



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

การจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการ
วิเคราะห์ดินและพืช

โดย

ผศ.ดร. สมศักดิ์ มณีพงศ์ และคณะ

มิถุนายน ๒๕๔๗

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

การจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช

คณะผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	สังกัด
ศศ.ดร. สมศักดิ์ มณีพงศ์	สำนักเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ดร. นันทนา ชื่นกัม	สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
คุณศิริวัลย์ บุญสุข	สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ. ดร. พัชรี แสนจันทร์	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
คุณไพลิน เหล็กคง	กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร
คุณวรางคณา ธรรมวิ	กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร
คุณนพมลณี สุวรรณัง *	กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน
คุณสรวิศา ตีปิมงคล	กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน
คุณสุวรรณี ภูธรธราช *	กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน
คุณนงลักษณ์ ปุระณะพงษ์	คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

หมายเหตุ เปลี่ยนตัวนักวิจัยจากคุณนพมลณี สุวรรณัง เป็นคุณสุวรรณี ภูธรธราช ตั้งแต่วันที่ 1 พฤษภาคม 2545 เนื่องจากคุณนพมลณี สุวรรณัง ลาศึกษาต่อ

ชุดโครงการ ดินและปุ๋ยพืชสด

สนับสนุนโดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นทั้งหมดที่ปรากฏอยู่ในรายงานฉบับนี้เป็นของคณะผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

คำนิยาม

ในการดำเนินงานโครงการจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชตั้งแต่เมษายน 2545 ตลอดระยะเวลา 2 ปี 6 เดือน นอกจากโครงการฯ ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) แล้ว ทางโครงการฯ ยังได้รับการสนับสนุนการดำเนินงานจากบุคคลและหน่วยงานอื่นอีกจำนวนมาก บุคคลที่ได้กรุณาให้การช่วยเหลือโครงการฯ โดยการให้คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไขและให้คำแนะนำในการจัดทำคู่มือมาตรฐานสำหรับกรวิเคราะห์ดินและพืช หรือ ช่วย เป็นวิทยากรในการจัดประชุมหรือสัมมนา ได้แก่

- ศ.ดร. พงษ์ศิริ พันธ์ปรีชา (อดีตอาจารย์ประจำคณะเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น)
- รศ.ดร. สุภาณี สุทธิประณี (อดีตอาจารย์ประจำคณะเกษตร มหาวิทยาลัยนครสวรรค์)
- รศ.ดร. กิติสุนทร นันทกิจ (สภากันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง)
- รศ.ดร. สมิตรา กูวโรดม (สภากันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง)
- รศ.ดร. รัชฎาภรณ์ นิลนนท์ (คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์)
- รศ.ดร. ศรีสม สุวรรณวงศ์ (คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)
- รศ. สมชาย วงศ์ไพบูลย์ (คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้)
- ผศ. สุวรรณี วงษ์มณีโรจน์ (คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)
- ดร. มงคล ศิษุณ (คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น)
- ดร. พิชิต พงษ์สกุล (กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์)
- ดร. จีรพงษ์ ประสิทธิ์เขต (กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์)
- ดร. ประภาศิริ จงประดิษฐ์เนห์ (กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์)
- ดร. นันทวัฒน์ กุมาพันธ์ (ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์)
- คุณสิริ สุวรรณเขตนิคม (สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์)
- คุณพจณีภรณ์ มอญเจริญ (อดีตข้าราชการประจำกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์)
- คุณนวลศรี กาญจนมูล (อดีตข้าราชการประจำกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์)
- คุณเจี๊ยะ ทองมา (อดีตข้าราชการประจำกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์)
- คุณสำรวย ตระกูล (กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์)
- คุณสมชาย กวีทวิกรม (คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)
- คุณสุรศักดิ์ มานะวิเศษสุวรรณ (บริษัท Perkin Elmer ประเทศไทย จำกัด)
- Dr. Rod Lefroy (Centre International de Agricultura Tropical, Lao PDR)
- Dr. Roland Poss (Institut de Recherche pour le Developpement, France)
- Dr. Robert Simmons (กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์)

หน่วยงานที่ได้กรุณาให้คณะนักวิจัยเข้าไปสำรวจเก็บข้อมูลห้องปฏิบัติการ ได้แก่

- ฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1
- ฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2
- ฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3
- ฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4
- ฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5
- ฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6
- ฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7
- ฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8
- ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4
- ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 5
- ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 6
- ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 11
- ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 12
- ภาควิชาพฤกษศาสตร์และอนุรักษณ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
- ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- ศูนย์ศึกษาต้นข้าวและพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- สำนักงานวิจัยพืชผลองและห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
- ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
- ศูนย์ปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะวิทยาศาสตร์การเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

หน่วยงานที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์สถานที่หรือสนับสนุนการจัดประชุมและสัมมนา ได้แก่

- ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
- สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต
- กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- บริษัท Perkin Elmer (ประเทศไทย) จำกัด

คณะนักวิจัยใคร่ขอขอบพระคุณบุคคลและหน่วยงานที่สละเวลามอบพื้นที่เป็นอนุสาวรีย์ที่ได้กรุณาช่วยเหลือสนับสนุน

ให้การดำเนินงานของโครงการฯ บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้

บทคัดย่อ

ห้องปฏิบัติการเป็นกุญแจสำคัญที่จะทำให้นโยบายการปรับเปลี่ยนแปลงการใช้ปุ๋ยของเกษตรกรก้าวไปสู่เทคโนโลยีการปรับปรุงตามผลการวิเคราะห์ดินและพืช ซึ่งจะช่วยให้การใช้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพดีขึ้น ลดต้นทุนการผลิต และลดทำลายทรัพยากรดินในระยะยาว ประเทศไทยมีห้องปฏิบัติการที่ให้บริการวิเคราะห์ดินและพืชกระจายอยู่ตามภูมิภาคต่างๆ กว่า 30 แห่ง แต่ห้องปฏิบัติการเหล่านั้นยังขาดการประกันคุณภาพในระดับที่เชื่อถือได้ จึงได้มีการจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชขึ้น เพื่อผลักดันให้ห้องปฏิบัติการที่เป็นสมาชิกนําระบบประกันคุณภาพมาได้ วิธีวิเคราะห์ที่กันมาตรฐานเดียวกัน และสามารถให้คำแนะนำการปรับปรุงตามผลการวิเคราะห์ได้ ขณะนี้มีห้องปฏิบัติการต่างๆ สนใจเข้าร่วมโครงการมากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนที่ได้อยู่ทั่วประเทศ เพื่อความสะดวกในการดำเนินการทางโครงการฯ ได้แบ่งเครือข่ายออกเป็น 2 ระดับ คือเครือข่ายหลักและเครือข่ายเสริม เครือข่ายหลักประกอบด้วย 6 ห้องปฏิบัติการ ส่วนเครือข่ายเสริมประกอบด้วย 18 ห้องปฏิบัติการ

จากการสำรวจพบว่า ห้องปฏิบัติการต่างๆ ในประเทศไทยมีความพร้อมในระดับที่ต่างกัน และกระจุกอยู่ตามเมืองใหญ่ของประเทศไทย วิธีการวิเคราะห์ส่วนใหญ่อ้างอิงจากวิธีมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักได้ทดลองใช้ระบบประกันคุณภาพเบื้องต้นโดยจัดทำวิธีมาตรฐานในภาษาอังกฤษ (standard operating procedure) จัดทำแผนภูมิควบคุมคุณภาพ (control chart) ร่วมทดสอบตัวอย่างอ้างอิงภายในเครือข่าย (collaborative test) และทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์กับเครื่องยืนยันชาติ (performance test) โครงการฯ ได้จัดทำตัวอย่างดินอ้างอิงจำนวน 5 ตัวอย่าง และตัวอย่างพืชอ้างอิงจำนวน 1 ตัวอย่าง และจัดทำตัวอย่างอ้างอิงเป็นเครื่องมีดกันหาข้อบกพร่องในการวิเคราะห์และความแปรปรวนของวิธีวิเคราะห์ การวิเคราะห์ pH และอินทรีคาร์บอน มีความแปรปรวนต่ำ ในขณะที่การวิเคราะห์ไนโตรเจน และกำมะถัน มีความแปรปรวนสูง โครงการฯ ได้จัดทำคำรับรองของผลการวิเคราะห์ตัวอย่างอ้างอิงขึ้น และทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริม การทดสอบพบว่า ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมส่วนใหญ่ยังขาดความถูกต้อง หรือขาดความแม่นยำ สำหรับห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลัก ซึ่งเข้าร่วมทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์กับเครือข่ายห้องปฏิบัติการนานาชาติพบว่าประสิทธิภาพการวิเคราะห์มีความแปรปรวนสูงในบางห้องปฏิบัติการ

โครงการฯ ได้จัดทำคู่มือมาตรฐานสำหรับบริการวิเคราะห์ดินและพืช คู่มือการประกันคุณภาพและบริหารห้องปฏิบัติการ และฐานข้อมูลเพื่อการแปลผลการวิเคราะห์พืชขึ้น เพื่อให้ห้องปฏิบัติการต่างๆ ในเครือข่ายฯ ทั้งระยะสั้น และยกระดับมาตรฐานคุณภาพในการบริการให้อยู่ในระดับเดียวกัน โครงการฯ ได้จัดอบรมเชิงปฏิบัติการขึ้น 3 ครั้ง ในระดับพื้นที่ห้องปฏิบัติการต่างๆ มีความสนใจร่วมกัน และจัดสัมมนานักวิชาการด้านการวิเคราะห์ดินและพืชขึ้น 2 ครั้ง เพื่อระดมความคิดเห็นในเรื่องการจัดทำวิธีมาตรฐานในการวิเคราะห์ และการแปลผลการวิเคราะห์



Abstract

Soil and plant analytical laboratories are an important key for changing fertilization practice from using standard methods to nutrient arrangement according to the soil and plant analyses. The change will increase efficiency of the fertilizer uses, decreased the cost of the production and will not destroy soil resources in long term. There are more than 30 laboratories in Thailand, which running service in soil and plant analyses. These laboratories do not introduce satisfactory quality assurance system. This led to establishment of this project - soil and plant analytical laboratory network. The network aim at assist laboratory members on establishment of quality assurance, standardization of analytical methods, and establishment of fertilizer recommendation based on results of the analyses. More than half of these laboratories interested in participating the network. The network was divided into core laboratories and supportive laboratories, which were comprise of six and eighteen laboratories respectively.

The survey on those soil and plant analytical laboratories found that they were located in the big cities and using different methods of analyses. Most of the methods were derived from the standard methods of America. The core laboratories were carried out principle quality control system, such as producing standard operating procedures and control charts, participating in collaborative test and performance test. The project prepared one plant and five soil reference materials. The reference materials were use as a tool for the fault of the analyses and the variation of the methods. As a result, the pH and organic carbon of soil reference materials had the low variation, but the sodium and sulfate contents had the high variation.

