพีเอ็มตามลำดับ (ถ้าตัวอย่างมีความเข้มข้นสูงให้ set standard สูง หรือให้เจือจางตัวอย่างด้วยน้ำยาสกัด)

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งดิน 2.00 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มิลลิลิตร
2. ใช้ปิเปตแบบปริมาตรขนาด 20 มิลลิลิตร ปิเปต 20 มิลลิลิตร 1 N สารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท
3. เขย่าสารละลายด้วยเครื่องเขย่าสารละลายแบบตั้งโต๊ะ 30 นาที
4. กรองผ่านด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12.5 เซนติเมตร รองรับสารละลายจากการกรองด้วยหลอดทดลอง
5. นำไปวัดด้วยเครื่อง AAS ที่ความยาวคลื่น 383 นาโนเมตร

การคำนวณ

$$\text{โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (avaiable K)} = \frac{B \times A \times D}{W} \quad \text{พีพีเอ็ม (ppm)}$$

เมื่อ W = น้ำหนักของตัวอย่างดิน (กรัม)

B = ปริมาตรของสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตทที่ใช้สกัด (มิลลิลิตร)

A = ความเข้มข้นของโพแทสเซียมเมื่อเทียบกับความเข้มข้นมาตรฐาน (พีพีเอ็ม)

D = อัตราส่วนการเจือจาง (Dilution factor) (เท่า)

ถ้าไม่มีการเจือจางตัวอย่าง สูตรการคำนวณคือ

$$\text{โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (avaiable K)} = \frac{B \times A}{W} \quad \text{พีพีเอ็ม (ppm)}$$

ตารางที่ 4.7 การประเมินระดับโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (วิธี 1 N NH_4OAc pH 7)

Avaiable K (พีพีเอ็ม)	การประเมิน
< 30	ต่ำมาก
30 – 60	ต่ำ
60 – 90	ปานกลาง
90 – 120	สูง
> 120	สูงมาก

ที่มา: อภิรดี (2542)

โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

ชั่งดิน 2.00 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ 50 มิลลิลิตร

⇩

ปิเปต 20 มิลลิลิตร 1 N แอมโมเนียมอะซิเตท เขย่าให้เข้ากัน

⇩

เขย่าต่อด้วยเครื่องเขย่าสารแบบตั้งโต๊ะเป็นเวลา 30 นาที

⇩

กรองผ่านด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5
รองรับด้วยหลอดทดลอง

⇩

ส่วนที่ได้จากการกรองนำไปวัดด้วยเครื่อง AAS (ทำ Standard curve)
ที่ความยาวคลื่น 383 นาโนเมตร

รูปที่ 4 – 11 เครื่องวิเคราะห์โลหะหนัก (Atomic Absorption Spectrophotometer;AAS)
ที่มา: นภารัตน์, 2560

4.11 การวิเคราะห์หาความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน (Cation Exchange Capacity : CEC)

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่ง (Balance) 2 ตำแหน่ง
2. เครื่องกลั่นโปรตีนแบบอัตโนมัติ (Auto Distilling Unit)
3. บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 100, 150 , 500 มิลลิลิตร และ 1 ลิตร
4. กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 50 และ 100 มิลลิลิตร
5. ขวดวัดปริมาตร (Volummetric flask) ขนาด 50, 100 มิลลิลิตร 1 ลิตร และ 2 ลิตร
6. ปิเปตแบบใช้ตวง (Measuring pipette) ขนาด 1 มิลลิลิตร
7. ปิเปตแบบปริมาตร (Volummetric pipette) ขนาด 10 และ 20 มิลลิลิตร
8. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 125 มิลลิลิตร
9. บีกเกอร์พลาสติก (Plastic beaker) ขนาด 1 และ 2 ลิตร
10. กระจกนาฬิกา หรือจานเพาะเชื้อ
11. ขวดน้ำกลั่น (Distilled water bottle)
12. แท่งแก้วคน (Sterring lod)
13. ช้อนตักสาร (Scoop)
14. ขวดสีชาสำหรับใส่สารเคมี

สารเคมี

1. กรดอะซิติก (Acetic acid ; CH_3COOH)
2. แอมโมเนียไฮดรอกไซด์ (Ammonium hydroxide ; NH_4OH) หรือเรียกว่า แอมโมเนียโซลูชั่น (Ammonia solution)
3. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide ; NaOH)
4. เมทิลเรด (Methyl red)

5. เมทธีลลีนบลู (Methylene blue)
6. 95 เปอร์เซ็นต์ เอททิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol ; C_2H_5OH)
7. โซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride ; NaCl)
8. กรดซัลฟูริก (Sulfuric acid ; H_2SO_4)
9. กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid ; HCl)
10. กระดาษกรองเบอร์ 5 เส้นผ่าศูนย์กลาง 12.5 เซนติเมตร
11. น้ำกลั่น
12. ถ้าหากไม่มีสารข้อ 1 และ 2 ให้ใช้แอมโมเนียมอะซิเตท (Ammonium acetate ; $NH_4CH_3CO_2$)

