รายงานวิชาการ
ฉบับที่ สอพ. 2/2551

เทคนิคการวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมในดินด้วยวิธีทางเคมี

สำนักอุตสาหกรรมพื้นฐาน
กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่

รายงานวิชาการ
ฉบับที่ สอพ. 2/2551

เทคนิคการวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมในดินด้วยวิธีทางเคมี

รัชดาภรณ์ คุ้มพุ่ม

สำนักอุตสาหกรรมพื้นฐาน
กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่

อธิบดีกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่
นายอนุสรณ์ เนื่องผลมาก

ผู้อำนวยการสำนักอุตสาหกรรมพื้นฐาน
นายสุรพงษ์ เชียงทอง

หัวหน้ากลุ่มอุตสาหกรรมพื้นฐาน 4 นางนันทนา กันยานุวัฒน์

จัดพิมพ์โดย กลุ่มอุตสาหกรรมพื้นฐาน 4 สำนักอุตสาหกรรมพื้นฐาน
กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่
ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ. 10400
โทรศัพท์ 0 2463 5942
โทรสาร 0 2464 2054

พิมพ์ครั้งที่ 1 มิถุนายน 2551
จำนวน 10 เล่ม

ข้อมูลการลงรายการบรรณานุกรม

รัชดาภรณ์ คุ้มพุ่ม.
เทคนิคการวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมในดินด้วยวิธีทางเคมี / โดย รัชดาภรณ์ คุ้มพุ่ม.--กรุงเทพฯ : กลุ่มอุตสาหกรรมพื้นฐาน 4 สำนักอุตสาหกรรมพื้นฐาน กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, 2551.
26 หน้า : ภาพประกอบ : ตาราง ; 30 ซม.
รายงานวิชาการ ฉบับที่ สอพ. 2/2551.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ VI
คำขอบคุณ VII
บทนำ 1
วัตถุประสงค์ 2
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับดิน 3
ความสำคัญของดิน 3
การกำเนิดของดิน 3
สภาพภูมิอากาศ 4
พืช 4
สภาพภูมิประเทศ 4
วัตถุต้นกำเนิด 4
ระยะเวลา 4
การสลายตัวผุพัง..... 5
การละลาย..... 5
ไฮเดรชัน..... 5
การทำปฏิกิริยากับน้ำ 6
การทำปฏิกิริยากับกรดคาร์บอนิก 6
การออกซิเดชัน-รีดักชัน 6
องค์ประกอบของดิน 7
วัตถุอินทรีย์ 7
อินทรีย์วัตถุ 7
น้ำ 7
อากาศ 8
หน้าตัดดิน 8
ชั้นโอ (O horizon) 8
ชั้นเอ (A horizon) 8
ชั้นบี (B horizon) 8
ชั้นซี (C horizon) 8
ชั้นอาร์ (R horizon)..... 8

ลักษณะทางกายภาพของดิน 9
เนื้อดิน (soil texture) 9
ความลึกของดิน 11
สีของดิน 11
โครงสร้างอนุภาคของดิน 12
ลักษณะที่บ่งบอกการซึมผ่านของน้ำในดิน 12
คุณสมบัติทางเคมีของดิน 12
ชนิดและปริมาณของประจุของอนุภาคดิน 12
การดูดซับและการแลกเปลี่ยนไอออนในดิน..... 12
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 12
ธาตุอาหาร 13
ปัญหาทรัพยากรของดิน 13
ดินกรดจัดอันเกิดจากอะลูมิเนียม 13
ดินกรดซัลเฟต 14
ดินเค็ม 14
หลักการทั่วไปของการวิเคราะห์โซเดียมและโพแทสเซียมในดิน 15
โซเดียมในดิน 15
การวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมในดิน 15
โพแทสเซียมในดิน..... 15
โพแทสเซียมที่อยู่ในสารละลาย 16
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 16
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ 16
รูปที่อยู่ในโครงสร้างผลึกแร่ในดิน 16
การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมในดิน 17
การวิเคราะห์โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ 17
การวิเคราะห์โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 17
ขั้นตอนการวิเคราะห์โซเดียมและโพแทสเซียมในดิน 19
การเตรียมตัวอย่างดิน 19
อุปกรณ์และสารเคมี 19
เครื่องมือและอุปกรณ์ 19
สารเคมี 19
การวิเคราะห์หา soluble potassium และ soluble sodium 20
การวิเคราะห์หา nonexchangeable potassium ด้วยการต้มด้วยกรดไนทริก 20

ผลการวิเคราะห์ 22
บทสรุป 26
เอกสารอ้างอิง 27

สารบัญรูป

หน้า

1. แสดงลักษณะชั้นดิน (soil profile) 9
2. แสดงลักษณะตารางสามเหลี่ยมมาตรฐานการเรียกชื่อดิน 10

สารบัญตาราง

หน้า

1. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคดินประเภทต่าง ๆ 7
2. สัดส่วนอนุภาคของทราย ซิลท์ และดินเหนียวในเนื้อดินประเภทต่าง ๆ 11
3. ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช..... 13
4. การจำแนกระดับความเค็มที่มีผลต่อพืช..... 14
5. แสดงระดับปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน 18
6. ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินจากพื้นที่โครงการเหมืองแร่โปแตชจังหวัด ชัยภูมิ มหาสารคาม สกลอุดร และอุดรธานี 22

เทคนิคการวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมและโพแทสในดินด้วยวิธีทางเคมี

โดย รัชดาภรณ์ คุ้มพุ่ม

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมในดิน สามารถสกัดดินโดย 2 วิธีคือ การสกัดด้วยน้ำ เพื่อวิเคราะห์ปริมาณ soluble K และ Na เนื่องจากน้ำเป็นปัจจัยทางธรรมชาติและเป็นตัวทำละลายที่ดี และการสกัดด้วยการต้มในกรดไนทริก 1 N เพื่อวิเคราะห์ปริมาณ non-exchangeable K และ Na เนื่องจากการทำเหมืองแร่โดยทั่วไปอาจทำให้เกิดสภาพที่เป็นกรด

จากการวิเคราะห์พบว่า ตัวอย่างดินที่ละลายด้วยกรดมีปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมสูงกว่าการละลายด้วยน้ำ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหากพื้นที่โครงการมีสภาพเป็นกรดก็อาจส่งผลให้ธาตุดังกล่าวถูกชะล้างออกมาได้มากขึ้น

ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ที่ได้จะใช้เป็นฐานข้อมูลเพื่อให้งานด้านการกำกับดูแลและบริหารจัดการทางสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นที่โครงการเหมืองแร่โปแตชเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และไม่เกิดผลกระทบใด ๆ ซึ่งตัวอย่างที่เก็บเป็นตัวแทนของดินบริเวณพื้นที่ก่อนการดำเนินโครงการ

คำขอบคุณ

ผู้เขียนขอขอบคุณคุณสุรพงษ์ เชียงทอง ผู้อำนวยการสำนักอุตสาหกรรมพื้นฐาน ที่ให้การสนับสนุนในการจัดทำเอกสารวิชาการ คุณนันทนา กันยานุวัฒน์ หัวหน้ากลุ่มอุตสาหกรรมพื้นฐาน4 ที่ให้คำปรึกษาแนะนำในการจัดทำเอกสาร อาจารย์บุญแสน เตียวนุกูลธรรมคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ที่กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา และสุดท้ายขอขอบคุณข้าราชการเพื่อนร่วมงานในกลุ่มอุตสาหกรรมพื้นฐาน 4 ที่ให้ความช่วยเหลือจนเอกสารฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

บทนำ

ดินเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัด และจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของทั้งมนุษย์ สัตว์ พืช เป็นส่วนสำคัญในการหมุนเวียนของวัฏจักรต่าง ๆ ที่ทำให้ระบบนิเวศของโลกอยู่ในภาวะที่สมดุล ดินเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นต่อมนุษย์อย่างยิ่ง มนุษย์สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ต้องอาศัยปัจจัยสี่ล้วนแล้วก่อกำเนิดจากดิน ปัจจุบันการใช้ประโยชน์ที่ดินได้เปลี่ยนไปจากอดีตที่เน้นการทำเกษตรกรรม การพัฒนาประเทศให้มีความเจริญก้าวหน้าต้องอาศัยการพัฒนาทั้งเศรษฐกิจและสังคมควบคู่กัน การพัฒนาภาคอุตสาหกรรมเป็นส่วนสำคัญต่อการขับเคลื่อนทางเศษฐกิจ อุตสาหกรรมเหมืองแร่นับเป็นอุตสาหกรรมต้นน้ำที่สำคัญของประเทศ การประกอบการเหมืองแร่ทุกประเภทมีกิจกรรมเกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นส่วนใหญ่ ถ้าไม่มีการวางแผนจัดการสิ่งแวดล้อมที่ถูกต้องจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างยิ่ง หน่วยงานที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องในการอนุญาตและกำกับดูแลมีส่วนสำคัญในการดูแลการประกอบการเหมืองแร่ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด รวมถึงการรณรงค์ให้ผู้ประกอบการและประชาชนให้มีความรู้และตระหนักต่อการเฝ้าระวังสิ่งแวดล้อม เพื่อป้องกันและลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่จะเกิดขึ้น