The project produced certified values of reference materials from analytical results of the core laboratories. The reference materials were distributed to the supportive laboratories for performance test. The test was found that most of the laboratories lacked of accuracy and precision. The core laboratories participated in a performance test program, running by an international laboratory network. The test results had high variation in some laboratories.

The soil and plant analytical laboratory network project produced a handbook for reference methods for soil and plant analyses, a handbook for quality assurance and laboratory management, and database for interpretation of plant analyses. This network project also organized three workshop and two seminars. The workshop was organized for staff of core and supportive laboratories, to improve their knowledge and skill on the analyses of soil and plant. The seminars was organized for finding solution for selection of reference methods and interpretation of soil and plant analyses.



Executive Summary

โครงการ : การจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช

คณะนักวิจัย :	ผศ.ดร. สมศักดิ์ มณีพงษ์	รศ.ดร. พิชัย แสนจันทร์
	ดร. นันทนา ชื่นอ้อม	คุณศิริวิทย์ บุญสุข
	คุณไพรัตน์ เหล็กทอง	คุณวรวงศนา สรวงบัว
	คุณเนรมณี สุวรรณโณ	คุณเสาวณีตา ลิปิยมงคล
	คุณสุวรรณี ภูษกรภาพ	คุณณรงค์พงษ์ บูระณะพงษ์

ระยะเวลาดำเนินการ : 1 มกราคม 2546 – 30 มิถุนายน 2547

ปฏายเป็นปัจจัยการผลิตพืชที่สำคัญปัจจัยหนึ่ง ถึงแม้ประเทศไทยจะเป็นประเทศที่ผลิตสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออก แต่ขณะเดียวกันประเทศไทยกำลังนำเข้าปุ๋ยจากต่างประเทศถึงปีละ 26,402.94 ล้านบาท (ข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ปี พ.ศ. 2546) การนำเข้าปุ๋ยของเกษตรกรไทยส่วนใหญ่ยังคงให้วิธีคิดราคาจากประมาณการ หรือใช้ปุ๋ยสูตรสำเร็จที่ทางราชการแนะนำ การใช้น้ำโดยวิธีดังกล่าวติดต่อกันก่อให้เกิดปัญหาความไม่สมดุลย์ของธาตุอาหารในดิน และสิ้นเปลืองปุ๋ยโดยไม่ก่อให้เกิดประโยชน์เท่าที่ควร การวิเคราะห์ดินและพืชจึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยประเมินดินและปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสม ช่วยให้การใช้น้ำมีประสิทธิภาพสูงขึ้นและลดต้นทุนการผลิตลง อย่างไรก็ตามประเทศไทยยังขาดความพร้อมในการให้บริการหลายด้าน ได้แก่ ขาดวิธีมาตรฐานในการวิเคราะห์ ขาดการแปลผลที่เป็นมาตรฐานของระดับ และขาดการประกันคุณภาพผลการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบในระดับประเทศ เป็นต้น การจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการได้รับการยอมรับในหลายประเทศแล้วว่า เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้ โครงการจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชจึงได้จัดตั้งขึ้นด้วยวัตถุประสงค์ดังกล่าว ผลการดำเนินงานของโครงการฯ โดยสังเขปมีดังนี้

1. การจัดหาห้องปฏิบัติการเข้าร่วมเครือข่าย : โครงการได้แบ่งห้องปฏิบัติการในเครือข่ายออกเป็น 2 ระดับ คือ เครือข่ายหลักและเครือข่ายเสริม ตามคำแนะนำของคณะที่ปรึกษาโครงการฯ เครือข่ายหลักประกอบด้วย 6 ห้องปฏิบัติการ ส่วนเครือข่ายเสริมประกอบด้วย 18 ห้องปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการทั้งหมดอยู่ในสังกัดของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์และสถาบันอุดมศึกษาต่าง ๆ
2. การสำรวจห้องปฏิบัติการ : ทางโครงการฯ ได้เดินทางไปสำรวจเก็บข้อมูลความพร้อมและศักยภาพในการให้บริการ รวมทั้งวิถีดำเนินงาน ของห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ทั่วประเทศของประเทศไทย พบว่า ห้องปฏิบัติการต่าง ๆ มีความพร้อมไม่เหมือนกัน โดยสามารถจัดเนนาได้เป็น 3 ระดับ คือ
A. เป็นห้องปฏิบัติการที่สามารถให้บริการวิเคราะห์ได้ทั้งสมบัติพื้นฐานของดิน ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลินทรีย์
B. เป็นห้องปฏิบัติการที่สามารถให้บริการวิเคราะห์ได้เฉพาะสมบัติพื้นฐานของดิน ธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองบางธาตุ

C. เป็นห้องปฏิบัติการที่สามารถให้บริการวิเคราะห์ได้เพียงสมบัติพื้นฐานของดินเท่านั้น

3. การกำหนดวิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืชของประเทศไทย : ทางโครงการฯ ได้จัดสัมมนาขึ้นเพื่อระดมความคิดเห็นในการกำหนดวิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืชของประเทศไทย รวมทั้งการแปลผลการวิเคราะห์เบื้องต้น ระหว่างวันที่ 23-24 พฤษภาคม 2545 ณ กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ ทำให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับประเด็นทั้งสองในระดับหนึ่ง คณะผู้วิจัยได้นำข้อสรุปดังกล่าวมาจัดพิมพ์เป็นคู่มือวิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืช (reference methods) ซึ่งจะจัดพิมพ์เผยแพร่หลังเสร็จสิ้นโครงการฯ
4. การจัดทำตัวอย่างอ้างอิง (reference material) : โครงการฯ ได้จัดทำตัวอย่างอ้างอิงพืช 1 ตัวอย่าง และตัวอย่างอ้างอิงดิน 6 ตัวอย่าง ตามคำแนะนำของคณะที่ปรึกษาโครงการฯ ตัวอย่างอ้างอิงทั้งหมดได้จัดส่งให้ห้องปฏิบัติการต่างๆ ทั้งในเครือข่ายหลักและเครือข่ายเสริมวิเคราะห์เปรียบเทียบ (collaborative test) การวิเคราะห์เปรียบเทียบของเครือข่ายเสริมเป็นกรวิเคราะห์ตามความสมัครใจของห้องปฏิบัติการนั้นๆ และเป็นงานที่นอกเหนือจากที่ระบุไว้ในข้อเสนอโครงการฯ เพื่อให้ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดังกล่าวมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ทางโครงการฯ ได้จัดส่งตัวอย่างอ้างอิงทั้งหมดไปให้ห้องปฏิบัติการที่นำเชื้อถือในประเทศและต่างประเทศอย่างละ 1 แห่ง ทำการวิเคราะห์แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่าย หลังสิ้นสุดโครงการฯ จะแจกจ่ายตัวอย่างอ้างอิงให้ห้องปฏิบัติการต่างๆ ที่เข้าร่วมเครือข่ายใช้ประโยชน์ต่อไป
5. การติดตามประเมินผลการวิเคราะห์ตัวอย่างอ้างอิงสำหรับห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลัก : หลังจากส่งตัวอย่างอ้างอิงให้แก่ห้องปฏิบัติการต่างๆ ในเครือข่ายหลักแล้ว ได้ทิ้งเวลาแก่ห้องปฏิบัติการระยะหนึ่ง (ประมาณ มิถุนายน - ธันวาคม 2545) จากนั้นนำผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการต่างๆ มาเปรียบเทียบกัน พบว่าข้อมูลมีความแปรปรวนค่อนข้างสูง และรูปแบบความแปรปรวนหลายอย่าง โดยเฉพาะการวิเคราะห์ที่ต้องใช้เครื่อง atomic absorption spectrophotometer (AAS) ทางโครงการฯ จึงได้ทำการทดสอบเครื่อง AAS ที่ห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งในเครือข่ายหลักใช้งานอยู่เห็นหัวข้อต่อไปนี้
 - Base-line shift : ไม่พบปัญหา
 - Sensitivity shift : เมื่อวิเคราะห์ตัวอย่างไม่ 10 ตัวอย่าง พบว่า ความไวของเครื่องเปลี่ยนแปลงเฉลี่ย 3.7 % ยกเว้นบางห้องปฏิบัติการที่พบการเปลี่ยนแปลงไม่มากอย่างผิดปกตินั้นบางราย
 - Signal stability : เครื่อง AAS ของห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มีความแปรปรวนของสัญญาณต่ำกว่า 2% (%CV) ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้
 - Precision of standard : กราฟมาตรฐานของห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มีค่า square of error มากกว่า 0.999 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้
 - Sensitivity : ความไวของเครื่อง AAS มีความแปรปรวนระหว่างห้องปฏิบัติการมากที่สุด เนื่องจากเส้นตัวแปรที่ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง แต่ไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่าสาเหตุให้ผลการวิเคราะห์มีความแปรปรวนตามไปด้วย
 - Calibration curve : ทางโครงการฯ ได้ทำการเปรียบเทียบกราฟมาตรฐานของห้องปฏิบัติการต่างๆ โดยใช้ Quadratic equation เป็นสมการอ้างอิงพบว่า ผลการคำนวณในช่วงกราฟเป็นเส้นตรงไม่

แตกต่างหากนัก แต่ผลการคำนวณในสักรูปเป็นเส้นโค้งพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ในบางห้องปฏิบัติการ

- 6 การดำเนินงานกระบวนการประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการ : การดำเนินงานด้านการประกันคุณภาพในระดับเริ่มต้น ซึ่งอยู่ในระดับเตรียมการเข้าสู่ระบบการประกันคุณภาพเต็มรูปแบบตามมาตรฐาน ISO 17025 โครงการฯ ได้กำหนดให้ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักทั้ง 6 ห้องปฏิบัติการ ดำเนินงานตาม Guidelines for Quality Management in Soil and Plant Laboratories ซึ่งจัดทำโดย International Soil Reference and Information Center (ISRIC) ร่วมกับ Food and Agriculture Organization (FAO) อย่างไรก็ตามทุกห้องปฏิบัติการจะต้องดำเนินการในเรื่องต่อไปนี้
 - 6.1 จัดทำแผนภูมิควบคุมคุณภาพ (quality control chart) : ทุกครั้งที่มีการวิเคราะห์ดินหรือพืช ต้องปฏิบัติตามระบอบวิธีวิเคราะห์ตัวอย่างอ้างอิงร่วมด้วย และนำข้อมูลทีวิเคราะห์ได้มาเขียนกราฟและตรวจสอบความผิดปกติที่เกิดขึ้น
 - 6.2 จัดทำ Standard Operating Procedure (SOP) หรือ Work Instruction (WI) : ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักจะต้องจัดทำ SOP จากวิธีวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการนั้นๆ และวิเคราะห์ตามวิธีวิเคราะห์ใน SOP อย่างเคร่งครัด เพื่อให้การวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการนั้นๆ มีความสม่ำเสมอ
 - 6.3 สอบเทียบผลวิเคราะห์วิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการ (collaborative test) : โครงการฯ ได้กำหนดให้ห้องปฏิบัติการทั้ง 6 ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักต้องวิเคราะห์ตัวอย่างอ้างอิงเดียวกัน หากพบผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการใด ต่างไปจากผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอื่นๆ ซึ่งเป็นข้อบ่งชี้เบื้องต้นว่าจะเกิดความผิดปกติขึ้นนั้นขั้นตอนที่ขั้นตอนใดของการวิเคราะห์ ห้องปฏิบัติการนั้นจะต้องแจ้งในภาษาเหตุ และดำเนินการแก้ไข
 - 6.4 การเทียบประสิทธิภาพการวิเคราะห์กับเครื่องในห้องปฏิบัติการนานาชาติ (performance test) : โครงการฯ ได้สมัครเป็นสมาชิกของ Wageningen Evaluating Programme for Analytical Laboratory (WEPAL) ตั้งแต่เดือนกันยายน 2545 WEPAL ได้กำหนดให้สมาชิกต้องดำเนินการทดสอบตัวอย่างอิสระ 4 ครั้ง ตัวอย่างที่ได้รับแต่ละครั้งเพียงพอสำหรับทดสอบเพียง 1 ห้องปฏิบัติการเท่านั้น ดังนั้น เมื่อได้รับตัวอย่างแต่ละครั้ง โครงการฯ จึงต้องหมุนเวียนให้ห้องปฏิบัติการต่างๆ ทดสอบครั้งละ 1 ห้องปฏิบัติการ
 - 6.5 การจัดทำคู่มือประกันคุณภาพ : ทางโครงการได้จัดทำคู่มือประกันคุณภาพขึ้นโดยยึดหลักโครงการ Guidelines for Quality Management in Soil and Plant Laboratories ซึ่งจัดทำโดย International Soil Reference and Information Center (ISRIC) ร่วมกับ Food and Agriculture Organization (FAO) เนื่องจากพื้นที่ดำเนินการในบางสีกส่วนนี้สามารถนำไปปฏิบัติได้ง่าย

7. การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการและสัมมนา : โครงการฯ ได้จัดอบรมเชิงปฏิบัติการให้แก่เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายรวม 3 ครั้ง คือ

ครั้งที่ 1 จัดอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง "ความรู้พื้นฐานด้านการวิเคราะห์ดิน" ระหว่างวันที่ 25-29 มีนาคม 2545 ณ ฝ่ายเครื่องมือวิทยาศาสตร์กลาง สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ โดยมีผู้เข้าอบรมเป็นเจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมจำนวน 14 คน และสาธาณกรรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว จำนวน 6 คน โดยได้รับการสนับสนุนงบประมาณส่วนหนึ่งจาก Institut de Recherche pour le Developpement (IRD) ประเทศฝรั่งเศส และได้รับการสนับสนุนวิชาการจาก Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR)

ครั้งที่ 2 จัดอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง "การประยุกต์ใช้ atomic absorption spectrophotometry (AAS) เพื่อการวิเคราะห์ดิน และพืช" ระหว่างวันที่ 16-20 ธันวาคม 2545 ณ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และฝ่ายวิเคราะห์แล็บบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 เชียงใหม่ โดยมีผู้เข้าอบรมเป็นเจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมจำนวน 23 คน ในการจัดอบรมครั้งนี้ทางโครงการฯ ได้รับการสนับสนุนวิชาการจากบริษัท Perkin Elmer (ประเทศไทย) จำกัด และได้รับการสนับสนุนอุปกรณ์และสถานที่จากหน่วยงานที่เป็นเจ้าของสถานที่

ครั้งที่ 3 จัดอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง "เครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อการจัดการข้อมูลห้องปฏิบัติการ" ระหว่างวันที่ 26-30 เมษายน 2547 ณ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยมีผู้เข้าอบรมเป็นเจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมจำนวน 14 คน ในการจัดอบรมครั้งนี้ทางโครงการฯ ได้รับการสนับสนุนอุปกรณ์และสถานที่จากหน่วยงานที่เป็นเจ้าของสถานที่

นอกจากการอบรมเชิงปฏิบัติการแล้ว ทางโครงการฯ ยังได้จัดสัมมนาเรื่อง "การแลกเปลี่ยนวิเคราะห์ดิน และพืช" ระหว่างวันที่ 27-28 พฤษภาคม 2547 ณ สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กรุงเทพฯ โดยมีผู้เข้าร่วมสัมมนาทั้งจากนักวิชาการ ราชการ นักศึกษา และผู้สนใจทั่วไป ประมาณ 72 คน

8. การประสานงานและสร้างความร่วมมือกับองค์กรต่างประเทศ : ตลอดระยะเวลาที่ดำเนินโครงการฯ ทางโครงการฯ ได้ประสานงาน สร้างความร่วมมือ รวมทั้งขอรับความช่วยเหลือจากองค์กรต่างประเทศหลายองค์กร ได้แก่

- Institut de Recherche pour le Developpement (IRD) ประเทศฝรั่งเศส ทางโครงการฯ ได้รับการสนับสนุนด้านวิชาการและงบประมาณส่วนหนึ่งในการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการครั้งนี้และจากหน่วยงานนี้ และยังได้ขอรับความช่วยเหลือด้านที่ปรึกษาทางวิชาการด้วย

- Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) ทางโครงการฯ ได้ให้การสนับสนุนด้านวิชาการด้านการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการครั้งแรกจากหน่วยงานนี้ และยังได้ขอรับความช่วยเหลือด้านสืบรักษาทางวิชาการด้วย
- Wageningen Evaluating Programmes for Analytical Laboratories (WEPAL) ประเทศเนเธอร์แลนด์ ได้สมัครเป็นสมาชิกของ WEPAL และเข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ ที่ WEPAL จัดขึ้นตั้งแต่เดือนกันยายน 2546 จนถึงปัจจุบัน กิจกรรมหลักที่ WEPAL จัดทำมีคือการทดสอบประสิทธิภาพห้องปฏิบัติการ (performance test) ปีละ 4 ครั้ง ซึ่งห้องปฏิบัติการทั้ง 6 ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักหมุนเวียนกันทดสอบ
- Center de Cooperation Internationale en Recherche Agronomique pour le Developpement (CIRAD) ทางโครงการฯ ได้ขอรับความช่วยเหลือด้านที่ปรึกษาทางวิชาการ และจัดส่งตัวอย่างอ้างอิงไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการของหน่วยงานนี้
- International Soil Reference and Information Center (ISRIC) ประเทศเนเธอร์แลนด์ ทางโครงการฯ ได้ขอรับความช่วยเหลือด้านที่ปรึกษาทางวิชาการจากหน่วยงานนี้



สารบัญ

บทที่ 1	บทนำ	
	• ความสำคัญ ของการวิเคราะห์ดินและพืชต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำ	1
	• บทบาทและความสำคัญของเครือข่ายห้องปฏิบัติการ	3
	• ความจำเป็นในการมีวิธียมาตรฐานและการแปลผลวิเคราะห์เบื้องต้น	4
	• ความจำเป็นในการพัฒนาทักษะของนักวิเคราะห์	7
	• ความจำเป็นในการประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการ	8
	• การติดต่อสื่อสารระหว่างนักวิจัย และการเผยแพร่กิจกรรมของโครงการ	10
	• การสร้างความร่วมมือระหว่างเครือข่ายหลักกับเครือข่ายเสริม	12
	• การประสานงานและการสร้างความร่วมมือกับองค์กรต่างประเทศ	13
	• ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากโครงการ	15
	• เอกสารอ้างอิง	16
บทที่ 2	การจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช	
	• ความเป็นมาและความสำคัญของกรจัดตั้งเครือข่าย	19
	• รูปแบบของเครือข่าย	22
	• ตัวอย่างเครือข่ายห้องปฏิบัติการในต่างประเทศ	24
	• กิจกรรมและความร่วมมือของสมาชิกในเครือข่าย	26
	• บทบาทของเครือข่ายต่อการปฏิบัติการใช้น้ำของประเทศ	28
	• ประโยชน์ของเครือข่ายต่อการพัฒนาเทคโนโลยีของประเทศ	30
	• เอกสารอ้างอิง	30
บทที่ 3	การสำรวจประเมินห้องปฏิบัติการ	
	• คำนำ	32
	• วัตถุประสงค์	32
	• วิธีการศึกษา	33
	• ผลการดำเนินงาน	34
	• การประเมินศักยภาพในภาพรวม	49
	• สรุปผลการดำเนินงาน	50
	• เอกสารอ้างอิง	50

บทที่ 4	การจัดทำตัวอย่างอ้างอิงดินและพืช	
	• นิยามของวัสดุอ้างอิง	51
	• ชนิดของวัสดุอ้างอิง	51
	• ความสำคัญของตัวอย่างอ้างอิงในการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ	52
	• การเตรียมตัวอย่างดินอ้างอิง	52
	• การเตรียมตัวอย่างพืชอ้างอิง	54
	• การทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่าง	55
	• แนวทางในการแก้ปัญหาในภาคปฏิบัติ	58
	• ค่าวิเคราะห์รับรองของตัวอย่างอ้างอิง	58
	• สรุป	62
	• เอกสารอ้างอิง	62
บทที่ 5	การประกันคุณภาพของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลัก	
	• คำนำ	83
	• การจัดทำเอกสารคุณภาพประจำห้องปฏิบัติการ	84
	• การจัดทำแผนภูมิควบคุมคุณภาพ	85
	• การรวมทดสอบ	87
	• การทดสอบประสิทธิภาพ	91
	• สรุป	102
	• เอกสารอ้างอิง	102
บทที่ 6	การทดสอบเครื่อง atomic absorption spectrophotometer ระหว่างห้องปฏิบัติการ	
	• คำนำ	104
	• วัตถุประสงค์และวิธีการ	108
	• ผลการทดสอบและวิจารณ์ผล : ผลการทดสอบครั้งที่ 1	108
	• ผลการทดสอบและวิจารณ์ผล : ผลการทดสอบครั้งที่ 2	117
	• ปัญหาในการใช้เครื่อง	123
	• ความแตกต่างระหว่างมือ	126
	• สรุป	128
	• เอกสารอ้างอิง	127