วิธีการเตรียมสารละลาย

1. แอมโมเนียมอะซิเตท ($NH_4CH_3CO_2$) 1 N pH 7

ชั่งแอมโมเนียมอะซิเตท ($NH_4CH_3CO_2$) 77 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่น ถ่ายใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 1 ลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1 ลิตร หรืออาจเตรียมจาก

กรดอะซิติก (CH_3COOH) 57 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 1 ลิตร เติมน้ำกลั่นประมาณ 700 มิลลิลิตร และเติมแอมโมเนียไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) 69 มิลลิลิตร คนสารละลายให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นปรับ pH 7.0 โดยใช้ กรดอะซิติก และ แอมโมเนียไฮดรอกไซด์ ถ่ายใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 1 ลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1 ลิตร (ควรเตรียมสารในตู้ดูดควัน)

2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 40 เปอร์เซ็นต์

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 800 กรัม ใส่ในบีกเกอร์พลาสติกขนาด 2 ลิตร ค่อย ๆ ใส่น้ำกลั่นลงไป คนให้สารละลายให้เข้ากัน ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วปรับปริมาตรเป็น 2 ลิตร (ควรเตรียมสารในตู้ดูดควัน)

3. สารละลายอินดิเคเตอร์ (Mixed indicator)

ชั่ง 0.20 กรัม เมทิลเรด ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร ละลายด้วย 95 เปอร์เซ็นต์ เอททิลแอลกอฮอล์ ถ่ายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับ

ปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วย 95 เปอร์เซ็นต์ เอทิลแอลกอฮอล์ (เก็บในขวดสีชา) และ ชั่ง 0.10 กรัม เมทธีลลีนบลู ใส่บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร ละลายด้วย 95 เปอร์เซ็นต์ เอททิลแอลกอฮอล์ ถ่ายในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 50 มิลลิลิตร ด้วย 95 เปอร์เซ็นต์ เอททิลแอลกอฮอล์ (เก็บในขวดสีชา) ก่อนนำไปใช้ให้นำอินดิเคเตอร์ทั้งสองมารวมกันในอัตราส่วน 2 ต่อ 1 (6 มิลลิลิตร เมทิลเรด : 3 มิลลิลิตร เมทธีลลีนบลู)

4. สารละลายบอริค 2 เปอร์เซ็นต์ (2% H_3BO_3)

ชั่งบอริค 10 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 150 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่น ถ่ายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 500 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นลงในขวดประมาณ 500 มิลลิลิตร ปิเปต 5 มิลลิลิตร สารละลายอินดิเคเตอร์ผสม เติมลงไปในขวดวัดปริมาตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 500 มิลลิลิตร (เตรียมใช้แต่ละเดือน)

5. โซเดียมคลอไรด์ 10 เปอร์เซ็นต์ (10% NaCl)

ชั่ง 200 กรัม โซเดียมคลอไรด์ ใส่บีกเกอร์ 150 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่น ถ่ายใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 2 ลิตร จากนั้นเติมกรดไฮโดรคลอริก 0.5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นครบ 2 ลิตร

6. สารละลายมาตรฐาน 0.02 N H_2SO_4 (วิธีการเตรียมเหมือนกับการวิเคราะห์หาไนโตรเจนทั้งหมดในดิน ; Total N)

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งดิน 5.00 กรัม (หลังจากผึ่งให้แห้งในที่ร่ม และร่อนผ่านตะแกรง 2 มิลลิเมตร) ลงในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลาย 1 N แอมโมเนียมอะซิเตท pH 7 ให้ท่วมตัวอย่างดิน ทิ้งไว้ค้างคืน ปิดด้วยกระจกนาฬิกาหรือจานเพาะเชื้อ
3. ถ่ายตัวอย่างดินในข้อ 2 ลงบนกระดาษกรองเบอร์ 5 ที่รองรับด้วยกรวยกรองซึ่งวางบนขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ถ่ายสารละลาย 1 N แอมโมเนียมอะซิเตท pH 7 ลงในขวดน้ำกลั่น ฉีดไล่ตัวอย่างดินลงบนกระดาษกรองในบีกเกอร์ให้หมด

4. ชะตัวอย่างดินที่ถ่ายลงบนกระดาษกรองด้วยสารละลาย 1 N แอมโมเนียมอะซิเตท pH 7 ครั้งละประมาณ 30-40 มิลลิลิตร ให้ได้สารละลายที่ผ่านการชะมีปริมาตรเกือบ 100 มิลลิลิตร ในการชะแต่ละครั้งควรปล่อยให้ตัวอย่างดินที่ถูกชะเกือบแห้ง (แต่อย่าให้แห้ง)