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เป็นหน่วยงานที่มีภาระกิจหลักในการบริหารจัดการอุตสาหกรรมพื้นฐานและอุตสาหกรรมเหมืองแร่ให้เป็นไปอย่างมีดุลยภาพ ทั้งทางเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมตามหลักการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยการพัฒนาและส่งเสริมการนำทรัพยากรมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด รวมถึงการรณรงค์ประชาสัมพันธ์ให้ผู้ประกอบการและประชาชนมีส่วนร่วมในการวางแผนเฝ้าระวังและติดตามผลกระทบที่เกิดขึ้น รวมถึงการจัดการสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมถูกต้อง กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ตระหนักถึงกิจกรรมการทำเมืองแร่ทุกประเภทที่อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยให้โครงการต่าง ๆ จัดทำรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment, EIA) เงื่อนไขตามที่สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) กำหนด เพื่อประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของโครงการ ทั้งนี้หน่วยงานยังมีการติดตามด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อเฝ้าระวังโครงการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประกอบการเหมืองแร่ โครงการเหมืองแร่โปแตชเป็นโครงการที่เป็นที่ได้รับความสนใจจากประชาชนและหน่วยงานต่าง ๆ เป็นอย่างมาก แต่เนื่องจากผลกระทบการกระจายตัวของเกลือจากกิจกรรมของพื้นที่โครงการเป็นประเด็นที่ควรตระหนัก ดังนั้นการวางแผนการจัดการสิ่งแวดล้อมก่อนทำเหมืองแร่โปแตชจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง นอกจากนี้การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ดิน เพื่อชี้บ่งถึงสภาวะความเค็มหรือปริมาณเกลือที่มีอยู่ในดิน ทั้งก่อนและหลังดำเนินโครงการเป็นสิ่งสำคัญในการวางแผนการเฝ้าระวังผลกระทบโครงการ โดยในเอกสารฉบับนี้ผู้เขียนได้วิเคราะห์ดินจากพื้นที่โครงการเหมืองแร่โปแตชของจังหวัด ชัยภูมิ มหาสารคาม สกลนคร และอุดรธานี และรวบรวมข้อมูลให้หน่วยงานที่รับผิดชอบจัดเก็บเป็นข้อมูลไว้เปรียบเทียบต่อไป

วัตถุประสงค์

1. ใช้เป็นคู่มือการวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมในดินด้วยวิธีทางเคมี

2. เพื่อใช้เป็นเอกสารให้ความรู้แก่บุคคลทั่วไปที่สนใจเรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมในดินด้วยวิธีทางเคมี

3. ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อให้งานด้านกำกับดูแลและบริหารจัดการทางสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นที่โครงการเหมืองแร่โปแตชเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และไม่เกิดผลกระทบใด ๆ

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับดิน

1. ความสำคัญของดิน

เป็นที่ยอมรับกันว่าดิน (soil) เป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์มาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยปัจจัย 4 ที่มนุษย์อุปโภคบริโภค คือ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค ส่วนใหญ่แล้วได้จากดิน ทั้งนี้ดินยังมีความสำคัญทั้งด้านวัฒนธรรมและสภาพการเมือง สิ่งแวดล้อม ในปัจจุบันสภาพความสมบูรณ์ของดินได้เสื่อมโทรมเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เกิดจากสภาพธรรมชาติที่มีความแปรปรวนอย่างมากเมื่อเทียบกับในอดีต จากการประกอบกิจกรรมของมนุษย์ในด้านต่าง ๆ เช่น การปลูกที่อยู่อาศัย กิจกรรมทางการเกษตร และภาคอุตสาหกรรม รวมถึงการประกอบการเหมืองแร่ เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าการเติบโตทางเศรษฐกิจและการพัฒนาของประเทศนั้นล้วนแล้วมาจากการพัฒนาการใช้ประโยชน์จากดินทั้งสิ้น

การใช้ประโยชน์จากดินเพียงอย่างเดียวได้ส่งผลให้เกิดสภาพปัญหาดินเสื่อมโทรม ดังนั้นการเฝ้าระวังและป้องกันผลกระทบที่เกิดขึ้นจากหน่วยงานที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องในการกำกับดูแลจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งเพื่อให้เกิดวางแผนการจัดการสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม รวมถึงให้ประชาชนและผู้ประกอบการมีส่วนในการเฝ้าระวังผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นซึ่งทำให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไป

2. การกำเนิดของดิน

ดินเป็นวัสดุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติภายใต้สภาพแวดล้อมแบบต่าง ๆ บนผิวโลก ซึ่งดินเป็นส่วนหนึ่งของเปลือกโลกที่พืชสามารถเจริญเติบโตได้ ดินเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ดินทั้งหมดเกิดจากวัตถุเริ่มต้น คือ หินและแร่ชนิดต่าง ๆ ที่เกิดการสลายตัวและผุพัง (weathering) ตามสภาพภูมิอากาศที่ผิวโลก ณ บริเวณต่าง ๆ การทับถมของเถ้าภูเขาไฟ และการทับถมกันของซากพืชและซากสัตว์ เป็นต้น ดินนั้นสามารถพบได้ทั้งบริเวณพื้นดินทั่วไป รวมทั้งบริเวณท้องทะเลสาบ ลำธาร และมหาสมุทร โดยความหนาและลักษณะตามธรรมชาติที่ปรากฏจะแตกต่างไปตามแต่ละสถานที่หรือบริเวณใดบริเวณหนึ่ง ซึ่งบางบริเวณดินมีความหนาหลายเมตร แต่บางบริเวณชั้นดินมีความบางมาก

ดิน คือ เทหวัตถุธรรมชาติ (natural body) ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของหินและแร่เน่าเปื่อยผุพังอยู่กับที่ของหินและแร่ผสมคลุกเคล้ากับอินทรียวัตถุที่เกิดจากการสลายตัวของอินทรียสารต่าง ๆ เช่น ซากพืช ซากสัตว์และจุลินทรีย์ โดยอยู่รวมกันเป็นชั้นบาง ๆ (horizon) ปกคลุมพื้นผิวโลก ดินเกิดขึ้นได้ด้วยปัจจัยสำคัญ 5 ปัจจัย คือ (พิมพันธ์ เจิมสวัสดิพงษ์ และคณะ, 2549)

2.1 สภาพภูมิอากาศ

ปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศ (climate) เช่น น้ำฝน อุณหภูมิ จะมีอิทธิพลต่อการผุกร่อนของหิน ซึ่งน้ำฝนมีส่วนทำให้เกิดการชะล้าง (leaching) และการพังทลายของดิน การที่ฝนตกมากดินก็จะถูกชะล้างมากจนทำให้ดินเป็นกรดมากขึ้น ส่งผลให้จุลินทรีย์ในดินทำกิจกรรมลดลง ปริมาณอินทรียวัตถุสูงขึ้น ในส่วนของอุณหภูมิซึ่งเป็นปัจจัยเร่งการทำงานของจุลินทรีย์ในดินทำให้อินทรียวัตถุในดินลดลง โดยพบว่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นทุก 10 องศาเซลเซียส ปฏิกิริยาเคมีของดินจะเพิ่มขึ้น 2-3 เท่า และอุณหภูมิที่สูงขึ้นก็ส่งผลต่อการสลายตัวของแร่และหิน ทำให้เกิดแร่ดินเหนียวมากขึ้น ประเทศไทยเป็นประเทศในเขตโซนร้อน (tropical zone) มีอุณหภูมิและน้ำฝนในปริมาณสูง ส่งผลให้มีการสลายตัวของแร่และเกิดแร่ดินเหนียวเป็นไปอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดความจุในการแลกเปลี่ยนประจุ (cation exchange capacity) เพิ่มขึ้นด้วย

2.2 พืช

ถึงแม้ว่าดินจะมีวัตถุต้นกำเนิดชนิดเดียวกันแต่การที่มีพืชขึ้นบนดินต่างกันก็จะส่งผลต่อคุณสมบัติของดินแตกต่างกัน เช่น ดินบริเวณทุ่งหญ้าจะมีสีเข้มกว่าดินบริเวณป่า เนื่องจากมีปริมาณฮิวมัสสูง และจุลินทรีย์ในดินบริเวณทุ่งหญ้าจะมีประสิทธิภาพดีกว่าดินบริเวณป่า เป็นต้น

2.3 สภาพภูมิประเทศ

สภาพภูมิประเทศ หมายถึง รูปแบบหรือโครงสร้างพื้นผิวโลกที่แสดงถึงความสูง ความลาดชัน ที่ราบ และลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ของพื้นผิวโลก ซึ่งในบริเวณที่มีความลาดชันสูงจะทำให้เกิดการชะล้างและการพังทลายสูง ส่งผลให้มีการสะสมอินทรียวัตถุน้อยกว่าดินที่การลาดชันต่ำหรือบริเวณที่ราบ

2.4 วัตถุต้นกำเนิด

วัตถุต้นกำเนิด (parent materials) ของดินเกิดจากการสลายตัวของหินและแร่ตามกาลเวลา อนินทรียสารที่เป็นวัตถุเริ่มต้นในการสร้างดิน คือ หินต่าง ๆ เช่น หินชนวน หินปูน และหินทราย ซึ่งจะทำให้ดินมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป เช่น หินปูน มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ คาร์บอเนต ได้แก่ แคลไซต์และโดโลไมต์ ซึ่งเมื่อสลายตัวจะเป็นดินเนื้อละเอียดที่มีความสมบูรณ์สูง