บทที่ 7	การทดสอบประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริม	
•	คำนำ	128
•	วิธีการทดสอบ	128
•	ผลการทดสอบประสิทธิภาพ	129
•	สรุปและข้อคิดเห็น	147
บทที่ 8	การจัดทำคู่มือวิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืช	
•	ความจำเป็นในการจัดทำวิธีมาตรฐาน	148
•	ขั้นตอนการจัดทำ	149
•	ผลการจัดทำ	149
•	สรุป	151
•	เอกสารอ้างอิง	151
บทที่ 9	การจัดทำคู่มือประกันคุณภาพและการบริหารห้องปฏิบัติการ	
•	ความสำคัญและวัตถุประสงค์ของการจัดทำ	152
•	วิธีการจัดทำ	153
•	ส่วนประกอบของคู่มือ	153
•	สรุปผลการจัดทำ	155
•	เอกสารอ้างอิง	155
บทที่ 10	การจัดทำฐานข้อมูลแปลผลวิเคราะห์พืช	
•	คำนำ	156
•	วิธีการจัดทำ	158
•	การเผยแพร่	163
•	สรุป	165
•	เอกสารอ้างอิง	165
บทที่ 11	การถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยี	
•	คำนำ	166
•	วัตถุประสงค์	167
•	การประเมินเชิงปฏิบัติการ	167
•	การสัมมนาวิชาการ	177
•	สรุป	181

ภาคผนวก 1

- แบบสำรวจห้องปฏิบัติการ 182
- ผลการสำรวจห้องปฏิบัติการ : เครื่องมือหลัก 200
- ผลการสำรวจห้องปฏิบัติการ : เครื่องมือเสริม 211
- รายชื่อผู้เข้าร่วมอบรม วิทยากร และผู้เข้า ร่วมสัมมนาวิชาการร่วมกับทางโครงการ 237

ภาคผนวก 2

- ตัวอย่าง SOP ของห้องปฏิบัติการภาควิทยาศาสตร์บริการดินและสิ่งแวดล้อม, คณะผลิตกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
- ตัวอย่าง SOP ของห้องปฏิบัติการงานวิเคราะห์และสิ่งแวดล้อม, สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
- ตัวอย่าง SOP ของห้องปฏิบัติการหน่วยบริการใต้ประโปชน์เครื่องมือ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
- ตัวอย่าง SOP ของห้องปฏิบัติการสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ภาคผนวก 3

- ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิและ การปรับแผนดำเนินงานหรือค่าชี้แจง สำหรับการประชุมเชิงความรู้หน้าในย่อย 6 เดือน
- สรุปผลการประเมินร่างงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ และความคิดเห็นเพิ่มเติม
- เอกสารประกอบการสัมมนา เรื่อง “จากงานวิจัยสู่งานจัดการธาตุอาหารลุ่มสุโขทัย” 25 – 28 มีนาคม 2548 จัดโดยสมาคมที่ชลประทานแห่งชาติไทย โรงแรมแกรนด์ไฮแอท กรุงเทพฯ
- มทคตรวจเรื่อง การจัดทำตัวอย่างอ้างอิงสำหรับ “การวิเคราะห์ดิน” การประชุมสหวิทยาการครั้งที่ 43 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 1 – 4 กุมภาพันธ์ 2548 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ
- มทคติดต่อเรื่อง “การร่วมทดสอบตัวอย่างอ้างอิงของเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช (Collaborative test of Reference Materials within Soil and Plant Analytical Laboratory Network)” การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5 26 – 29 เมษายน 2548 ณ โรงแรมวอลดอล์ฟอมเนียลท์ ชลบุรี

- บทความเรื่อง "การทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ดินและพืชของห้องปฏิบัติการ
ในประเทศไทย (Performance Test for Soil and Plant Analysis of Thai
Laboratories) การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 5 26 - 29 เมษายน 2548
ณ โรงแรมเวสต์คัมคอมเดียนบีช ชลบุรี
- บทความเรื่อง "การจัดทำฐานข้อมูลแปลผลวิเคราะห์พืช (Database
establishment for the interpretation of plant analysis results)" การประชุม
วิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 5 26 - 29 เมษายน 2548 ณ โรงแรมเวสต์คัมคอม
เดียนบีช ชลบุรี
- ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนได้ กิจกรรมที่ดำเนินการ และผล
ที่ได้รับตลอดโครงการ



- ความสำคัญของการวิเคราะห์ดินและพืชต่อประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย
- บทบาทและความสำคัญของเครือข่ายห้องปฏิบัติการ
- ความจำเป็นในการมีวิธียามาตรฐานและการแปลผลวิเคราะห์เบื้องต้น
- ความจำเป็นในการพัฒนาทักษะของนักวิเคราะห์
- ความจำเป็นในการประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการ
- การติดต่อสื่อสารระหว่างนักวิจัย และการเผยแพร่กิจกรรมของโครงการ
- การสร้างความร่วมมือระหว่างเครือข่ายหลักกับเครือข่ายเสริม
- การประสานงานและการสร้างความร่วมมือกับองค์กรต่างประเทศ
- ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากโครงการ
- เอกสารอ้างอิง

1. ความสำคัญของการวิเคราะห์ดินและพืชต่อประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย

ปุ๋ยเป็นปัจจัยการผลิตที่มีต้นทุนในสัดส่วนที่สูงสำหรับการผลิตพืชทุกชนิด ประเทศไทยจำเป็นต้องนำเข้าปุ๋ยเคมีจากต่างประเทศปีละหลายล้านบาท ถึงแม้ในปัจจุบัน ประเทศไทยสามารถผลิตปุ๋ยบางส่วนได้เอง ในปี พ.ศ. 2536 ประเทศไทยนำเข้าปุ๋ยเพียง 1,548,765 ตัน แต่ได้เพิ่มขึ้นเป็น 3,561,593 ตัน ในปี พ.ศ. 2542 โดยคิดเป็นมูลค่าการค้านำเข้าสูงถึง 17,189.93 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2543) ดังนั้นเกษตรกรของไทยจำเป็นต้องพัฒนาเทคนิคและวิธีการใช้ปุ๋ยให้คุ้มค่าต่อการลงทุน ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อมในระยะยาว การใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว เกษตรกรจำเป็นต้องทราบผลการวิเคราะห์ดินและพืช แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปประกอบกับข้อมูลอย่างอื่น เพื่อการตัดสินใจในการใช้ปุ๋ย ความถูกต้องแม่นยำในการใช้ปุ๋ยขึ้นกับปริมาณข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจ ระดับความแม่นยำและปริมาณข้อมูลที่ต้องการกางแบ่งได้เป็น 5 ระดับ ดังนี้

1. การคาดคะเน (guess) เกษตรกรไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลมากนักในการตัดสินใจใช้ปุ๋ยโดยวิธีนี้ ส่วนใหญ่มักคาดคะเนจากประสบการณ์ เช่น เคยใช้ปุ๋ยชนิดใดได้ผลก็ใช้ชนิดนั้นติดต่อกัน เป็นต้น การใช้ปุ๋ยในลักษณะนี้มักก่อให้เกิดปัญหาความไม่สมดุลของธาตุอาหารพืช และการสูญเปล่าของธาตุอาหาร
2. การใช้ปุ๋ยตามสูตรแนะนำ (standard recommendation) กระทรวงเกษตรของหลายประเทศรวมทั้งประเทศไทยได้จัดทำปุ๋ยสูตรสำเร็จพื่อแนะนำเกษตรกรตามชนิดพืช และประเภทของดินอย่างกว้างๆ วิธี การใช้ปุ๋ยแบบนี้ได้รับการแนะนำส่งเสริมจากเจ้าหน้าที่รัฐมาเป็นเวลานาน ทำให้เกษตรกรไทยรู้จักการใช้ปุ๋ยโดยวิธีนี้ค่อนข้างดี การใช้ปุ๋ยสูตรแนะนำติดต่อกันเป็นเวลานานมักเกิดปัญหาความไม่สมดุลของธาตุอาหาร

ธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอาจสะสมในดินในระดับที่สูงมาก ในขณะที่ธาตุรองและจุลธาตุ (ธาตุอาหารเสริม) ถูกพืชนำไปใช้ในดินในระดับที่ไม่เพียงพอ ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชจึงไม่ใช่ธาตุอาหารหลัก (N, P, K) อีกต่อไป การใช้ปุ๋ยสูตรเต็มซ้ำๆ จึงจะให้เกิดการสูญเปล่า และเกษตรกรได้รับผลตอบแทนไม่คุ้มค่ากับการลงทุน

3. การใช้ปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์ดินและการแปลผลเบื้องต้น การใช้ปุ๋ยวิธีนี้เกษตรกรจำเป็นต้องทราบค่าวิเคราะห์ดิน แล้วนำค่าวิเคราะห์ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ทั่วไป (rating) ของธาตุอาหารชนิดนั้นๆ การใช้ปุ๋ยวิธีนี้ช่วยให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยตรงตามชนิดและปริมาณของธาตุอาหารที่พืชต้องการมากขึ้น หน่วยงานภาครัฐของหลายประเทศ รวมทั้งประเทศไทย ได้พยายามผลักดันให้เกษตรกรหันมาใช้วิธีการนี้ เกษตรกรในข้อ 1 และ 2 มากขึ้น
4. การใช้ปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์ดินที่เฉพาะเจาะจงตามชนิดของพืช พืชแต่ละชนิดอาจมีความต้องการธาตุอาหารในปริมาณและสัดส่วนที่ต่างกัน ผลการวิเคราะห์ดินที่เหมือนกัน อาจจำเป็นต้องใช้ปุ๋ยต่างกันตามชนิดของพืชที่ปลูก ทั้งนี้เพราะพืชแต่ละชนิดต้องการธาตุอาหารแตกต่างกัน เช่น ความต้องการธาตุอาหารหลักของยางพาราและปาล์มน้ำมันเมื่อคำนวณจากธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิต พบว่า พืชทั้งสองต้องการไนโตรเจนในระดับใกล้เคียงกัน แต่ปาล์มน้ำมันต้องการธาตุโพแทสเซียมสูงกว่ายางพารามาก (ตารางที่ 1-1) การแนะนำให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยโดยวิธีนี้ หน่วยงานของรัฐจำเป็นต้องมีผลงานวิจัยด้านการใช้ปุ๋ยเฉพาะเจาะจงต่อพืชทุกชนิดที่ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูก

ตารางที่ 1-1 ปริมาณธาตุอาหารหลักเฉลี่ยที่สูญเสียไปกับผลผลิตในกรณีของยางพาราและปาล์มน้ำมันในแต่ละปี ยางพาราคำนวณโดยใช้ค่าระยะปลูก 3x7 ตารางเมตร ส่วนปาล์มน้ำมันคำนวณโดยใช้ค่าผลผลิต 2 ตันปี (หน่วย kg-ธาตุอาหาร/ไร่) (ข้อมูลคัดแปลงจาก : ยงยุทธ โอสถสภาก, 2547)

ธาตุอาหาร	ยางพารา	ปาล์มน้ำมัน
ไนโตรเจน	5.81	5.88
ฟอสฟอรัส	0.50	0.88
โพแทสเซียม	1.60	7.42