5. กรณีต้องการหา Ca, Mg, K, Na ให้นำสารละลายที่ผ่านการชะตัวอย่างดินที่ได้ในข้อ 4 ไปเทผ่านกรวยกรองลงขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับด้วยสารละลาย 1 N แอมโมเนียมอะซิเตท pH 7 หากไม่ต้องการหาธาตุดังกล่าวให้เทสารละลายนี้ทิ้งไป

6. ล้างตัวอย่างดินที่ผ่านขั้นตอนที่ 4 ด้วย 95เปอร์เซ็นต์ เอททิลแอลกอฮอล์ 50 มิลลิลิตร ปล่อยให้ตัวอย่างดินที่ถูกชะเกือบแห้ง (แต่อย่าให้แห้ง)

7. นำตัวอย่างดินที่อยู่บนกระดาษกรองที่ผ่านการชะด้วย 95 เปอร์เซ็นต์เอททิลแอลกอฮอล์ มาวางบนขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร ชะด้วย 10 เปอร์เซ็นต์โซเดียมคลอไรด์ ครั้งละประมาณ 30 – 40 มิลลิลิตร จนได้เกือบ 100 มิลลิลิตร แต่ละครั้งของการชะควรปล่อยให้ตัวอย่างดินที่ถูกชะเกือบแห้ง (แต่อย่าให้แห้ง ยกเว้นการชะครั้งสุดท้าย) ปรับปริมาตรด้วย 10 เปอร์เซ็นต์ โซเดียมคลอไรด์ เก็บไว้ในขวดพลาสติก

8. นำสารละลายในข้อ 7 ไปทำการกลั่นโดยใช้ปิเปตแบบปริมาตร (Volumetric pipette) 10 มิลลิลิตร ปิเปต10 มิลลิลิตร 40 เปอร์เซ็นต์โซเดียมไฮดรอกไซด์ใส่ในหลอดกลั่น สวมหลอดกลั่นเข้ากับเครื่องกลั่น โดยมีขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร ซึ่งบรรจุ 2 เปอร์เซ็นต์บอริกอินดิเคเตอร์ 10 มิลลิลิตร รองรับใต้คอนเดนเซอร์ (Condenser) ทำการกลั่นจะกระทั่งได้ปริมาตรของสารละลายที่ได้จากการดักเก็บในขวดรูปชมพู่เพิ่มขึ้นประมาณ 75 มิลลิลิตร

9. นำสารละลายในข้อ 8 ไปไทเทรตกับ สารละลายมาตรฐาน 0.02 N ซัลฟูริก ที่จุดยุติสารละลายจะมีสีม่วงแดง จดปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน 0.02 N ซัลฟูริก ที่ไทเทรตได้ นำไปคำนวณหาค่า CEC ของดิน

10. การทำ Blank ให้ทำควบคู่ในการวิเคราะห์ทุกครั้ง โดยทำการกลั่น 10 มิลลิลิตร ของ 10 เปอร์เซ็นต์โซเดียมคลอไรด์ ทำเช่นเดียวกับตัวอย่าง (ควรกลั่น Blank ก่อนกลั่นตัวอย่าง)

การคำนวณ

$$CEC = \frac{(A - B) \times N \times 100\ \text{(ปริมาตรสุดท้าย)} \times 100}{10\ \text{(ปริมาตรที่นำไปกลั่น)} \times W} \quad \text{(มิลลิอิควิวาเล็นต่อดิน 100 กรัม)}$$

เมื่อ
- A = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริกที่ไทเทรตกับตัวอย่าง
- B = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริกที่ไทเทรตกับ Blank
- N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก
- W = น้ำหนักตัวอย่างดิน (กรัม)

ตารางที่ 4.8 ระดับปริมาณความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน

CEC (cmol/kg)	ระดับ
< 5	ต่ำ
5 – 15	ต่ำมาก
15 – 25	ปานกลาง
25 – 40	สูง
> 40	สูงมาก

ที่มา: http://www.ldd.go.th/PMQA

ตารางที่ 4.9 ค่า CEC ของเนื้อดินประเภทต่าง ๆ และดินอินทรีย์

Textural class	CEC (มิลลิอิควิวาเล็นต่อดิน 100 กรัม)
Sand	3 – 5
Loamy sand	5 – 8
Sandy loam	8 – 12
Silt	10 – 15
Loam	13 – 18
Silt loam	15 – 20
Sandy clay loam	14 – 29
Clay loam	16 – 28
Silty clay loam	18 – 30
Sandy clay	15 – 30
Silty clay	22 – 32
Clay	30 – 40
Organic soils	55 – 200

ที่มา: Wolf (1999)