2.5 ระยะเวลา

ระยะเวลา (time) มีผลต่อการสร้างตัวของดิน ซึ่งดินที่มีอายุนานจะมีสภาพของหน้าตัดสมบูรณ์กว่าดินที่มีอายุน้อยกว่า เช่น ดินที่เกิดใหม่จะมีหน้าตัด A-C ส่วนดินที่เกิดมานานจะมีหน้าตัด A-B-C (ดูรายละเอียดในหัวข้อหน้าตัดของดิน) ดินในประเทศไทยอยู่ในเขตโซนร้อน ลักษณะของดินจึงมีหน้าตัดที่ค่อนข้างสมบูรณ์ (บุญแสน เตียวนุกูลธรรม, 2547)

3. การสลายตัวผุพัง

การสลายตัวผุพัง (weathering) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของหินและแร่ เพื่อตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศ กระบวนการผุพังเกิดขึ้นได้ 2 แบบ คือ (พิมพันธ์ เจิมสวัสดิพงษ์ และคณะ, 2549)

กระบวนการทางกายภาพ เป็นการแตกหักผุพังออกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย โดยวิธีทางกลศาสตร์ ได้แก่ การปลดปล่อยแรงกดดันของหินและแร่ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่มีผลต่อการยืดและหดตัวของหินและแร่ การพังทลายและการทับถมที่เกิดจากอิทธิพลของน้ำและลม อิทธิพลของพืชและสัตว์ เป็นต้น

กระบวนการทางเคมี เป็นการสลายตัวของหินและแร่โดยเกิดปฏิกิริยาทางเคมีขึ้น ทำให้องค์ประกอบทางเคมีของหินและแร่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม กระบวนการผุพังทางเคมี มีหลายกระบวนการด้วยกัน คือ

3.1 การละลาย

การละลาย (dissolution) เป็นกระบวนการที่แร่ละลายและแตกตัวเป็นไอออนบวกและไอออนลบ โดยมีน้ำเป็นตัวทำละลาย ซึ่งน้ำมีคุณสมบัติเป็นตัวทำละลายที่ดี เพราะโมเลกุลของน้ำมีทั้งขั้วบวกและขั้วลบ ทำให้เกิดแรงดึงดูดกับโมเลกุลของแร่ ทำให้แยกตัวออกเป็นไอออนอยู่ในสารละลายได้ ดังสมการที่ 1

$$\underset{\text{ของแข็ง}}{KCl} \xrightarrow[\text{น้ำ}]{} \underset{\text{สารละลาย}}{K^{+} + Cl^{-}} \qquad \text{สมการที่ 1}$$

3.2 ไฮเดรชัน

ไฮเดรชัน (hydration) หมายถึง เป็นการรวมตัวทางเคมีของโมเลกุลน้ำกับแร่ โดยที่โมเลกุลของน้ำไม่มีการแตกตัว แต่เข้าไปรวมอยู่ในโครงสร้าง ทำให้เกิดเป็นแร่ชนิดใหม่ ดังสมการที่ 2

$$\underset{\text{ฮีมาไทต์ (สีแดง)}}{2Fe_2O_3} + \underset{\text{น้ำ}}{3H_2O} \longrightarrow \underset{\text{ไลโมไนต์ (สีเหลือง)}}{2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O} \qquad \text{สมการที่ 2}$$

ถ้าดึงน้ำออกจากโมเลกุลของสารประกอบ เรียกว่า ดีไฮเดรชัน (dehydration) ดังสมการที่ 3

$$CaSO_4 \cdot H_2O \rightleftharpoons CaSO_4 + H_2O \qquad \text{สมการที่ 3}$$

3.3 การทำปฏิกิริยากับน้ำ

การทำปฏิกิริยากับน้ำ (hydrolysis) เป็นกระบวนการที่โมเลกุลของน้ำแตกตัวเป็นไฮโดรเจนไอออน (H^+) และไฮดรอกซิลไอออน (OH^-) ซึ่งไฮโดรเจนไอออนจะรวมตัวกับแร่ โดยแทนที่องค์ประกอบที่ละลายได้ เกิดพวกไฮดรอกไซด์ที่ละลายน้ำได้ดีกว่าเดิม เช่น สมการที่ 4

$$KAlSi_3O_8 + H_2O \longrightarrow HAlSi_3O_8 + K^+ + OH^- \qquad \text{สมการที่ 4}$$

ไมโครไคลน์ (เฟลด์สปาร์) น้ำ ซิลิเกตกรด (Acid silicate) โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์

3.4 การทำปฏิกิริยากับกรดคาร์บอนิก

การทำปฏิกิริยากับกรดคาร์บอนิก (carbonation) เป็นกระบวนการที่แร่ทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนไอออน (H^+) จากกรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่อยู่ในอากาศหรือในดิน ทำปฏิกิริยากับน้ำ (H_2O) หรือไฮโดรเจนไอออน (H^+) จากกรดอื่น ๆ ดังสมการที่ 5, 6

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3 \qquad \text{สมการที่ 5}$$

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ กรดคาร์บอนิก

$$CaCO_3 + H^+ + HCO_3^- \longrightarrow Ca(HCO_3)_2 \qquad \text{สมการที่ 6}$$

แคลไซต์ กรดคาร์บอนิก แคลเซียมไบคาร์บอเนต

3.5 การออกซิเดชัน-รีดักชัน

การออกซิเดชัน-รีดักชัน (oxidation-reduction) เป็นกระบวนการที่แร่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน โดยมีการแลกเปลี่ยนอิเล็กตรอนระหว่างอะตอมของธาตุ ออกซิเดชันเกิดเมื่ออะตอมของธาตุสูญเสียอิเล็กตรอน รีดักชันเกิดเมื่ออะตอมของธาตุได้รับอิเล็กตรอน ส่วนใหญ่มักเกิดกับแร่ที่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบ ดังสมการที่ 7

$$4FeO + O_2 \underset{\text{ออกซิเดชัน}}{\overset{\text{รีดักชัน}}{\rightleftharpoons}} 2Fe_2O_3 \qquad \text{สมการที่ 7}$$

เฟอรัสออกไซด์ เฟอริกออกไซด์

4. องค์ประกอบของดิน

องค์ประกอบของดินแบ่งออกเป็น 4 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

4.1 วัตถุอนินทรีย์

วัตถุอนินทรีย์ในดิน (soil mineral material) เป็นส่วนที่ได้จากการผุพังของหินและแร่ วัตถุอนินทรีย์ในดินประกอบด้วยทราย (sand) ทรายแป้ง (silt) และดินเหนียว (clay) โดยสัดส่วนของวัตถุอนินทรีย์ในดินจะแตกต่างกันตามชนิดของดิน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคดินประเภทต่าง ๆ คัดลอกจาก ธวัชชัย ศุภดิษฐ์, 2547

ชนิดของอนุภาค	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง
ดินลูกรัง	ใหญ่กว่า 2 มิลลิเมตร
ทรายหยาบ	0.2-2.0 มิลลิเมตร
ทรายละเอียด	0.02-0.2 มิลลิเมตร
ทรายแป้ง	0.002-0.02 มิลลิเมตร
ดินเหนียว	เล็กกว่า 0.002 มิลลิเมตร

4.2 อินทรียวัตถุ

อินทรียวัตถุ (organic matter) เป็นองค์ประกอบของดินที่อยู่ในลักษณะที่เรียกว่า ฮิวมัส (humus) ซึ่งได้จากการย่อยสลายของซากพืช ซากสัตว์ และจุลินทรีย์ อินทรียวัตถุในดินได้จากอินทรียสารที่สำคัญ 3 ประเภท คือ โพลีแซคคาไรด์ (polysaccharides) ลิกนิน (lignins) และโปรตีน (protines) โดยทั่วไปจะพบอินทรียวัตถุในส่วนผิวดิน (top soil) ลักษณะเป็นของแข็งที่มีขนาดเล็กละเอียด สีน้ำตาลคล้ำ หรือสีดำ

4.3 น้ำ

น้ำ (water) น้ำในดินอยู่ในลักษณะเป็นโมเลกุลของน้ำ เกาะเป็นชั้น ๆ รอบเม็ดดิน และอยู่ในช่องระหว่างเม็ดดิน ปริมาณน้ำในดินจะแปรปรวนได้ง่าย เมื่อดินแห้งมากที่สุดจะมีโมเลกุลน้ำหุ้มรอบ ๆ เม็ดดิน อย่างน้อย 2-3 ชั้นโมเลกุล เมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำจะมีน้ำอยู่เต็มช่องว่างระหว่างเม็ดดินและอนุภาคดิน สมบัติของน้ำในดินขึ้นกับการมีสารละลายและแรงดึงดูดระหว่างเม็ดดินต่อโมเลกุลของน้ำ เช่น แรงแคลพิลลารี (capillary force) แรงโน้มถ่วงของโลก (gravitational force)

4.4 อากาศ

อากาศ (air) อากาศในดินประกอบด้วยแก๊สชนิดต่าง ๆ เช่นเดียวกับอากาศในบรรยากาศ คือ แก๊สไนโตรเจน ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และแก๊สอื่น ๆ แต่ปริมาณและสัดส่วนของแก๊สแต่ละชนิดในดินจะแตกต่างกับอากาศในบรรยากาศ โดยในดินจะมีปริมาณออกซิเจนน้อยกว่า แต่มีปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าอากาศในบรรยากาศ