5. การใช้ปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์ดินที่เฉพาะเจาะจงตามชนิดของพืชและสมบัติของดิน ถึงแม้ค่าวิเคราะห์ดินเท่ากัน เกษตรกรปลูกพืชชนิดเดียวกัน แต่หากสมบัติของดินแตกต่างกันอาจทำให้ต้องใช้ปุ๋ยในอัตราที่ต่างกัน โดยเฉพาะปุ๋ยฟอสฟอรัส ดังนั้นเมื่อมีข้อมูลของดินมาประกอบการตัดสินใจ ย่อมทำให้การใช้ปุ๋ยมีความแม่นยำมากขึ้น การตัดสินใจใช้ปุ๋ยในระดับนี้มีการคำนวณที่ซับซ้อน และต้องวิจัยข้อมูลจำนวนมาก การตัดสินใจจึงมักจำเป็นต้องใช้โมเดลคอมพิวเตอร์เข้าช่วย ตัวอย่างการแนะนำการใช้ปุ๋ยโดยอาศัยข้อมูลทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ การแนะนำการจัดการธาตุอาหารพืชของวิคตอโรไลนาเหนือประเทศอเมริกา (Cooperative Extension Service, Clemson University, 2001) โดยแบ่งดินของรัฐนี้ออกเป็น 6 กลุ่ม แล้วแนะนำอัตราปุ๋ยที่ใช้ตามชนิดของพืช และผลการวิเคราะห์ดิน (ตารางที่ 1-2)

ตารางที่ 1-2 ตัวอย่างการแนะนำการวิจัยสำหรับฝ้ายที่ปลูกในสามดิน 1 2 หรือ 3 ตามผลการวิเคราะห์ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ของรัฐแคลิฟอร์เนียเพื่อประเทศอเมริกา (N - P₂O₅ - K₂O pounds/acre)

ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม			
	Low	Medium	High	Very High
Very Low	70-140-100	70-140-60	70-140-0	70-140-0
Low	70-100-100	70-100-60	70-100-0	70-100-0
Medium	70-60-100	70-60-60	70-60-0	70-60-0
High	70-0-100	70-0-60	70-0-0	70-0-0
Very High	70-0-100	70-0-60	70-0-0	70-0-0

การวิเคราะห์ดินเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะช่วยให้เกษตรกรสามารถใช้ปุ๋ยได้ตามความต้องการของพืช ถึงแม้ปัจจุบันประเทศไทยยังมีข้อมูลของพืชและกลุ่มชุดดินไม่พร้อมที่จะให้บริการแก่เกษตรกร แต่การเปลี่ยนจากวิธีใช้ปุ๋ยสูตรแนะนำ เป็นการวิจัยตามผลการวิเคราะห์ดินพร้อมกับการแปลผลเบื้องต้น ย่อมช่วยให้การใช้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพมากขึ้นในระดับหนึ่ง และไม่ทำลายทรัพยากรดินในระยะยาว การส่งเสริมให้เกษตรกรหันมาใช้ปุ๋ยโดยวิธีนี้ ประเทศไทยจำเป็นต้องพัฒนาศักยภาพด้านบริการการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืชแก่เกษตรกร เพื่อให้เกษตรกรสามารถพัฒนาวิธีใช้ปุ๋ยไปสู่เทคโนโลยีที่ดีขึ้น และนำไปสู่การลดต้นทุนการผลิต

2. บทบาทและความสำคัญของเครือข่ายห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการได้รับการคาดหวังให้เป็นเครื่องมือสำคัญในการดำเนินงานใด ๆ ก็ตาม ที่ต้องได้รับความรู้และเทคโนโลยีในระดับสูง เพราะห้องปฏิบัติการเป็นกลไกที่ทำหน้าที่ผลิตข้อมูลซึ่งจำเป็นต่อการตัดสินใจ การดำเนินงานอย่างเอกเทศของห้องปฏิบัติการมักสร้างปัญหาหลายอย่างให้แก่ผู้ใช้ข้อมูล เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งไม่สอดคล้องกัน ถึงแม้ห้องปฏิบัติการจะพยายามควบคุมคุณภาพผลงานของตนเอง แต่สามารถทำได้เพียงควบคุมให้ผลการวิเคราะห์ที่มีความแม่นยำเท่านั้น ไม่สามารถรับประกันได้ว่าผลการวิเคราะห์ถูกต้อง ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันแล้วว่า การรวมตัวเป็นเครือข่ายห้องปฏิบัติการ และช่วยกันตรวจสอบผลการวิเคราะห์อย่างสม่ำเสมอ (collaborative test) หรือจัดตั้งองค์การกลางขึ้นมาตรวจสอบผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่เป็นสมาชิก (performance test หรือ proficiency testing) สามารถช่วยให้ห้องปฏิบัติการที่เป็นสมาชิกของเครือข่ายได้ทราบปัญหาของตนเอง และแก้ไขให้ผลการวิเคราะห์ตรงกับห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ของเครือข่าย ซึ่งจะช่วยให้ผลการวิเคราะห์ของทุกห้องปฏิบัติการถูกต้องตรงกัน

นอกจากการประกันคุณภาพแล้ว เครือข่ายห้องปฏิบัติการยังช่วยสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาทางวิชาการได้เป็นอย่างดี เช่น ร่วมกันจัดทำเอกสารและคู่มือต่างๆ ร่วมกันพัฒนาวิธีวิเคราะห์และเทคโนโลยีใหม่ ๆ รวมทั้งการประชุมหรือสัมมนาเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประสบการณ์ เป็นต้น ในปัจจุบันจึงมีเครือข่ายห้องปฏิบัติการเกิดขึ้นหลายเครือข่ายในต่างประเทศ ได้แก่

- North American Proficiency Testing Program for Soil, Plant and Water Analysis Laboratories (NAPT)

- South Pacific Agricultural Chemistry Laboratory Network (SPACNET)
- Soil and Plant Analytical Laboratory Network of Africa (SPALNA)
- Wageningen Evaluating Programmes for Analytical Laboratories (WEPAL)

3. ความจำเป็นในการมีวิธีมาตรฐานและการแปลผลวิเคราะห์เบื้องต้น

ข้อมูลจากการวิเคราะห์ดินมีความสำคัญอย่างมากต่อเกษตรกรตัดสินใจใช้ปุ๋ยดังที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น วิธีวิเคราะห์ดินที่ใช้อยู่ปัจจุบันแม้จะวิเคราะห์สิ่งเดียวกัน แต่มีวิธีการปฏิบัติที่แตกต่างกันหลายวิธี การวิเคราะห์ด้วยวิธีที่ต่างกันอาจได้ค่าที่แตกต่างกันมาก ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการสื่อสารความเข้าใจ และยากต่อการนำข้อมูลไปส่งเสริมเกษตรกรรวมทั้งพัฒนาเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยในระดับที่สูงขึ้น การตัดสินใจเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่ง หรือเลือกจำนวนวิธีที่ไม่มากนักที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทยจึงเป็นสิ่งจำเป็น ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีวิธีมาตรฐานสำหรับวิธีการวิเคราะห์ดินและพืชเป็นของตนเอง ทั้งวิธีวิเคราะห์และวิธีแปลความหมายค่าวิเคราะห์ ทั้งกฎปฏิบัติการต่างๆ นำวิธีที่ใช้ในประเทศมาใช้ตามที่ห้องปฏิบัติการนั้นๆ เห็นสมควร การรับภาพถ่ายทอดพลาสมาโดยีจากประเทศต่างๆ ก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ห้องปฏิบัติการต่างๆ ในประเทศยังมีวิธีวิเคราะห์และการแปลความหมายค่าวิเคราะห์ที่หลากหลาย ตัวอย่างเช่น การวัด pH ของดินสามารถวัดได้หลายวิธี (ตารางที่ 1-3) ถ้าใช้สารผสม 3 ชนิด อัตราส่วน 3 อัตราส่วน และวิธีผสม 3 วิธี จะพบว่าวิธีการวัด pH มีโอกาสแตกต่างกันได้มากถึง 27 วิธี

ตารางที่ 1-3 ตัวอย่างวิธีวัด pH ของดินที่ห้องปฏิบัติการต่างๆ อาจเลือกใช้

สารที่ใช้ผสม	อัตราส่วน ดิน:สาร	วิธีผสม
น้ำ	1:1	คนด้วยแรงแก้ว
น้ำ	1:2.5	ชงด้วยมือ
น้ำ	1:5	ชงด้วยเครื่อง
1 M KCl	1:1	คนด้วยแรงแก้ว
1 M KCl	1:2.5	ชงด้วยมือ
1 M KCl	1:5	ชงด้วยเครื่อง
0.01 M CaCl ₂	1:1	คนด้วยแรงแก้ว
0.01 M CaCl ₂	1:2.5	ชงด้วยมือ
0.01 M CaCl ₂	1:5	ชงด้วยเครื่อง

การวิเคราะห์ธาตุอาหารที่ชนิดต่างๆ สามารถวิเคราะห์ได้หลายหลายวิธีเช่นเดียวกับการวัด pH ข้อแตกต่างสำคัญที่พบได้คือการวิเคราะห์ที่แปรต่างกันก็คิด การใช้สารละลายสกัดที่แปรต่างกัน (ตารางที่ 1-4) เมื่อห้องปฏิบัติการต่างๆ วิเคราะห์ด้วยวิธีที่แตกต่างกัน จึงมีความเป็นไปได้สูงที่จะได้ค่าตัวเลขที่แตกต่างกัน ทั้งๆ ที่ความเป็นประโยชน์ต่อพืชของธาตุอาหารในดินเท่ากัน ค่าตัวเลขที่ได้จากวิธีต่างกันจึงไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้ และการแปลความหมายค่าวิเคราะห์จึงแตกต่างกันไปตามวิธีสกัด ถึงแม้จะมีผู้พยายามพัฒนาสารละลายสกัดขึ้นมากเป็นจำนวนมาก แต่เป็นการยากที่จะหาสารละลายที่เหมาะสมกับดินทุกชนิด สารละลาย 0.1 M HCl + 0.03 M NH₄F (Bray No. 2) ใช้สกัดฟอสฟอรัสได้ดีใน

ดินกรด แต่ในกรณีของดินต่าง HCl ที่อยู่ในสารละลายสกัดจะทำปฏิกิริยากับต่างที่อยู่ในดิน ทำให้ความสามารถในการสกัดฟอสฟอรัสลดลง ในทางตรงกันข้าม 0.05 M NaHCO₃ pH 8.5 (Olsen) ใช้ได้ดีในดินต่าง ...ความสามารถในการสกัดลดลงในดินกรด การเลือกใช้สารละลายที่เหมาะสมมักใช้วิธีประเมินความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหารที่สกัดได้ด้วยสารละลายนั้นๆ กับปริมาณธาตุอาหารที่พืชดูดไปใช้ Mamo and Haque (1990) ทำการทดลองเปรียบเทียบสารละลายที่ใช้สกัดฟอสฟอรัส 8 ชนิด โดยให้ phasey bean (*Macroptilium lathyroides*) เป็นพืชทดสอบ เขาพบว่าสารละลาย Olsen ให้ค่าความสัมพันธ์สูงที่สุด รองลงมาคือ Warren and Cooke และ Truog ตามลำดับ Aitken et al. (1987) ทำการทดลองเปรียบเทียบสารละลายที่ใช้สกัดโมโรน 8 ชนิด รวมทั้งสารละลายดิน