การวิเคราะห์หาความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน

(Cation Exchange Capacity : CEC)

ชั่งดิน 5.00 กรัม ลงในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมสารละลาย
1 N แอมโมเนียมอะซิเตท pH 7 ให้ท่วมตัวอย่างดิน
ปิดปากบีกเกอร์ด้วยอลูมิเนียมฟรอยด์ ทิ้งไว้ค้างคืน

⇩

เทสารละลายดินทั้งหมดลงบนกระดาษกรองเบอร์ 5 ที่รองรับด้วยกรวยกรอง
ซึ่งวางบนขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ฉีดไล่ตัวอย่างดินด้วย
สารละลาย 1 N แอมโมเนียมอะซิเตท pH 7 ลงบนกระดาษกรอง

⇩

ชะตัวอย่างดินที่ถ่ายลงบนกระดาษกรองด้วยสารละลาย 1 N แอมโมเนียมอะซิเตท pH 7
ครั้งละประมาณ 30-40 มิลลิลิตร ให้ได้สารละลายที่ผ่านการชะมีปริมาตรเกือบ 100
มิลลิลิตร ในการชะแต่ละครั้งควรปล่อยให้ตัวอย่างดินที่ถูกชะเกือบแห้ง (แต่อย่าให้แห้ง)

⇩

ปรับปริมาตรด้วย 1 N แอมโมเนียมอะซิเตท pH 7
ให้ครบ 100 มิลลิลิตร นำไปวัดหาค่า Ca, Mg, K, Na
(ถ้าไม่ต้องการหาค่าดังกล่าวให้เทสารละลายนี้ทิ้งไป)

⇩

นำตัวอย่างดินที่อยู่บนกรวยแก้ววางบนขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
แล้วล้างด้วย 50 มิลลิลิตร 95 เปอร์เซ็นต์ เอททิลแอลกอฮอล์
ปล่อยให้ตัวอย่างดินที่ถูกชะเกือบแห้ง (แต่อย่าให้แห้ง)

⇩

นำตัวอย่างดินที่อยู่บนกรวยแก้ววางบนขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตร ชะด้วย 10
เปอร์เซ็นต์ โซเดียมคลอไรด์ ครั้งละประมาณ 30 – 40 มิลลิลิตร จนได้เกือบ 100 มิลลิลิตร
(แต่อย่าให้แห้ง ยกเว้นการชะครั้งสุดท้าย) ปรับปริมาตรด้วย 10 เปอร์เซ็นต์
โซเดียมคลอไรด์ใส่ขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตร (เก็บไว้ในขวดพลาสติก)

การวิเคราะห์หาความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน

(Cation Exchange Capacity : CEC)

<u>การกลั่นสารละลาย</u>

ปิเปต (Volumetric pipette) 10 มิลลิลิตร สารละลายที่สกัดไปทำการกลั่นโดยใส่ใน
หลอดกลั่นและปิเปต 10 มิลลิลิตร 40 เปอร์เซ็นต์ โซเดียมไฮดรอกไซด์ เขย่าให้เข้ากัน

⇩

สวมหลอดกลั่นเข้ากับเครื่องกลั่น โดยมีขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร ซึ่งบรรจุ
2 เปอร์เซ็นต์ บอริกอินดิเคเตอร์ 10 มิลลิลิตร รองรับใต้คอนเดนเซอร์(Condenser)
ทำการกลั่นจนได้สารละลายที่ในขวดรูปชมพู่เพิ่มขึ้นประมาณ 75 มิลลิลิตร

⇩

นำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน 0.02 N ซัลฟูริก ที่จุดยุติ
สารละลายจะมีสีม่วงแดง จดปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน
0.02 N ซัลฟูริก ที่ไทเทรตได้ คำนวณหาค่า CEC ของดิน

⇩

ให้ทำ Blank โดยปิเปต 10 มิลลิลิตร 10 เปอร์เซ็นต์ โซเดียมคลอไรด์
ทำเช่นเดียวกับตัวอย่าง (ควรกลั่น Blank ก่อนกลั่นตัวอย่าง)

รูปที่ 4 – 12 เครื่องกลั่นไนโตรเจนแบบอัตโนมัติ (Auto Distilling Unit)
ที่มา: นภารัตน์, 2560