5. หน้าตัดดิน

หน้าตัดดิน (soil profile) เป็นภาคตัดขวางแนวดิ่งหรือตั้งฉากของดิน ณ จุดใดจุดหนึ่ง โดยจะแสดงให้เห็นชั้นดินแนวลึก ดินถูกสร้างในรูปชั้นดินซึ่งแต่ละชั้นจะมีความหนาแตกต่างกันขึ้นอยู่กับการรบกวนโครงสร้าง หรือการกัดกร่อนและการใช้ประโยชน์จากดิน

นักปฐพีวิทยาแบ่งชั้นดินตามหน้าตัดออกเป็น 5 ชั้น คือ

5.1 ชั้นโอ (O horizon)

ชั้นโอ (O horizon) เป็นดินชั้นบนสุด ประกอบด้วย ใบไม้ รากพืช และซากเน่าเปื่อยผุพัง โดยจะพบดินชั้นโอในพื้นที่ดินที่ไม่ถูกรบกวนหรือถูกทำลายสภาพหน้าดิน ดังรูปที่ 1

5.2 ชั้นเอ (A horizon)

ชั้นเอ (A horizon) ดินชั้นนี้เรียกว่า ชั้นบนสุด (top soil) เป็นดินที่มีความสมบูรณ์ มีปริมาณอินทรียวัตถุสะสมอยู่มาก ความหนาของดินชั้นเอจะมีความแตกต่างกัน ซึ่งความหนาอาจไม่มีเลยจนถึงหนามาก ถ้าหนามากแสดงว่ามีคุณภาพดี

5.3 ชั้นบี (B horizon)

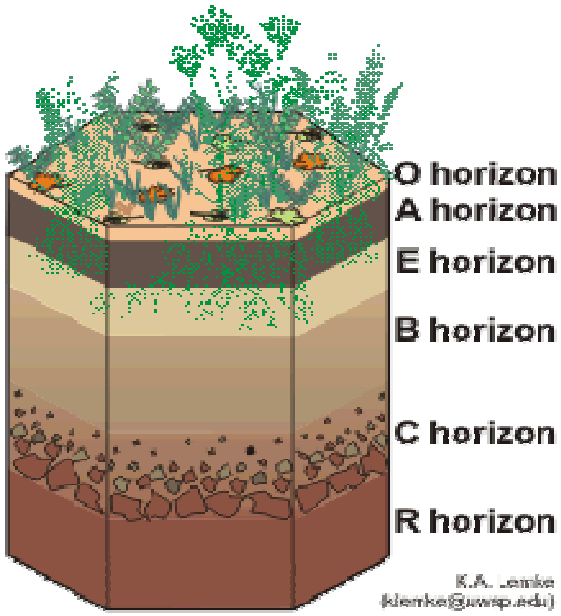
ชั้น บี (B horizon) เป็นดินที่รองจากดินชั้นบน เรียกว่า ดินชั้นล่าง (sub soil) เป็นแหล่งสะสมธาตุอาหารรองจากดินชั้นบน แต่พบน้อยกว่า

5.4 ชั้นซี (C horizon)

ชั้นซี (C horizon) เป็นดินชั้นวัตถุต้นกำเนิดดิน โดยจะไม่พบรากพืช แมลงหรืออินทรียสารใด ๆ

5.5 ชั้นอาร์ (R horizon)

ชั้นอาร์ (R horizon) เป็นชั้นหิน ประกอบด้วยหินแข็ง ๆ ซึ่งเป็นจุดกำเนิดของวัตถุต้นกำเนิดดินในดินชั้นซี



รูปที่ 1 แสดงลักษณะชั้นดิน (soil profile) คัดลอกจาก Lemke, 2006

ลักษณะทางกายของดิน

ดินแบ่งได้หลายแบบขึ้นกับลักษณะทางกายภาพของดิน คือ

6.1 เนื้อดิน (soil texture)

เนื้อดินเป็นลักษณะทางกายภาพที่สำคัญที่สุดของดิน มีความสัมพันธ์กับสมบัติทางกายภาพอื่น ๆ ของดินอีกหลายอย่าง การจำแนกประเภทเนื้อดิน นิยมกำหนดชื่อประเภทเนื้อดินให้กับกลุ่มดินที่มีความหยาบและเนื้อดินประเภทเดียวกัน โดยใช้ตารางสามเหลี่ยมมาตรฐานการเรียกชื่อดินการจะใช้ตารางนี้ได้จะต้องทราบผลการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของอนุภาคทราย ซิลท์ และดินเหนียว ตารางสามเหลี่ยมมาตรฐานมีลักษณะดังนี้ (สุกิตติ กำแพงเศรษฐ, 2542)

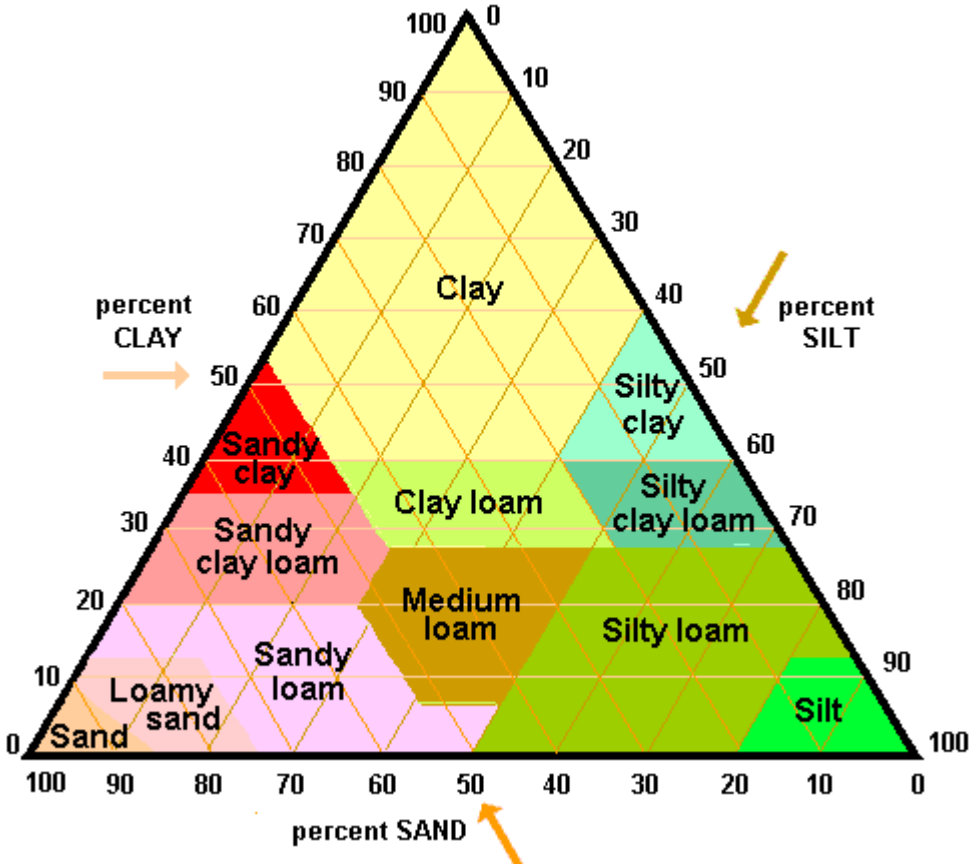
1) เป็นสามเหลี่ยมด้านเท่าแต่ละด้านแบ่งออกเป็น 10 ส่วน เท่า ๆกัน ในแต่ละส่วนจะแบ่งเป็นส่วนย่อยได้อีก 10 ส่วน

2) เมื่อตั้งสามเหลี่ยมไว้ในแนวปกติ ด้านฐานของสามเหลี่ยมจะบอกเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคทราย มีหัวลูกศรชี้จากตัวเลขน้อยด้านขวามือไปยังตัวเลขมาก คือ 100 ซึ่งอยู่ทางซ้ายมือ

3) ด้านประกอบซ้ายมือบอกเปอร์เซ็นต์ดินเหนียว มีลูกศรชี้ไปยังยอดของสามเหลี่ยม ตัวเลขมากคือ 100 อยู่ที่ยอดของสามเหลี่ยม

4) ด้านที่เหลือเป็นด้านบอกสามเหลี่ยมของซิลท์ หัวลูกศรชี้มาจากยอดของสามเหลี่ยม

5) ภายในสามเหลี่ยมจะมีพื้นที่แบ่งออกเป็นส่วน ๆ แต่ละส่วนมีชื่อดินกำกับอยู่เมื่อลากเส้นที่แสดงเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินชนิดต่าง ๆ 3 ชนิด มาตัดกันในบริเวณใด ถือว่าดินที่ต้องการทราบมีเนื้อดินตรงกับชื่อภายของดินแต่ละชนิด ให้ถือว่าชื่อของดินนั้นคือเนื้อดินที่ละเอียดที่สุด



รูปที่ 2 แสดงลักษณะตารางสามเหลี่ยมมาตรฐานการเรียกชื่อดิน คัดลอกจาก Lemke, 2006

การจำแนกเนื้อดินเป็นประเภทใด ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของทราย ซิลท์ และดินเหนียว ดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สัดส่วนอนุภาคของทราย ซิลท์ และดินเหนียวในเนื้อดินประเภทต่าง ๆ คัดลอกจาก สุกิตติ กำแพงเศรษฐ์, 2542