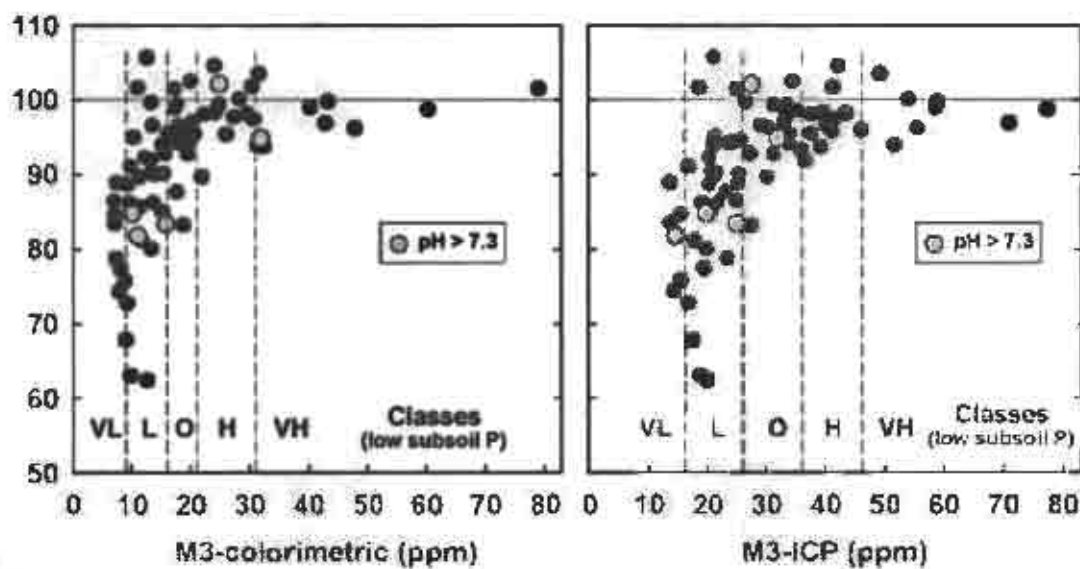
ตารางที่ 1-4 สารละลายสกัดที่ใช้ในการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชในดิน

สารละลาย	ชื่อวิธีหรือผู้เสนอ	ธาตุอาหารที่สกัด
0.025 HCl + 0.03 M NH ₄ F	Bray No. 1	P
0.1 M HCl + 0.03 M NH ₄ F	Bray No. 2	P
0.05 M NaHCO ₃ pH 8.5	Olsen	P
0.05 M HCl + 0.0125 M H ₂ SO ₄	Mehlich 1	P, K, Ca, Mg, Mn, Zn
0.2 M CH ₃ COOH + 0.2 M NH ₄ Cl - 0.015 M NH ₄ F + 0.012 M HCl	Mehlich 2	P
0.2 M CH ₃ COOH - 0.25 M NH ₄ NO ₃ , 0.015 M NH ₄ F + 0.013 M HNO ₃ + 0.001 M EDTA	Mehlich 3	P, K, Ca, Mg, Mn, Zn, Fe, Ca, B
0.0025 M H ₂ SO ₄ adjust to pH 3.0 with (NH ₄) ₂ SO ₄	Truog	P
0.24 M CH ₃ COOH + 0.7 M NaCH ₃ COO pH 4.8	Morgan	P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn, NO ₃ , NH ₄ , SO ₄
0.01 M Ca lactate + 0.02 M HCl	Egner	P
0.3 M HCl	Warren and Cooke	P
2.5% acetic acid	Williams and Stewart	P
0.5 M NH ₄ F in 0.5 M NaHCO ₃ pH 8.5	Dabin	P
0.03 M NH ₄ F + 0.015 M H ₂ SO ₄	Miller and Axley	P
Hot water	Berger and Truog	B
0.01 M CaCl ₂ - 0.05 M mannitol	Carlwright et al.	B
Hot 0.01 M CaCl ₂	Aitken et al.	B
0.001 M CaCl ₂	Heuba	P, K, Mg, B, Fe, Cu, Mn, Zn, NO ₃ , NH ₄ , SO ₄

ที่มา : Tandon, 1996; Jones, 1998; Lindsay and Cox, 1985; Page et al, 1982; Mamo and Haque, 1990; Cox, 1987

โดยใช้ขบวนการเป็นหีซดกลอส. เขาพบค่า น้ำรีกน และ 0.01 M CaCl₂ รีกน ให้ค่าความสัมพันธ์สูงสุด ถึงแม้ว่าผลสองเหล่านี้ให้ประโยชน์อย่างมาก แต่ก็ไม่สามารถรับประกันได้ว่า เมื่อนำไปใช้กับดินและพืชชนิดอื่นแล้ว จะได้ผลเหมือนกัน การเลือกวิธีสกัดด้วยวิธีที่ข้อมูลจากงานวิจัยภายในประเทศ น่าจะเป็นทางเลือกที่เหมาะสมและดีกว่าการที่ข้อมูลของต่างประเทศเพียงอย่างเดียว

ปัจจุบันมีผู้พยายามพัฒนาสารละลายที่สามารถสกัดธาตุอาหารจำนวนหลายธาตุได้พร้อมกันนั้นครั้งเดียว (universal soil extractant) เช่น Mehlich 3, Morgan หรือ AB-DTPA เป็นต้น สารละลายเหล่านี้ต้องสนองต่อเทคโนโลยีการวิเคราะห์ธาตุแบบใหม่ทั้งโดยวิธี ICP-AES และ AAS ที่สามารถวิเคราะห์ธาตุในสารละลายได้หลายธาตุในครั้งเดียว ทำให้ช่วยประหยัดเวลาในการวิเคราะห์ แต่อย่างไรก็ตามสารละลายสกัดเหล่านี้ไม่สามารถใช้ได้กับดินทุกชนิด (Jones, 1998; Linusay and Cox, 1985) นอกจากนี้ในการนี้ของฟอสฟอรัสยังพบว่า ถึงแม้จะใช้สารละลายสกัดชนิดเดียวกัน (Mehlich 3) แต่วิเคราะห์ความเข้มข้นด้วยวิธี molybdenum blue/spectrophotometry ได้ค่าวิเคราะห์ที่ต่ำกว่าวิเคราะห์ด้วยวิธี ICP-AES ทำให้การตอบสนองของพืชต่อผลการวิเคราะห์ที่ต่างกัน และการแปลผลการวิเคราะห์ที่ต่างกันออกไปด้วย (รูปที่ 1-1) ทั้งนี้เพราะการวิเคราะห์ด้วยวิธี molybdenum blue/spectrophotometry เป็นหาวิเคราะห์เฉพาะความเข้มข้นของ α -phosphate ที่ละลายอยู่ในสารละลายเท่านั้น ส่วนวิธี ICP-AES จะรวมเอาสารประกอบ ฟอสฟอรัสรูปอื่นที่อยู่บนสารละลายด้วย (Mallarino, 2003; Mallarino, 2004)



รูปที่ 1-1 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของผลผลิตสูงสุดของข้าวโพดกับผลการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในดินโดยวิธีสกัดด้วยสารละลาย Mehlich 3 แล้ววิเคราะห์ความเข้มข้นด้วยวิธี colourimetry และวิธี ICP-AES (ที่มา : Mallarino, 2004)

วิธีวิเคราะห์ที่มีอยู่หลากหลายเหล่านี้ แต่ละวิธีมักมีจุดเด่นและจุดด้อยแตกต่างกัน ไม่มีวิธีใดเหนือกว่าวิธีอื่นอย่างชัดเจน ทำให้การตัดสินใจเลือกวิธีใดวิธีหนึ่งเป็นวิธีมาตรฐาน (reference method) เป็นเรื่องยาก โครงการนี้จึงได้จัดให้มีสัมมนาวิชาการ เรื่อง วิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืชเพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินใน

ประเทศไทย จีน ณ ห้องประชุมกองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร บางเขน กรุงเทพฯ ในระหว่างวันที่ 23 - 24 พฤษภาคม 2545 การจัดสัมมนาครั้งนี้ได้ข้อสรุปที่น่าสนใจ เกี่ยวกับวิธีวิเคราะห์ที่ควรใช้เป็นวิธีมาตรฐานสำหรับประเทศไทย ทั้งการวิเคราะห์ดินและพืช รวมทั้งการแปลผลวิเคราะห์เบื้องต้นสำหรับการวิเคราะห์ดิน อย่างไรก็ตามวิธีมาตรฐานเหล่านี้ อาจมีความเหมาะสมเฉพาะในสถานการณ์ปัจจุบัน ดังนั้นการสัมมนาเพื่อปรับปรุงวิธีมาตรฐานให้ทันสมัยอาจมีความจำเป็นหลังจากใช้ไประยะหนึ่ง นอกจากนี้การสัมมนาดังข้อสรุปเบื้องต้น และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์จากนักวิชาการด้านการวิเคราะห์ดิน ซึ่งทางคณะนักวิจัยทางโครงการฯ ได้นำไปจัดทำเป็นคำแนะนำในการแปลผลเบื้องต้น ควบคู่กับวิธีมาตรฐานในการวิเคราะห์ดิน (รายละเอียดดูจากบทที่ 8 และ 11)

การแปลผลการวิเคราะห์พืชมีความจำเพาะต่อชนิดของพืช ชิ้นส่วนของพืชที่นำมาวิเคราะห์ ตำแหน่ง และอายุ ของชิ้นส่วน ทางโครงการฯ จึงได้รวบรวมข้อมูลจากเอกสาร แล้วจัดทำเป็นฐานข้อมูล และเผยแพร่ฐานข้อมูลเหล่านี้ไปยังห้องปฏิบัติการต่างๆ ที่เข้าร่วมเครือข่ายในเครือข่ายในรูปแบบ CD-ROM และผ่าน Internet (<http://webhost.wu.ac.th/msomsak/labnet/>)