บทที่ 5
ปัญหาอุปสรรคและแนวทางการแก้ไข

5.1 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไขการวิเคราะห์ดิน

การวิเคราะห์ดินทางสิ่งแวดล้อม นักวิทยาศาสตร์ นักศึกษา และผู้วิเคราะห์ ควรรู้ที่มาของดินตัวอย่างว่ามาจากไหน สังเกตลักษณะของเนื้อดิน สีของดิน ซึ่งถ้าเป็นดินตัวอย่างที่มาจากแหล่งเพาะปลูกสีดินจะดำเข้ม ค่าอินทรียวัตถุ และธาตุต่าง ๆ ในดินก็จะสูงมาก ถ้าเป็นดินตัวอย่างที่มีสีเหลือง ค่าอินทรียวัตถุจะน้อยมาก ให้รู้จักสังเกต ทบทวนสาเหตุ และแนวทางการแก้ไขเบื้องต้น รวมถึงอุปสรรคต่าง ๆ ในการปฏิบัติงาน เพื่อให้การวิเคราะห์ดินเป็นไปอย่างถูกต้อง ซึ่งสามารถรวบรวมปัญหาที่พบบ่อยในการวิเคราะห์ดังสรุปในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไขในการวิเคราะห์

ปัญหาอุปสรรค	แนวทางแก้ไขปัญหา
การเตรียมสารเคมี	
1) การเตรียมสารเคมีที่มากเกินไปสำหรับตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์	- ให้คำนวณตัวอย่างดินและสารเคมีให้เหมาะสมตามความต้องการวิเคราะห์ใกล้เคียงที่สุด โดยคู่มือนี้จะเตรียมสารเคมีสำหรับตัวอย่างดินประมาณ 20 ตัวอย่าง
2) ความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่างน้อยไปทำให้ใช้ตัวไทแทรนด์มากเกินไป	- ให้เตรียมความเข้มข้นที่เหมาะสมในการไทเทรต อาจจะต้องเพิ่มความเข้มข้นของตัวไทแทรนด์ จาก 0.02 N เป็น 0.1 N เป็นต้น
3) การถ่ายสารเคมีที่เตรียมแล้วใส่ภาชนะไม่ถูกต้อง	- ถ้าหากเตรียมสารละลายที่มีฤทธิ์เป็นกรดให้ใส่ขวดแก้วสีชา ถ้าเตรียมสารละลายที่มีฤทธิ์เป็นด่างให้ใส่ขวดพลาสติก

ตารางที่ 5.1 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไขในการวิเคราะห์

ปัญหาอุปสรรค	แนวทางแก้ไขปัญหา
การวิเคราะห์ตัวอย่าง	
1) การวิเคราะห์ความชื้นดิน และการหาความหนาแน่นในดิน	
- เมื่อนำกระบอกดินตัวอย่างไปอบแห้ง ดินตัวอย่างจะมีการหกออกมาจากกระบอกดิน	- ควรใช้อลูมิเนียมฟรอยด์ห่อหุ้มกระบอกโลหะเพื่อป้องกันดินหลุดจากกระบอก โดยฐานล่างให้ใช้แผ่นอลูมิเนียมฟรอยด์จำนวน 2 แผ่น
- ดินตัวอย่างเมื่อนำอบแล้วภายในกระบอกอาจยังไม่แห้ง ทำให้น้ำหนักไม่คงที่	- เมื่อนำกระบอกดินตัวอย่างที่เก็บมาแล้วนำไปอบ ควรสังเกตดินภายในกระบอกจะต้องแห้งสนิทก่อน ซึ่งอาจจะใช้เวลามากกว่า 24 ชั่วโมง
2) การวิเคราะห์หาขนาดอนุภาคดิน	
- ขณะปั่นดินตัวอย่างจะมีการหกออกมาจากกระบอกสแตนเลส	- ให้ปั่นโดยใช้ความเร็วเบอร์ 1 เพื่อไม่ให้เกิดการหกของดินตัวอย่างขณะปั่น และควรปั่นทุกตัวอย่างในเวลาที่เท่ากัน รวมทั้ง Blank ด้วย
- ตัวอย่างดินมีอินทรียวัตถุมากกว่าร้อยละ 5 อาจจะทำให้ผลคลาดเคลื่อน	- ควรนำดินตัวอย่างในชุดเดียวกันมาทำการไล่อินทรียวัตถุก่อนทำขั้นตอนต่อไป เพื่อให้ได้ผลที่ถูกต้อง
- เมื่อเติมกรดซัลฟูริกครั้งเดียวจะเกิดปฏิกิริยารุนแรง เกิดไอกรดจำนวนมาก	- ควรเติมกรดซัลฟูริกครั้งแรก 5 มิลลิลิตร แล้วเขย่าก่อน และเติมเพิ่มอีก 10 มิลลิลิตร

ตารางที่ 5.1 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไขในการวิเคราะห์