ประเภทเนื้อดิน	ปริมาณของอนุภาคของดินเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก		
	ทราย	ซิลท์	ดินเหนียว
ดินเหนียว clay	0-45	0-40	40-100
ดินเหนียวปนซิลท์ silty clay	0-20	40-60	40-60
ดินเหนียวปนทราย sandy clay	45-65	0-20	35-55
ดินร่วนเหนียวปนซิลท์ silty clay loam	0-20	40-70	30-40
ดินร่วนเหนียว clay loam	20-45	15-50	30-40
ดินร่วนเหนียวปนทราย sandy clay loam	45-80	0-28	20-35
ซิลท์ ทรายแป้ง หรือดินตะกอน silt	0-20	80-100	0-12
ดินร่วนปนทรายแป้ง silt loam	0-50	50-88	0-30
ดินร่วน loam	20-52	28-50	7-30
ดินร่วนปนทราย sandy loam	45-85	0-50	0-20
ดินทรายร่วน loamy sand	70-90	0-15	0-15
ดินทราย sand	85-100	0-15	0-10

6.2 ความลึกของดิน

ความลึกของดิน (soil depth) จะแตกต่างตามความหนาของชั้นดิน ดินที่ตื้นมากจะมีความหนาของชั้นดินน้อยกว่า 3 เมตร โดยดินระดับตื้นจะหนาประมาณ 3-6 เมตร ดินระดับลึกปานกลางจะหนาประมาณ 6-12 เมตร และดินระดับลึกมากจะหนามากกว่า 12 เมตร

6.3 สีของดิน

สีของดิน (soil color) จะแตกต่างกันขึ้นกับวัตถุต้นกำเนิดและปริมาณอินทรียวัตถุที่อยู่ในดิน เช่น ดินสีแดงจะมีธาตุเหล็กสูง ดินที่มีสีเทาออกขาวเกิดจากวัตถุต้นกำเนิดเป็นแร่ควอตซ์ เป็นต้น

6.4 โครงสร้างของอนุภาคดิน

การแบ่งดินตามโครงสร้าง (structure of soil particle) รูปร่างและชิ้นส่วนอนุภาค สามารถแบ่งได้เป็น 8 แบบ คือ แบบทรงกลม (granular) แบบแผ่น (plate) แบบมีมุม (subangular) แบบกล่อง (blocky) แบบหน้าตัดราบ (prismatic) แบบแบน (flat) แบบเม็ดเดี่ยว (single grain) และแบบหน้าตัดโค้งมน (columnar) ซึ่งโครงสร้างของอนุภาคดินจะส่งผลต่อการระบายน้ำ เช่น ดินที่มีอนุภาคทรงกลมจะระบายน้ำได้ดีกว่าดินที่มีอนุภาคแบน

6.5 ลักษณะที่บ่งบอกการซึมผ่านของน้ำในดิน

การซึมของน้ำในดินสามารถบอกถึงการเคลื่อนที่ของน้ำในดิน (permeability) ขึ้นอยู่กับปัจจัยขององค์ประกอบ และโครงสร้างของดินเป็นหลัก ขณะที่ปัจจัยอื่นก็มีอิทธิพลต่อการซึมผ่านของน้ำในดินเช่นกัน เช่น ลักษณะความแข็งและสิ่งที่ปกคลุมดิน

7. คุณสมบัติทางเคมีของดิน

คุณสมบัติทางเคมีของดิน (chemical characteristics of soil) เป็นสมบัติที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางเคมีต่างๆ ในดิน สมบัติที่สำคัญ ได้แก่ การมีประจุไฟฟ้า ความเป็นกรด-ด่างของดิน อาหารที่มีอยู่ในดิน การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และการวิเคราะห์ธาตุอาหารสามารถใช้วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินได้ (พิมพันธ์ เจิมสวัสดิพงษ์ และคณะ, 2549)

7.1 ชนิดและปริมาณของประจุของอนุภาคดิน

อนุภาคดินขนาดเล็กที่มีลักษณะเป็นสารคอลลอยด์ดิน (soil colloids) ได้แก่ แร่ดินเหนียว (silicate clay) และฮิวมัส อนุภาคเหล่านี้มีประจุไฟฟ้าส่วนใหญ่เป็นประจุลบ ทำให้สามารถดูดซับไอออนบวก (cation) ต่างๆ ได้ cation ที่ถูกดูดซับที่ผิวของอนุภาคนี้สามารถไล่หรือแทนที่cation ชนิดอื่นๆ ได้ cation เหล่านี้จึงเป็น exchangeable cation

7.2 การดูดซับและการแลกเปลี่ยนไอออนในดิน

ไอออนที่ดูดซับที่ผิวอนุภาคดินส่วนใหญ่เป็น cation ซึ่งอาจมีสูงมากถึง 99 % เมื่อเทียบกับปริมาณทั้งหมดที่อยู่ในสารละลายดิน เมื่ออยู่ในสภาวะสมดุล cation เหล่านี้สามารถไล่หรือแทนที่กันได้ โดยเรียกการแทนที่ของ cation และ anion ว่า cation exchange และ anion exchange ตามลำดับ

7.3 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

พีเอชของดิน คือ ค่าความเป็นกรด (acidity) หรือเป็นด่าง (alkalinity) ของดิน ซึ่งเป็นปริมาณไฮโดรเจนไอออนในสารละลายในดิน ซึ่งมีช่วง 0-14 โดยพีเอชเท่ากับ 7 หมายถึง มีค่าความเป็นกลาง พีเอชน้อยกว่า 7 จะมีค่าความเป็นกรด ถ้าพีเอชยิ่งน้อยลงความเป็นกรดก็จะสูงขึ้น พีเอชมากกว่า 7 จะมีความเป็นด่าง และจะเพิ่มความเป็นด่างมากขึ้นถ้าพีเอชมีค่าสูง โดยดินส่วนใหญ่มีค่าพีเอชระหว่าง 4-8

7.4 ธาตุอาหาร

ธาตุอาหาร สามารถแบ่งเป็นธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช คัดลอกจาก ธวัชชัย ศุภดิษฐ์, 2547

ธาตุอาหารหลัก	ธาตุอาหารรอง
คาร์บอน (Carbon : C)	เหล็ก (Iron : Fe)
ไฮโดรเจน (Hydrogen : H)	สังกะสี (Zinc : Zn)
ออกซิเจน (Oxygen : C)	ทองแดง (Copper : Cu)
ไนโตรเจน (Nitrogen : N)	โบรอน (Boron : B)
โพแทสเซียม (Potassium : K)	โมลิบดินัม (Molybdenum : Mo)
ฟอสฟอรัส (Phosphorus : P)	แมงกานีส (Manganese : Mn)
แคลเซียม (Calcium : Ca)	คลอรีน (Chlorine : Cl)
แมกนีเซียม (Magnesium : Mg)	โคบอลต์ (Cobalt : Co)
กำมะถัน (Sulfur : S)	วานาเดียม (Vanadium : V)
โซเดียม (Sodium : Na)	ซิลิคอน (Silicon : Si)

8. ปัญหาของทรัพยากรดิน

ปัญหาของดินเกิดจากสาเหตุทางธรรมชาติ เช่น ฝน ลม ภัยธรรมชาติ น้ำใต้ดิน และแรงโน้มถ่วงของโลก ส่งผลให้เกิดการพังทลายของดินและการสูญเสียหน้าดิน ส่วนสาเหตุจากมนุษย์นั้นเกิดจากการที่มนุษย์ใช้ประโยชน์จากที่ดินซึ่งเกินขีดจำกัดของการใช้ รวมถึงการใช้ประโยชน์เพียงอย่างเดียว โดยไม่ตระหนักถึงการสงวนและการอนุรักษ์ที่ถูกต้อง เช่น การตัดไม้ทำลายป่า การเพาะปลูกที่ไม่ถูกวิธี การขุด การถมที่ดิน และการทำเหมืองแร่ เป็นต้น ซึ่งแต่ละกิจกรรมล้วนส่งผลให้เกิดการพังทลายและการเสื่อมโทรมของดิน ดินที่เป็นปัญหา สามารถแบ่งได้ดังนี้

8.1 ดินกรดจัดอันเกิดจากอะลูมิเนียม

ดินกรดจัดอันเกิดจากอะลูมิเนียมมีสาเหตุจากธาตุอาหารที่เป็นไอออนบวกและมีความเป็นด่างถูกชะล้างออกไปจากดิน และอะลูมิเนียมเข้าไปแทนที่ไอออนบวกที่เป็นด่าง ทำให้ดินมีปริมาณ Al^{3+} เพิ่มขึ้น ซึ่งการแก้ไขและปรับปรุงสามารถทำได้โดยการใส่ปูนเพื่อลดปริมาณอะลูมิเนียม