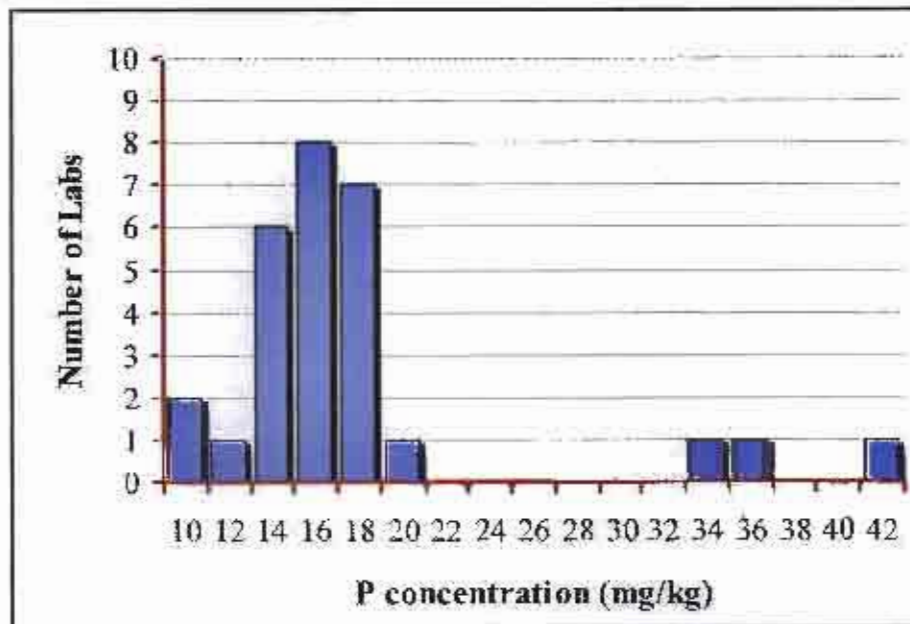
4. ความจำเป็นในการพัฒนาทักษะของนักวิเคราะห์

จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่า บุคลากรที่ปฏิบัติงานอยู่ในห้องปฏิบัติการต่างๆ ไม่ได้จบการศึกษาในสาขาที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ดิน หรือยังขาดทักษะในการวิเคราะห์หรือการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ รวมทั้งบุคลากรที่ปฏิบัติงานอยู่ในห้องปฏิบัติการของเครือข่ายแสดงความสนใจที่จะพัฒนาความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงาน ดังนั้นโครงการฯ จึงได้จัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการขึ้น 3 ครั้ง ในหัวข้อต่อไปนี้

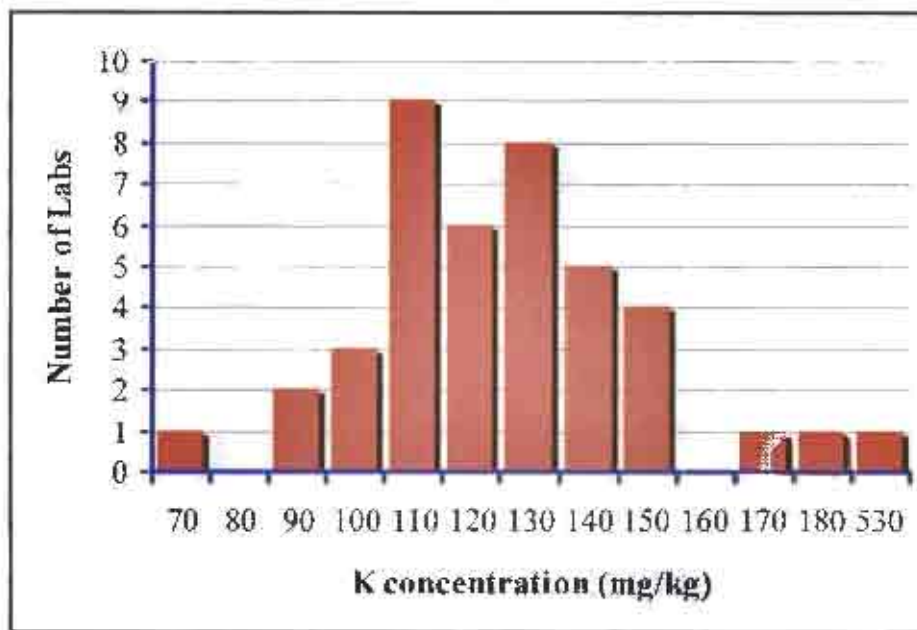
1. **ความรู้พื้นฐานด้านการวิเคราะห์ดิน** จัดขึ้นระหว่างวันที่ 25-29 มีนาคม 2545 ณ ฝ่ายเครื่องมือวิทยาศาสตร์กลาง สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ โดยการสนับสนุนของ Institut de Research pour le Developpement (IRD) ประเทศฝรั่งเศส และ Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) โดยมีผู้เข้ารับการอบรมครั้งนี้รวม 20 คน จากประเทศไทย 14 คน และจากสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว 6 คน
2. **เทคนิคในการวิเคราะห์ดินและพืชด้วยวิธี Atomic absorption spectroscopy (AAS)** จัดขึ้นระหว่างวันที่ 18-20 ธันวาคม 2545 ณ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และฝ่ายวิเคราะห์และบริการสำหรับวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 เชียงใหม่ โดยมีผู้เข้าอบรมเป็นเจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมจำนวน 23 คน ในการจัดอบรมครั้งนี้ทางโครงการฯ ได้รับการสนับสนุนวิทยากรบรรยายจากบริษัท Perkin Elmer (ประเทศไทย) จำกัด และได้รับการสนับสนุนอุปกรณ์และสถานที่จากหน่วยงานที่เป็นเจ้าของสถานที่
3. **ระบบบริหารข้อมูลห้องปฏิบัติการ (Laboratory Information Management System)** จัดขึ้นระหว่างวันที่ 26-30 เมษายน 2547 ณ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยมีผู้เข้าอบรมเป็นเจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมจำนวน 14 คน ในการจัดอบรมครั้งนี้ทางโครงการฯ ได้รับการสนับสนุนอุปกรณ์และสถานที่จากหน่วยงานที่เป็นเจ้าของสถานที่

5. ความจำเป็นในการประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการ

ผลการวิเคราะห์ดินและพืชมีประโยชน์อย่างมากต่อกรวางแผนใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพที่จริง แต่ผลการวิเคราะห์ที่ผิดพลาดอาจสร้างความเสียหายได้มากด้วยเช่นกัน ผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการที่ขาดการประกันคุณภาพไม่สามารถยืนยันได้ว่า มีความถูกต้องน่าเชื่อถือ ผู้ที่ผลการวิเคราะห์ที่ใช้จึงมีความเสี่ยงที่จะได้รับผลเสียหายจากความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น Wolf et al., (1996) รายงานผลการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการต่างๆ ในอเมริกาและแคนาดาโดย Soil and Plant Analysis Council ของอเมริกาในปี ค.ศ. 1994 ว่า ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มีผลการวิเคราะห์ที่คลาดเคลื่อนในช่วงค่ากลาง ± 2 เท่าของค่าอ้างอิงมาตรฐานในทุกรายการที่วิเคราะห์ แต่อย่างไรก็ตามบางห้องปฏิบัติการมีผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างออกไปมากจนมีผลต่อการแปลความหมาย เช่น การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสโดยวิธี Bray No.1 ของดินตัวอย่างหนึ่ง พบว่าห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มีผลการวิเคราะห์อยู่ในช่วง 14 - 18 mg/kg ในขณะที่มีบางห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ได้มากกว่า 30 mg/kg (รูปที่ 1-2) หรือการวิเคราะห์โพแทสเซียมโดยวิธี ammonium acetate พบว่า ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มีผลการวิเคราะห์อยู่ในช่วง 100 - 140 mg/kg ในขณะที่มีบางห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ได้มากถึง 330 mg/kg (รูปที่ 1-3)



รูปที่ 1-2 วิเคราะห์ฟอสฟอรัสโดยวิธี Bray No.1 ของดินตัวอย่างหนึ่ง: จากผลการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการต่างๆ ในอเมริกาและแคนาดาโดย Soil and Plant Analysis Council ของอเมริกาในปี ค.ศ. 1994 (ดัดแปลงจาก Wolf et al., 1996)



รูปที่ 1-3 วิเคราะห์โพแทสเซียมโดยวิธี ammonium acetate ของดินตัวอย่างหนึ่ง จากผลการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการต่างๆ ในอเมริกาและแคนาดาโดย Soil and Plant Analysis Council ของอเมริกาในปี ค.ศ. 1994 (ดัดแปลงจาก Wolf et al., 1996)

การสร้างระบบประกันคุณภาพ ต้องและนำ ชื่อถือของผลการวิเคราะห์ซึ่งมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ISO (the International Organization for Standardization) ได้กำหนดระบบมาตรฐานในการประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการขึ้น เรียกว่า ISO/IEC 17025 (ISO/IEC, 1999) ถึงแม้ระบบประกันคุณภาพของ ISO จะได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง และจึงเป็นระบบมาตรฐานสากลสำหรับห้องปฏิบัติการ แต่การปฏิบัติตาม ISO/IEC 17025 อย่างเคร่งครัด ยากเป็นปัญหาสำหรับห้องปฏิบัติการหลายแห่งในระยะเริ่มต้น นอกจากนี้ยังมีค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบระบบ ซึ่งเป็นภาระด้านงบประมาณของห้องปฏิบัติการต่างๆ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นย่อมตกเป็นภาระของเกษตรกรผู้ให้บริการในที่สุด คณะนักวิจัยของโครงการนี้จึงมีความเห็นว่า ภาระระบบบริหารคุณภาพซึ่ง FAO แนะนำ (FAO, 1998) มาทดลองใช้กับห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักทั้ง 8 ห้องปฏิบัติการ จากนั้นจึงค่อยขยายไปถึงห้องปฏิบัติการอื่นๆ ในเครือข่ายเสริม

เครื่องมือสำคัญของงานประกันคุณภาพคือ วัสดุอ้างอิง (reference material) หรือตัวอย่างควบคุม (control sample) และตัวอย่างอ้างอิงมาตรฐาน (standard reference material) หรือตัวอย่างอ้างอิงรับรอง (certified reference material) ห้องปฏิบัติการที่มีระบบประกันคุณภาพจำเป็นต้องใช้ตัวอย่างทั้ง 2 ประเภทนี้ หรือประเภทใดประเภทหนึ่ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง (accuracy) และความแม่นยำ (precision) ของผลการวิเคราะห์ รวมทั้งตรวจสอบประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการ (proficiency testing) ห้องปฏิบัติการบางแห่งทั้งในเครือข่ายหลัก และเครือข่ายเสริมมีการใช้ตัวอย่างอ้างอิงอยู่แล้ว โครงการนี้ได้จัดทำตัวอย่างอ้างอิงสำหรับวิเคราะห์โพแทสเซียมขึ้น 1 ตัวอย่าง และตัวอย่างอ้างอิงสำหรับวิเคราะห์ดินขึ้น 5 ตัวอย่าง ตัวอย่างดินและพืชเหล่านี้ได้ใช้เป็นตัวอย่างอ้างอิงสำหรับห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลัก โดยห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งได้ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างอ้างอิงแต่ละตัวอย่างอย่างน้อยพหามิเตอร์ละ 20 ครั้ง