ปัญหาอุปสรรค	**แนวทางแก้ไขปัญหา**
การวิเคราะห์ตัวอย่าง	
3) การวิเคราะห์ความเป็นกรด–ด่าง - ชั่งตัวอย่างดิน 10 กรัม และเติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ไม่สามารถจุ่มหัววัด pH meter ได้	- ให้เพิ่มตัวอย่างดินเป็น 20 กรัม และเติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร หรือมากกว่านั้นโดยให้อัตราส่วนเป็น 1:1 (ดิน:น้ำกลั่น) เพื่อให้มีส่วนของสารละลายออกมาพอที่หัววัด pH meter จุ่มลงได้
4) การวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้า - เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้าสามารถเปลี่ยนได้โดยอัตโนมัติ ทำให้การคำนวณผลผิดพลาด	- เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้าจะเปลี่ยนจากหน่วยไมโครซีเมนส์/เซนติเมตร (μS/cm) เป็นมิลลิซีเมนส์/เซนติเมตร(mS/cm) เมื่อสารละลายดินนั้นมีค่าการนำไฟฟ้าสูง ควรจะจดหน่วยไว้ทุกครั้ง
5) การวิเคราะห์ความเป็นกรดของดิน - ความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่างน้อยไปทำให้ใช้ตัวไทแทรนด์มากเกินไป	- ให้เตรียมความเข้มข้นที่เหมาะสมในการไทเทรต อาจจะต้องเพิ่มความเข้มข้นของตัวไทแทรนด์ จาก 0.02 N เป็น 0.1 N เป็นต้น

ตารางที่ 5.1 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไขในการวิเคราะห์

ปัญหาอุปสรรค	**แนวทางแก้ไขปัญหา**
การวิเคราะห์ตัวอย่าง	
6) การวิเคราะห์อินทรียวัตถุในดิน - การสังเกตจุดยุติในการไทเทรตหาอินทรียวัตถุในดินค่อนข้างจะยาก ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของสีดิน	- ถ้าสีดินที่มีสีค่อนข้างดำ ซึ่งมีส่วนผสมของอินทรียวัตถุมากให้สังเกตุจากการเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นลงไป สีของสารละลายจะมีสีเขียวค่อนข้างสว่างเพราะเมื่อหยดอินดิเคเตอร์ลงไปจะทำให้เปลี่ยนสี จากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดงทันที แก้ไขโดยทำการลดปริมาณตัวอย่างดิน - ถ้าสีดินค่อนข้างออกเป็นสีแดง น้ำตาลแดง ทำให้การมองสีจุดยุติ (End point) ค่อนข้างยาก จะต้องทำการกรองตัวอย่างเพื่อแยกดินออก ปริมาณของสารไทแทรนด์ จะใกล้เคียงกับ Blank เนื่องจากอินทรียวัตถุจะมีน้อยมาก - ควรทำการไทเทรตอย่างต่อเนื่อง ไม่ควรไทเทรตไปหยุดไป อาจทำให้เลยจุดยุติ - สีของจุดยุติมองเห็นได้ค่อนข้างยาก โดยเฉพาะ Blank ให้สังเกตว่าสีของสารละลายจะค่อย ๆ เปลี่ยนจากสีเขียวขี้ม้า จนเป็นสีเขียวสว่าง และจะเปลี่ยนสีน้ำตาลแดงทันที (ปริมาตรของสารละลายเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟตไม่ควรเกิน 22 มิลลิลิตร

ตารางที่ 5.1 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไขในการวิเคราะห์

ปัญหาอุปสรรค	แนวทางแก้ไขปัญหา
การวิเคราะห์ตัวอย่าง	
7) การวิเคราะห์หาไนโตรเจนทั้งหมดในดิน - ใช้สารละลายไทแทรนด์ความเข้มข้นต่ำไป ทำให้ไทเทรตสารมากเกินไป	- ให้เลือกความเข้มข้นของสารไทแทรนด์ที่เหมาะสม จาก 0.02 N H_2SO_4 เป็น 0.1 N H_2SO_4 และควรเป็นความเข้มข้นเดียวกันในการไทเทรต Blank
8) การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช - ดินตัวอย่างที่ทำการวัดค่าการดูดกลืนแสง (Abs) เกินสารละลายมาตรฐานที่กำหนด	- ให้วิเคราะห์ตัวอย่างพร้อมกับมาตรฐาน (Standard) จะได้ดูสีของสารละลายตัวอย่างดินว่าเกินสารละลายมาตรฐานหรือไม่ และทำการวัดค่าการดูดกลืนแสง (Abs) ได้ค่าเกินสารละลายมาตรฐานเท่าไรให้ทำการเจือจางโดยให้อยู่ในช่วงของสารละลายมาตรฐาน เช่น ค่า Abs ของสารละลายมาตรฐานตัวสุดท้าย = 0.589 ค่า Abs ของตัวอย่าง = 1.520 ให้ทำการเจือจาง 5 เท่าด้วยสารละลาย Bray II ทำตามวิธีการวิเคราะห์ แล้ววัดค่า Abs ค่าที่วัดได้ควรจะอยู่ในช่วงกลาง ๆ ของกราฟสารละลายมาตรฐาน หรือไม่เกินสารละลายมาตรฐานตัวสุดท้าย