8.2 ดินกรดซัลเฟต

ดินกรดซัลเฟต ดินกรดจัด หรือดินเปรี้ยวจัด เป็นดินที่มีกรดกำมะถัน (acid surface soil) อยู่ในชั้นหน้าตัดของดิน ซึ่งเป็นผลมาจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของแร่ไพไรต์ (FeS_2) ได้แร่ จาโรไซต์ โดยทั่วไปดินจะมีสีเหลืองฟางข้าว ดินเปรี้ยวจัดจะมีพีเอชต่ำมาก (pH ต่ำกว่า 4) ส่งผลต่อการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งธาตุอาหารบางอย่างไม่สามารถละลายออกมาได้ และสารบางชนิดจะถูกละลายออกมากเกินไปจนเกิดความเป็นพิษ การแก้ไขปัญหาสามารถทำได้โดยการระบายน้ำเฉพาะในส่วนของเนื้อดินตอนบนเพื่อล้างสารที่เป็นกรดออก ซึ่งต้องควบคุมให้มีน้ำแช่ขังในดินชั้นล่าง เพื่อไม่ให้สารที่เป็นกรดเกิดขึ้นอีก การใส่สารปรับปรุงดิน เช่น ปูนขาว ปูนมาร์ล แมงกานีสไดออกไซด์ เป็นต้น

8.3 ดินเค็ม

ดินเค็ม (saline soil) คือ ดินที่มีปริมาณเกลือที่ละลายน้ำอยู่ในสารละลายดินมากเกินไปจนส่งผลต่อเจริญเติบโตของพืช และการใช้ประโยชน์ที่ดิน มีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย (electrical conductivity, EC_e) ที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (saturation extract) มากกว่า 2 เดซีซีเมนต่อเมตร (dS/m) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ค่าอัตราการดูดซับโซเดียม (sodium adsorption ratio, SAR) ต่ำกว่า 13 เกลือที่พบส่วนใหญ่เป็นเกลือคลอไรด์ ซัลเฟตของโซเดียม แคลเซียมและแมกนีเซียม การแพร่ของเกลือมีสาเหตุจากธรรมชาติ (natural salinization) และสาเหตุจากมนุษย์ (man made salinization) (อรุณี ยูวะนิยม, มปป) การแก้ปัญหาดินเค็มสามารถทำได้โดยใช้น้ำชะล้างเกลือที่มีอยู่ในดินให้ละลายออกไป เพื่อทำให้ความเค็มในดินเจือจางลง การจำแนกระดับความเค็มของดินที่มีผลต่อพืชด้วยการตรวจสอบการนำไฟฟ้าสามารถจำแนกได้ 5 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การจำแนกระดับความเค็มที่มีผลต่อพืช คัดลอกจาก อรุณี ยูวะนิยม, มปป

ค่าการนำไฟฟ้า (dS/m)	ระดับความเค็ม	อาการของพืช
น้อยกว่า 2	ไม่เค็ม	ไม่มีผลกระทบต่อพืช
2-4	เค็มน้อย	มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชไม่ทนเค็ม
4-8	เค็มปานกลาง	มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด
8-15	เค็มมาก	เฉพาะพืชทนเค็มเท่านั้นจึงจะเติบโตให้ผลผลิตได้
มากกว่า 15	เค็มจัด	เฉพาะพืชทนเค็มจัดจึงเจริญเติบโตให้ผลผลิตได้

หลักการทั่วไปของการวิเคราะห์โซเดียมและโพแทสเซียมในดิน

เกลือที่พบในดินเค็มส่วนใหญ่เป็นการรวมตัวของธาตุที่มีประจุบวกของธาตุโซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม กับธาตุที่มีประจุลบ เช่น คลอไรด์ ซัลเฟต คาร์บอเนต ไบคาร์บอเนต การศึกษาปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมในดินทำให้ทราบถึงปริมาณเกลือที่ได้รับอิทธิพลจากการกระจายของเกลือหรือในดินเค็ม

1. โซเดียมในดิน

โซเดียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Na) หมายถึง โซเดียมที่อยู่ในรูปของไอออนบวกที่ยึดเกาะที่ผิวของคอลลอยด์ดิน โดยทั่วไปมักพบในปริมาณที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมของดินนั้น ๆ เช่น ในดินเค็มจะตรวจพบ exchangeable Na ในปริมาณสูงมาก แต่เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณโซเดียมทั้งหมดในดินจะพบว่ามีปริมาณน้อยมาก ๆ

โซเดียมไม่ใช่ธาตุอาหารหลักของพืช แต่มีส่วนสำคัญในการเจริญเติบโตของพืช ในการสกัด exchangeable Na จะใช้แคตไอออนต่าง ๆ เช่น ammonium (NH_4^+) และ hydrogen (H^+) เข้าไปแทนที่

1.1 การวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมในดิน

โดยทั่วไปในการวิเคราะห์หา exchangeable Na ในดินนิยมใช้การสกัดด้วยสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท ความเข้มข้น 1.0 N ขณะที่โซเดียมที่ละลายได้ (soluble Na) สามารถตรวจวิเคราะห์ได้จากการสกัดด้วยน้ำที่สภาวะอิ่มตัว เพราะเกลือโซเดียมสามารถละลายน้ำได้ง่าย แต่เนื่องจากตัวสกัดที่ใช้ในการหา exchangeable Na สามารถชะล้าง soluble Na ออกมาด้วย ดังนั้นการวิเคราะห์หาโซเดียมในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ด้วยสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท จึงต้องทำการหักลบปริมาณโซเดียมที่ละลายน้ำออกด้วย ซึ่งโดยทั่วไปถ้านำดินจากพื้นที่ที่มีความชื้นมาตรวจวิเคราะห์ จะพบว่าปริมาณ soluble Na จะมีค่าน้อยมากและสามารถตัดทิ้งได้ แต่ถ้าเป็นดินจากพื้นที่ที่แห้งแล้งปริมาณ soluble Na อาจมีนัยสำคัญ

2. โพแทสเซียมในดิน

โพแทสเซียม (Potassum; K) ในดินจะปรากฏอยู่ใน 4 รูป คือ รูปที่อยู่ในสารละลาย (soluble K) รูปที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) รูปที่ไม่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (nonexchangeble K) และรูปที่อยู่ในโครงสร้างผลึกแร่ในดิน (crystal structural K) โดยที่สภาวะหนึ่งโพแทสเซียมทั้ง 4 ลักษณะนี้อาจเกิดปฏิกิริยาทำให้เกิดจากเปลี่ยนรูปไปมา ทำให้อาจมีผลต่อปริมาณ

โพแทสเซียมที่อยู่ในสารละลายดินได้ (Helmke and Sparks, 1996) ทั้งนี้รูปของโพแทสเซียมในดินที่พืชและจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เรียงลำดับจากง่ายไปยากได้ดังนี้

Soluble K > Exchangeable K > Non-exchangeble K > Crystal structural K

2.1. โพแทสเซียมที่อยู่ในสารละลาย

โพแทสเซียมที่อยู่ในสารละลาย (soluble K) คือ โพแทสเซียมไอออน (K^+) ที่ละลายอยู่ในของเหลวในดิน ซึ่งพืชและจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที และยังง่ายต่อการถูกชะล้างออกจากดิน โดยดินทั่ว ๆ ไปจะมีปริมาณ soluble K อยู่ค่อนข้างน้อย ยกเว้น ดินเค็ม ดินด่าง และดินที่ผ่านการปรับปรุงสภาพดินด้วยการใส่ปุ๋ยก็อาจพบ soluble K ในปริมาณสูงได้ ทั้งนี้ปริมาณ soluble K ในดินจะขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ปฏิกิริยาจลน์และสมดุลของโพแทสเซียมทั้ง 4 รูปความชื้นในดิน ปริมาณแคตไอออนที่มีประจุ +2 ในสารละลายดินกับบนอนุภาคดินที่สามารถแลกเปลี่ยนไอออนได้

2.2. โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) หมายถึง โพแทสเซียมที่ยึดติดผิวนอกของแร่ดินเหนียวและอินทรียวัตถุซึ่งมีประจุลบเป็นส่วนใหญ่ด้วยพันธะไฟฟ้าสถิตย์ เนื่องจากเป็นพันธะที่อ่อนจึงสามารถแลกเปลี่ยนกับแคตไอออนอื่น ๆ ได้ง่าย ทำให้พืชและจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

2.3. โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้

โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ (non-exchangeable K หรือ fixed K) คือ โพแทสเซียมที่ยึดเกาะอยู่ที่บริเวณช่องว่างซึ่งเป็นรอยต่อของชั้นโครงสร้างผลึกของแร่ในดิน ด้วยแรงยึดเกาะที่แข็งแรงกว่า exchangeable K ทำให้ไม่สามารถแลกเปลี่ยนหรือหลุดออกมาได้ง่าย โดยพืชสามารถดึงโพแทสเซียมประเภทนี้ไปใช้ประโยชน์ได้เล็กน้อยถึงปานกลาง ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ในดิน

2.4. รูปที่อยู่ในโครงสร้างผลึกแร่ในดิน

โพแทสเซียมที่อยู่ในโครงสร้างผลึกของแร่ (crystal structural K) หมายถึง โพแทสเซียมที่เป็นองค์ประกอบในโมเลกุลแร่ในดินและอยู่ในโครงสร้างผลึกของแร่นั้น ๆ โดยโพแทสเซียมส่วนใหญ่หรือเกือบทั้งหมดในดินจะอยู่ในประเภทนี้ ดังนั้นการวิเคราะห์อาจพบโพแทสเซียมประเภทนี้ได้มากถึง 90–98 % และเมื่อแร่เหล่านี้เกิดการสลายตัวผุพังโพแทสเซียมก็จะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่พืชและจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ง่ายขึ้น

3. การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมในดิน

การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมในดินทางเคมี มี 2 แบบ คือ (บุณแสน เตียวนุกูลธรรม, 2547)

3.1 การวิเคราะห์โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้

การวิเคราะห์โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ในดินโดยทั่วไปมี 6 วิธีคือ

1) การต้มดินในสารละลายกรดไนทริก (1 N HNO_3)

2) การชะดินด้วยกรดไฮโดรคลอริก (0.01 N HCl)

3) H Saturated cation-exchange resin

4) สกัดด้วยกรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

5) สกัดด้วยโซเดียมเตตระฟีนิลโบรอน (Na-Tetraphenyl Boron)

6) การแยกด้วยไฟฟ้า

3.2 การวิเคราะห์โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

นิยมสกัดดินด้วยแอมโมเนียมอะซิเตต 1 นอร์มอล (1 N CH_3COONH_4) หรือโซเดียมแอซิเตต (1 N CH_3COONa) ซึ่งแอมโมเนียมไอออนจะเข้าไปไล่ exchangeable K ออกมา โพแทสเซียมที่อยู่ในดินจะอยู่ในรูปของเกลือหินอิสระ และอยู่ในรูปที่ถูกดูดซับโดยคอลลอยด์ในดิน exchangeable K ที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ จะอยู่ในรูปของโพแทสเซียมไอออน (K^+) ซึ่งสามารถแตกตัวออกได้เมื่อใช้ไอออนบวกชนิดอื่นมาไล่แทน โพแทสเซียมสามารถเปลี่ยนรูปจาก exchangeable K ให้เป็นโพแทสเซียมไอออน (K^+) ในรูปของสารละลายดังสมการ

Exchangeable Potassium $\rightleftharpoons$ โพแทสเซียมไอออน (K^+) ในสารละลายดิน

สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมในเอกสารฉบับนี้จะกล่าวถึงวิธีการวิเคราะห์ non-exchangeable K ด้วยการต้มดินในสารละลายกรดไนทริก (1 N HNO_3) และการวิเคราะห์หา soluble K ด้วยการละลายน้ำ

ตารางที่ 5 แสดงระดับปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน คัดลอกจาก บุญแสน เตียวนุกูลธรรม, 2547

ระดับ	ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (ppm)
ต่ำมาก	< 30
ต่ำ	30-60
ปานกลาง	60-90
สูง	90-120
สูงมาก	> 120

ขั้นตอนการวิเคราะห์โซเดียมและโพแทสเซียมในดิน

จากบทก่อนหน้า จะพบว่าโพแทสเซียมและโซเดียมในดินอาจยึดเกาะกับอนุภาคดินในหลายรูปแบบ ซึ่งต้องใช้วิธีวิเคราะห์ที่แตกต่างกันไป ในเอกสารฉบับนี้กล่าวถึงการสกัดธาตุทั้งสองด้วย 2 วิธี คือ

- การสกัดด้วยน้ำ เพื่อวิเคราะห์ปริมาณ soluble K และ Na เนื่องจากน้ำเป็นปัจจัยทางธรรมชาติและเป็นตัวทำละลายที่ดี

- การสกัดด้วยการต้มในกรดไนทริก เพื่อวิเคราะห์ปริมาณ non-exchangeable K และ Na เนื่องจากการทำเหมืองแร่โดยทั่วไปอาจทำให้เกิดสภาพที่เป็นกรด ซึ่งอาจชะล้างธาตุดังกล่าวออกมาได้มากขึ้น

1. การเตรียมตัวอย่างดิน

นำตัวอย่างดินมาผึ่งให้แห้งในที่ร่มจนกระทั่งแห้งดีแล้ว บดตัวอย่างดินให้ละเอียดร่อนด้วยตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร นำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีต่อไป

2. อุปกรณ์และสารเคมี

2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

2.1.1 ขวดหรือ flask ขนาด 50 มล. พร้อมฝาปิด

2.1.2 กรวยกรอง ขนาด 11 ซม.

2.1.3 กระดาษกรอง Whatman No. 42

2.1.4 เครื่อง atomic absorption spectometer (AAS)

2.1.5 Volumetric flask ขนาด 100 มล.

2.1.6 Erlenmeyer flask ขนาด 125 มล.

2.1.7 Hot plate

2.2 สารเคมี

2.2.1 สารละลายโพแทสเซียมมาตรฐาน ความเข้มข้น 1000 mg/l

2.2.2 สารละลายโซเดียมมาตรฐาน ความเข้มข้น 1000 mg/l

2.2.3 กรดไนทริก ความเข้มข้น 1.0 N

ตวงกรดไนทริกเข้มข้น 63 ml ใส่ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

2.2.4 กรดไนทริก ความเข้มข้น 0.1 N

ตวงกรดไนทริกเข้มข้น 6.3 ml ใส่ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

3. การวิเคราะห์หา soluble potassium และ soluble sodium

การวิเคราะห์หา soluble potassium และ soluble sodium ดัดแปลงวิธีจากหนังสือ Soil Analysis Handbook of Reference Methods เขียนโดย Soil and Plant Analysis Council (2000) ดังนี้

3.1 ชั่งดินที่แห้งหนัก 2.5 กรัม ใส่ในขวดหรือ flask ที่มีฝาปิด ขนาด 50 มล. เติมน้ำกลั่นปริมาตร 25 มล. ปิดฝาขวดแล้วเขย่านาน 30 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้นานประมาณ 15 นาที

3.2 กรองของเหลวที่ได้ด้วยกระดาษกรอง ใส่ Volumetric flask ขนาด 100 มล. ปรับปริมาตรให้ถึงขีดปริมาตรด้วยน้ำกลั่น แล้วนำไปวัด K และ Na ด้วยเครื่อง AAS โดยใช้เทียบกับสารละลายมาตรฐานของ K ที่ความเข้มข้น 0.1 ถึง 10 mg K/l และสารละลายมาตรฐานของ Na ที่ความเข้มข้น 0.1 ถึง 100 mg Na/l

3.3 การคำนวณ

$$\text{Soluble K/Na (กรัม/ตัน)} = \frac{A \times B}{C}$$

หรือ

$$\text{Soluble K/Na (\%)} = \frac{A \times B}{C \times 10^4}$$

เมื่อ A = ปริมาณ K/Na ที่วัดได้ (mg/L)

B = ปริมาตรที่ตัวอย่างทั้งหมดละลายอยู่ (ml)

C = น้ำหนักตัวอย่าง (g)

4. การวิเคราะห์หา nonexchangeable potassium ด้วยการต้มในกรดไนทริก

การวิเคราะห์หา nonexchangeable potassium ด้วยการต้มในกรดไนทริกใช้วิธีจากหนังสือ Method Of Soil Analysis เขียนโดย Helmke and Sparks (1996) ดังนี้

4.1 ชั่งดินที่แห้งหนัก 2.5 กรัม ใส่ใน Erlenmeyer flask ขนาด 125 มล. แล้วเติมกรดไนทริกเข้มข้น 1.0 N ปริมาตร 25 มล. นำไปตั้งบน hot plate

4.2 ต้มตัวอย่างให้เดือดเบา ๆ นาน 15 นาที

4.3 ยก Erlenmeyer flask ลง ทิ้งให้เย็น ประมาณ 5 นาที จากนั้นกรองของเหลวลักษณะคล้ายโคลน (slurry) ที่ได้ผ่านกระดาษกรอง โดยเก็บสารละลายที่กรองได้ใน Volumetric flask ขนาด 100 มล.

4.4 ล้างตะกอนด้วยกรดไนทริกเข้มข้น 0.1 N ประมาณ 4 ครั้ง โดยในการล้างแต่ละครั้งต้องรอจนสารละลายเกือบแห้ง แล้วจึงเติมกรดไนทริกเจือจางเพื่อล้างตะกอนต่อ

4.5 ปรับปริมาตรสารละลายจนถึงขีดปริมาตร แล้วนำไปวัดค่า K ด้วยเครื่อง AAS โดยใช้สารละลายมาตรฐานของ K ที่ความเข้มข้น 1 ถึง 10 mg/l

4.6 การคำนวณ

$$\text{Nonexchangeable K (กรัม/ตัน)} = \frac{A \times B}{C}$$

หรือ

$$\text{Nonexchangeable K (\%)} = \frac{A \times B}{C \times 10^4}$$

เมื่อ A = ปริมาณ K ที่วัดได้ (mg/L)
B = ปริมาตรที่ตัวอย่างทั้งหมดละลายอยู่ (ml)
C = น้ำหนักตัวอย่าง (g)

ผลการวิเคราะห์

ตัวอย่างดินที่นำมาวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียม เป็นตัวอย่างดินที่สำนักอุตสาหกรรมพื้นฐานเก็บจากโครงการเหมืองแร่โปแตช อำเภอบำเหน็จณรงค์ จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดมหาสารคาม และจังหวัดอุดรธานี จำนวน 66 ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินจากพื้นที่โครงการเหมืองแร่โปแตชจังหวัด ชัยภูมิ มหาสารคาม สกลนคร และอุดรธานี

เครื่องหมายตัวอย่าง	โซเดียม (กรัม/ตัน)		โพแทสเซียม (กรัม/ตัน)	
	soluble Na	non- exchangeable Na	soluble K	non- exchangeable K
S-4A	122	206	128	689
S-4B	332	484	53	515
S-11A	15	23	52	328
S-11B	12	29	15	205
S-17A	0.15 a	0.16 a	133	720
S-17B	0.12 a	0.14 a	39	493
S-22A	3.25 a	3.14 a	660	729
S-22B	0.93 a	0.94 a	408	603
S-23A	15	24	19	178
S-23B	10	16	6	116
S-31A	63	77	97	170
S-31B	52	61	98	908
SS-1A	5	14	9	151
SS-2A	11	24	14	411
SS-3A	14	50	4	211
SS-4A	13	30	37	261
SS-1B	5	26	3	278
SS-2B	5	12	6	44
SS-3B	12	49	3	68