ตารางที่ 5.1 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไขในการวิเคราะห์

ปัญหาอุปสรรค	แนวทางแก้ไขปัญหา
การวิเคราะห์ตัวอย่าง	
- เครื่องแก้วมีฟอสฟอรัสปนเปื้อนจากการล้างเครื่องแก้วไม่สะอาด	- เครื่องแก้วไม่สะอาดทำให้มีการปนเปื้อนของฟอสฟอรัส ให้สังเกตจากการทำ Blank หากเติมสารจนครบแล้วเป็นสารละลายใสไม่มีสี แสดงว่าเครื่องแก้วสะอาด - ล้างเครื่องแก้วด้วยกรดไฮโดรคลอริก 1:1 (HCl 1 ส่วน : น้ำกลั่น 1 ส่วน) เสร็จแล้วล้างด้วยน้ำกลั่น 2 รอบ
9) การวิเคราะห์โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช - สารละลายดินตัวอย่างที่ทำการวัดด้วยเครื่อง AAS เกินสารละลายมาตรฐานที่กำหนดของเครื่อง	- ให้ทำการเลือกช่วงสารละลายมาตรฐานที่เหมาะสมกับตัวอย่าง หรือทำการเจือจางสารละลายดินตัวอย่างให้อยู่สารละลายมาตรฐานตัวสุดท้าย
10) การวิเคราะห์หาความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน (CEC) - ใช้สารละลายไทแทรนด์ความเข้มข้นต่ำไป ทำให้ใช้สารไทแทรนด์มากเกินไป - การชะตัวอย่างดินด้วยสารละลายในแต่ละครั้งทิ้งไว้จนแห้งสนิททำให้ผลวิเคราะห์ออกมาน้อย	- เลือกใช้ความเข้มเข้มของสารละลายไทแทรนด์ที่สูงขึ้น จาก 0.02 N เป็น 0.1 N - ชะตัวอย่างดินด้วยสารละลายในแต่ละครั้งทิ้งไว้เกือบแห้งแต่ไม่แห้งสนิท เพื่อจะสกัดไอออนของดินออกมาให้หมด จะได้ผลวิเคราะห์ที่ถูกต้อง

5.2 ข้อเสนอแนะในการวิเคราะห์ดินทางสิ่งแวดล้อม

ข้อเสนอแนะในการวิเคราะห์ดินทางสิ่งแวดล้อม มีดังนี้

1) การนำคู่มือปฏิบัติงานการวิเคราะห์ดินทางสิ่งแวดล้อมฉบับนี้ไปเผยแพร่ให้นักศึกษาใช้ในการปฏิบัติการฝึกออกภาคสนาม และใช้ในการเรียนการสอน

2) จัดอบรมการวิเคราะห์ดินทางสิ่งแวดล้อม ให้กับนักวิทยาศาสตร์ นักศึกษาที่ทำโครงงานทางวิทยาศาสตร์ หรือทำวิทยานิพนธ์ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในการวิเคราะห์ดินอย่างถูกต้อง

3) ผู้ที่จะทำการวิเคราะห์ดินควรเก็บตัวอย่างดินที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ ทำการเตรียมตัวอย่างดินให้ดี และควรศึกษาวิธีการวิเคราะห์ให้เข้าใจก่อนลงมือปฏิบัติจริง เพื่อได้ผลที่ถูกต้อง แม่นยำ

4) ผู้ที่จะทำการวิเคราะห์ดินควรศึกษาวิธีการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์เพื่อใช้งานได้ถูกต้อง และวิธีการทำความสะอาดเครื่องมือหลังจากการวิเคราะห์ เพื่อยืดอายุการใช้งานของเครื่องมือ

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาที่ดิน. คู่มือการปฏิบัติงาน กระบวนการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี. เรื่อง วิธีการวิเคราะห์ความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน [อินเทอร์เน็ต]. แก้ไขครั้งที่ 01; 2553. [เข้าถึงเมื่อ 24 พฤศจิกายน 2560]. เข้าถึงได้จาก: http://www.ldd.go.th/PMQA/2553/Manual/OSD-03.pd

กรรณิการ์ สิริสิงห. เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพ: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏจันทร์เกษม; 2544.

กองวิเคราะห์ดิน. วิธีวิเคราะห์ดินทางเคมี. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์; 2544.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น และวิทยาศาสตร์ทางดิน. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2549.

โครงการพัฒนาวิชาการดิน ปุ๋ย และสิ่งแวดล้อม ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. การเก็บดินอย่างถูกวิธี. [อินเทอร์เน็ต]. 2561. [เข้าถึงเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2561]. เข้าถึงได้จาก: http://www.soiltest-ku.agr.ku.ac.th/index.php?option=com_content&view=article&id=17&Itemid=27

เจริญ เจริญจำรัสชีพ, กำชัย กาญจนธนะเศรษฐ, เมธิน ศิริวงศ์. การจัดการดินกรดในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน; 2540.