หมายเหตุ a คือ เปอร์เซ็นต์ (%) S คือ อำเภอบำเหน็จณรงค์ จังหวัดชัยภูมิ
SS คือ จังหวัดสกลนคร SM คือ จังหวัดมหาสารคาม
SU คือ จังหวัดอุดรธานี 1-31 คือ จุดเก็บ A คือ ชั้นดิน A B คือ ชั้นดิน B

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินจากพื้นที่โครงการเหมืองแร่โปแตช จังหวัดชัยภูมิ มหาสารคาม สกลนคร และอุดรธานี .....(ต่อ)

เครื่องหมายตัวอย่าง	โซเดียม (กรัม/ตัน)		โพแทสเซียม (กรัม/ตัน)	
	soluble Na	non- exchangeable Na	soluble K	non- exchangeable K
SS-4B	7	21	8	127
SM-1A	66	128	10	57
SM-2A	0.25 a	0.33 a	32	67
SM-3A	5	18	11	96
SM-4A	4	22	7	57
SM-5A	4	15	5	54
SM-1B	14	36	4	53
SM-2B	15	36	6	263
SM-3B	711	0.14 a	9	68
SM-4B	7	27	5	74
SM-5B	6	14	6	32
SU-1A	26	34	13	133
SU-1B	15	18	5	76
SU-2A	86	144	5	60
SU-2B	84	114	3	32
SU-3A	21	35	20	312
SU-3B	22	55	4	200
SU-4A	488	521	35	237
SU-4B	120	324	3	136
SU-5A	82	92	78	571
SU-5B	33	61	26	456
SU-6A	9	17	6	101
SU-6B	47	56	4	86
SU-7A	14	24	16	93

หมายเหตุ a คือ เปอร์เซ็นต์ (%) S คือ อำเภอบำเหน็จณรงค์ จังหวัดชัยภูมิ
SS คือ จังหวัดสกลนคร SM คือ จังหวัดมหาสารคาม
SU คือ จังหวัดอุดรธานี 1-31 คือ จุดเก็บ A คือ ชั้นดิน A B คือ ชั้นดิน B

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินจากพื้นที่โครงการเหมืองแร่โปแตช จังหวัดชัยภูมิ มหาสารคาม สกลนคร และอุดรธานี .....(ต่อ)

เครื่องหมายตัวอย่าง	โซเดียม (กรัม/ตัน)		โพแทสเซียม (กรัม/ตัน)	
	soluble Na	non- exchangeable Na	soluble K	non- exchangeable K
SU-7B	6	22	6	108
SU-8A	25	40	16	85
SU-8B	29	51	5	58
SU-9A	44	93	25	317
SU-9B	22	41	7	131
SU-10A	0.22 a	0.22 a	211	391
SU-10B	620	686	28	115
SU-11A	7	13	38	197
SU-11B	7	11	13	88
SU-12A	497	544	23	97
SU-12B	94	73	5	63
SU-13A	41	73	9	79
SU-13B	49	73	6	44
SU-14A	0.95 a	1.01 a	0.12 a	0.14 a
SU-14B	914	0.10 a	198	484
SU-15A	14	32	11	112
SU-15B	20	42	7	51
SU-16A	5	25	37	308
SU-16B	11	19	19	316
SU-17A	0.50 a	0.50 a	93	276
SU-17B	748	0.11 a	18	221
SU-18A	44	83	19	130
SU-18B	18	32	4	65

หมายเหตุ a คือ เปอร์เซ็นต์ (%) S คือ อำเภอบำเหน็จณรงค์ จังหวัดชัยภูมิ
SS คือ จังหวัดสกลนคร SM คือ จังหวัดมหาสารคาม
SU คือ จังหวัดอุดรธานี 1-31 คือ จุดเก็บ A คือ ชั้นดิน A B คือ ชั้นดิน B

จากผลการวิเคราะห์โซเดียมและโพแทสเซียมในตัวอย่างดินพบว่า ตัวอย่างดินที่ละลายด้วยกรดมีปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมสูงกว่าการละลายด้วยน้ำ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหากพื้นที่โครงการมีสภาพเป็นกรดก็อาจส่งผลให้ธาตุดังกล่าวถูกชะล้างออกมาได้มากขึ้น

ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ที่ได้จะใช้เป็นฐานข้อมูลพื่อให้งานด้านการกำกับดูแลและบริหารจัดการทางสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นที่โครงการเหมืองแร่โปแตชเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และไม่เกิดผลกระทบใด ๆ ซึ่งตัวอย่างที่เก็บเป็นตัวแทนของดินบริเวณพื้นที่ก่อนการดำเนินโครงการ

บทสรุป

ดินเป็นทรัยพากรธรรมชาติที่สำคัญ ซึ่งเกิดจาการผุพังของวัตถุต้นกำเนิดดินคือหินและแร่ที่กัดกร่อนผุพังจากปัจจัยทาง สภาพภูมิกาศ ภูมิประเทศ และกาลเวลา การทำกิจกรรมต่าง ๆของมนุษย์ทำให้คุณภาพของดินเสื่อมโทรมลง การวางแผนการใช้ประโยชน์ การอนุรักษ์ดิน และการแก้ไขปัญหาดิน จึงเป็นสิ่งสำคัญ

การศึกษาการแพร่กระจายของเกลือเป็นสิ่งสำคัญของการดำเนินโครงการเหมืองแร่โปแตช การเก็บข้อมูลของปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมของดินในบริเวณพื้นที่โครงการ ก่อนการเริ่มดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ เป็นสิ่งสำคัญอย่างมาก โดยใช้เป็นฐานข้อมูลในการเปรียบเทียบผลกระทบที่เกิดขึ้นก่อนดำเนินโครงการกับหลังดำเนินโครงการ เพื่อให้งานด้านการกำกับดูแลและบริหารจัดการทางสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นที่โครงการเหมืองแร่โปแตชให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และไม่เกิดผลกระทบใด ๆ

การวิเคราะห์ปริมาณ Na และ K ด้วยวิธีทางเคมีมี 2 วิธี คือ การละลายด้วยกรดไนทริกซึ่งสามารถละลาย non-exchangeable Na และ non-exchangeable K และการละลายด้วยน้ำซึ่งสามารถละลาย soluble Na และ soluble K จากผลการวิเคราะห์พบว่าตัวอย่างดินที่ละลายด้วยกรดมีปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมสูงกว่าการละลายด้วยน้ำ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหากพื้นที่โครงการมีสภาพเป็นกรดก็อาจส่งผลให้ธาตุดังกล่าวถูกชะล้างออกมาได้มากขึ้น การนำผลการวิเคราะห์ปริมาณ Na และ K ไปใช้ในการประเมินการแพร่กระจายของเกลือต้องทำการเก็บตัวอย่างและติดตามอย่างต่อเนื่อง เพื่อใช้รวบรวมเป็นค่า baseline สำหรับเปรียบเทียบข้อมูลย้อนหลังได้

เอกสารอ้างอิง

ธวัชชัย ศุภดิษฐ์, 2547, สิ่งแวดล้อม นิเวศวิยา และการจัดการ: หลักสูตรการจัดการสิ่งแวดล้อม, สถาบันพัฒนบริหารศาสตร์, พิมพ์ครั้งที่ 2, หน้า 351-362.

บุญแสน เตียวนุกูลธรรม, 2547, เอกสารประกอบการสอน รายวิชาปฐพีวิทยา: คณะเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, หน้า 22-37.

พิมพันธ์ เจิมสวัสดิพงษ์ และคณะ, 2549, คู่มือปฏิบัติการ ปฐพีวิทยาเบื้องต้นและวิทยาศาสตร์ทางดิน, พิมพ์ครั้งที่ 11, ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร, หน้า 2-7 ถึง 2-8.

สุกิตติ กำแพงเศรษฐ, 2542, เอกสารประกอบการสอน ปฐพีวิทยาเบื้องต้น, โครงการตำราวิชาการราชภัฏเฉลิมพระเกียรติ, หน้า 54-59.

อรุณี ยูวะนิยม, มปป, การจัดการแก้ไขปัญหาดินเค็ม, สืบค้นเมื่อ6/5/2551 www.ldd.go.th/Lddwebsite/web_ord/Technical/pdf/P_ Technical3001_1.pdf,หน้า3-8

Helmke and Sparks, 1996, *Chapter 19: Lithium, Sodium, Potassium, Rubidium, and Cesium*, Method of Soil Analysis, Soil Science Society of America, Madison, p. 551-572.

Lemke, K.A, 2006, *Soil Properties & Classification*, viewed 26/05/2008, http://www.uwsp.edu/geo/faculty/lemke/geomorphology/lecture_outlines/14_soil_properties_&_classification.html, 4 p.

Soil and Plant Analysis Council, 2000, *Chapter 7: Major Cation (Potassium, Calcium, Magnesium, and Sodium)*, Soil Analysis Handbook of Reference Methods, CRC Press LLC, New York, p. 109-110.