ชาลี นาวานุเคราะห์. ทรัพยากรดิน. นครปฐม: คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล; 2548.

ชาลี นาวานุเคราะห์. ทรัพยากรธรรมชาติและระบบนิเวศ. นครปฐม: คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล; 2548.

ปิยะ ดวงพัตรา. หลักการวิธีการใช้ปุ๋ยเคมี. ภาคปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2538.

พัชรี ธีรจินดาขจร, อุบล หินเชาว์, พจนีย์ แสงมณี, สุรศักดิ์ เสรีพงศ์. การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. พิมพ์ครั้งที่ 1. ขอนแก่น: ห้างหุ้นส่วนจำกัดขอนแก่นการพิมพ์; 2550.

บรรณานุกรม

พัชรี ธีรจินดาขจร. คู่มือการวิเคราะห์ดินทางเคมี. พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2552.

ประภัสสร เจริญไทย, ชูชาติ สันธทรัพย์. ผลของปุ๋ยโพแทสเซียมต่อคุณภาพและผลผลิตข้าวโพดหวานที่ปลูกในพื้นที่อำเภองาว จังหวัดลำปาง. วารสารเกษตร 2561 34(1): 29–40.

เล็ก มอญเจริญ. ดินทรัพยากรพื้นฐานของชีวิต. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ:กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม; 2547

ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์. เนื้อดิน. [อินเทอร์เน็ต]. 2560. [เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2560]. เข้าถึงได้จาก: http://www.lesa.biz/earth/lithosphere/soil/soil-texture

สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดินและการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า เล่มที่ 1. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน; 2547.

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. ความรู้เรื่องดินสำหรับเยาวชน: หน้าตัดดินและชั้นดิน.[อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์; 2561 [เข้าถึงเมื่อ 26 พฤษภาคม 2561]. เข้าถึงได้จาก: http://ldd.go.th/easysoils_profile.htm

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. ความรู้เรื่องดินสำหรับเยาวชน.ดินของประเทศไทย.[อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์; 2561. [เข้าถึงเมื่อ 26 พฤษภาคม 2561]. เข้าถึงได้จาก: http://ldd.go.th/easysoils_thailand.htm

สุวิชา ผลฟักแฟง, เสาวนุช ถาวรพฤกษ์, ณัฐพล จิตมาตย์, สุมิตรา วัฒนา. ศักยภาพและความเหมาะสมของชุดดินบางคล้าในภาคตะวันออกของประเทศไทย. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 2559 (3) 4: 56-64.

บรรณานุกรม

อภิรดี อิ่มเอิบ. แนวทางปรับปรุงคุณภาพทางเคมีของดินในประเทศไทย. วารสารพัฒนาที่ดิน 2542 36(372): 24–36.

อิทธิพล ขึมภูเขียว, อรวรรณ รักสงฆ์. ผลของปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนต่อสมบัติทางเคมีของดินและการเจริญเติบโตของแก่นตะวัน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 2560 35(1): 1-10.

เอิบ เขียวชื่นรมณ์. การสำรวจดิน. พิมพ์ครั้งที่ 2. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาเกษตรศาสตร์; 2548

โอภาส วงศ์ทางประเสริฐ. การศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน: กรณีศึกษาพื้นที่เพาะปลูกข้าวในจังหวัดฉะเชิงเทรา และชลบุรี [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต].ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา; 2558

Coyne MS, Thompson. JA. Fundamental Soil Science. Thomson, United States; 2006

Land Classification Division and FAO Project Staff. Soil Interpretation Handbook for Thailand. Dept. of Land Development, Min. of Agri. And Coop., Bangkok; 1973.

Landon JR. Booker tropical soil manual: a handbook for soil survey and agricultural land evaluation in the tropics and subtropics. Harlow, Essex, England : Longman Scientific & Technical; 1991.

Obour PB, Jensen JL, Lamandé M, Watts CW, Munkholm LJ. Soil organic matter widens the range of water contents for tillage. Soil and Tillage Research 2018 182: 57-65.

Soil Survey Division Staff. Key to Soil Survey Manual. U.S. Dep. of Agriculture, Handbook No 18. U.S. Govt. Printing Office. Washington D.C.; 1993.

Wolf B. The Fertile Triangle: The Interrelationship of Air, Water, and Nutrients in Maximizing Soil Productivity. The Haworth Press, New York; 1999.

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหิดล

999 ถนนพุทธมณฑลสาย 4 ตำบลศาลายา

อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

โทรศัพท์ 0 2441 5000 โทรสาร 02 441 9509 – 10

www.en.mahidol.ac.th