6. การติดต่อสื่อสารระหว่างนักวิจัยและการเผยแพร่กิจกรรมของโครงการ

เครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชจัดตั้งขึ้นโดยกลุ่มนักวิจัยที่ปฏิบัติงานอยู่ในห้องปฏิบัติการต่างๆ 8 ห้องปฏิบัติการ จาก 6 หน่วยงาน ซึ่งกระจายอยู่ใน 4 จังหวัด คือ เชียงใหม่ ขอนแก่น กรุงเทพมหานคร และ นครศรีธรรมราช ทำให้เป็นอุปสรรคในการพบปะหรือจัดประชุมหรือเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน การแลกเปลี่ยนความเห็นระหว่างนักวิจัยที่ไม่แรงด้น ทางโครงการจะใช้ E-mail เป็นหลัก เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายของหน่วยงาน นอกจากนี้ทางโครงการ ยังได้จัดทำ website ขึ้น เพื่อการสื่อสารระหว่างนักวิจัยในโครงการฯ รวมทั้งเผยแพร่กิจกรรมของโครงการสู่สาธารณชนไปด้วยในขณะเดียวกัน โดยได้ขอใช้พื้นที่บน server ของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ซึ่งมี URL เป็น <http://webhost.wvu.ac.th/msomsak/labnet/> ข้อมูลที่เผยแพร่มีดังนี้

- **ห้องปฏิบัติการในเครือข่าย** เป็นการให้ข้อมูลเกี่ยวกับห้องปฏิบัติการต่างๆ ที่ให้บริการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน และพืชในภูมิภาคต่างๆ หากห้องปฏิบัติการนั้นมีสมาชิกของโครงการฯ ก็จะมีรายละเอียดเพิ่มเติมของสถานที่ติดต่อ ถึงสาขาวิเคราะห์ และภาพถ่ายของอาคารและห้องปฏิบัติการ เพื่อให้บุคคลทั่วไปที่สนใจส่งตัวอย่างสามารถติดต่อขอทราบรายละเอียดได้ล่วงหน้า หรือสามารถเดินทางไปติดต่อห้องปฏิบัติการที่สนใจได้โดยตรง (รูปที่ 1-4)
- **วิธีวิเคราะห์ดิน** ขณะนี้เผยแพร่เฉพาะวิธีเก็บตัวอย่างดิน เนื่องจากวิธีวิเคราะห์ยังอยู่ระหว่างการจัดทำ และสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาที่เกิดขึ้นจากโครงการฯ เป็นสิทธิร่วมกันระหว่างผู้ให้ทุน (สกว.) และผู้รับทุน
- **วิธีวิเคราะห์พืช** ขณะนี้ยังไม่ได้เผยแพร่ เนื่องจากวิธีวิเคราะห์ยังอยู่ระหว่างการจัดทำ และสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาที่เกิดขึ้นจากโครงการฯ เป็นสิทธิร่วมกันระหว่างผู้ให้ทุน (สกว.) และผู้รับทุน
- **วิธีแปลผลการวิเคราะห์ดิน** ขณะนี้เผยแพร่เฉพาะบทบรรยายที่นำเสนอโดย Dr. Rod Lofoy ในการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง ความรู้พื้นฐานด้านการวิเคราะห์ดิน ณ ฝ่ายเครื่องมือวิทยาศาสตร์กลาง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ระหว่างวันที่ 25 - 29 มีนาคม 2545
- **วิธีแปลผลการวิเคราะห์พืช** ขณะนี้ได้เผยแพร่จากข้อมูลเพื่อการแปลผลการวิเคราะห์พืช ซึ่งทางโครงการฯ ได้รวบรวมขึ้น โดยอยู่ระหว่างการทดสอบเผยแพร่เพื่อให้ผู้สนใจได้ใช้ประโยชน์รวมทั้งอยู่ระหว่างการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น (รูปที่ 1-5)
- **การประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการ** ขณะนี้เผยแพร่บทบรรยายที่นำเสนอโดย Jean Polard นักเคมีอาวุโสของ Institute of Research for Developements ในการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง ความรู้พื้นฐานด้านการวิเคราะห์ดิน ณ ฝ่ายเครื่องมือวิทยาศาสตร์กลาง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ระหว่างวันที่ 25 - 29 มีนาคม 2545
- **กิจกรรมของโครงการ** จัดทำขึ้นเพื่อเผยแพร่กิจกรรมต่างๆ ของโครงการฯ แยกชุดหลักทั่วไป
- **แหล่งข้อมูลห้องปฏิบัติการ** จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ที่ต้องการค้นข้อมูลห้องปฏิบัติการที่ให้บริการด้านกรวิเคราะห์ดินและพืช รวมทั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการของต่างประเทศ สามารถสืบค้นได้สะดวกขึ้น
- **คณะนักวิจัย** จัดทำขึ้นเพื่อแนะนำนักวิจัยของโครงการ
- **แผนการดำเนินงานของโครงการ** จัดทำขึ้นเพื่อเผยแพร่แผนการดำเนินงานของโครงการฯ แก่นักวิจัยและผู้สนใจโดยทั่วไป

นอกจากการเผยแพร่ผ่านสื่ออินเทอร์เน็ตแล้ว ทางโครงการฯ ยังได้เผยแพร่ผลงานโดยร่วมเสนอผลงานส่วนหนึ่งของโครงการฯ ในการสัมมนาเรื่อง “จากงานวิจัยสู่การจัดการธาตุอาหารสมบูรณ์ใหม่” จัดโดยสมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย ระหว่างวันที่ 25-26 มีนาคม 2546 (สมัชชาที่ 4 มีมติพจน. 2546) ในที่สัมมนาครั้งนี้มีนักวิชาการและผู้สนใจทั่วไปเข้าฟังประมาณ 250 คน นอกจากนี้ทางโครงการฯ ยังได้จัดสัมมนาเรื่อง “การแปลผลการวิเคราะห์ดินและพืช” ขึ้นระหว่างวันที่ 27 - 28 พฤษภาคม 2547 ณ สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กรุงเทพฯ โดยเปิดโอกาสให้ทั้งนักวิชาการและบุคคลทั่วไปที่สนใจเข้าร่วมสัมมนาโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ทำให้มีผู้สนใจเข้าร่วมสัมมนาครั้งนี้ประมาณ 70 คน (รายละเอียดปรากฏในบทที่ 11) การสัมมนาครั้งนี้ของบรรณาธิการวารสาร.ศกการเกษตรได้เข้าร่วมและนำข่าวการสัมมนารวมทั้งบทความบางส่วนที่นำเสนอในการสัมมนาครั้งนี้จัดพิมพ์เผยแพร่ใน 3 ฉบับต่อเนื่องกัน คือ

- วารสารศกการเกษตร ปีที่ 28 ฉบับที่ 7 เผยแพร่เรื่อง “รศท. เปิดโครงการเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช” และ “การแปลผลจากค่าวิเคราะห์ดินและพืช” (อภิญา นันทะโสภาก, 2547ก)
- วารสารศกการเกษตร ปีที่ 28 ฉบับที่ 8 สิงหาคม 2547 เผยแพร่เรื่อง “ตัวอย่างการแปลผลจากค่าวิเคราะห์ดินและพืช สำหรับลิ้นจี่” (อภิญา นันทะโสภาก, 2547ข)
- วารสารศกการเกษตร ปีที่ 28 ฉบับที่ 9 เผยแพร่เรื่อง “แนวทางการจัดการปุ๋ยแม่ปล้นน้ำในแปลงการแปลผลค่าวิเคราะห์ดินและพืช” (อภิญา นันทะโสภาก, 2547ค)

ทำให้เกษตรกรและผู้สนใจทั่วไปรู้จักโครงการฯ มากขึ้น เกษตรกรบางส่วนยังได้ติดต่อสอบถามและขอคำแนะนำเรื่องการวิเคราะห์ดินและพืชเข้ามายังโครงการฯ ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีผู้สนใจวิเคราะห์ดินและพืชมากขึ้น

7. การสร้างความร่วมมือระหว่างเครือข่ายหลักและเครือข่ายเสริม

การได้รับความร่วมมืออย่างเต็มใจจากห้องปฏิบัติการเครือข่ายเสริม เป็นปัจจัยสำคัญที่นำไปสู่ความร่วมมือในกิจกรรมต่างๆ ของโครงการฯ รวมทั้งจะทำให้เครือข่ายดำรงอยู่ได้หลังสิ้นสุดการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ไปแล้ว ก่อนเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชจะได้รับการสนับสนุนจาก สกว. ห้องปฏิบัติการต่างๆ ในกลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ได้รวมตัวกันอย่างหลวมๆ ภายใต้การสนับสนุนจากองค์กรต่างประเทศ เช่น The Australian Center for International Agriculture Research (ACIAR), International Board of Soil Research and Management (IBSRAM) เป็นต้น เนื่องจากหน่วยงานเหล่านั้นมองเห็นความสำคัญของห้องปฏิบัติการ ที่จะต้องเป็นหน่วยสนับสนุนที่เข้มแข็งช่วยโครงการวิจัยทางการเกษตร สำหรับห้องปฏิบัติการภายในประเทศไทยเอง ยังไม่มีหน่วยงานใดเป็นแกนนำในการจัดตั้งเครือข่ายมากขึ้นที่โครงการนี้จะจัดตั้งขึ้น นี้วิจัยส่วนหนึ่งของโครงการนี้ซึ่งมีประสบการณ์กิจกรรมเครือข่ายห้องปฏิบัติการ ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานต่างประเทศดังกล่าว จึงได้ร่วมกันก่อตั้งเครือข่ายภายในประเทศขึ้น

การสร้างความร่วมมือกับห้องปฏิบัติการที่ไม่มีประสบการณ์ในการเข้าร่วมเครือข่ายกับหน่วยงานต่างประเทศมาก่อน ทำได้ไม่ยากนัก ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่เคยปฏิบัติ หรือตอบรับอย่างมีเงื่อนไขเมื่อสอบถามครั้งแรก เนื่องจากมองว่า การเข้าร่วมเครือข่ายเป็นการเพิ่มภาระงานโดยไม่เสียตอบแทน หรือยังไม่เป็นโยกย้ายในวงรั้งนี้จากผู้บังคับบัญชาโครงการฯ จึงได้ดำเนินนโยบายสร้างความคุ้นเคยด้วยวิธีการต่างๆ เช่น

- **ชักชวนนักวิจัยของหน่วยงานอื่นๆ** เข้าร่วมโครงการ ทำให้โครงการนี้มีนักวิจัยกระจายอยู่ในหน่วยงานต่างๆ และภูมิภาคต่างๆ นักวิจัยเหล่านี้ได้มีบทบาทอย่างสำคัญในการเป็นผู้ประสานงานกับห้องปฏิบัติการต่างๆ ที่สังกัดหน่วยงานอื่นๆ ถึงแม้การมีนักวิจัยกระจายอยู่ในที่ต่างๆ เป็นอุปสรรคในการประสานงาน ทำให้กิจกรรมบางอย่างต้องใช้เวลามากกว่าที่คาดการณ์เอาไว้ แต่เป็นความจำเป็นของโครงการในลักษณะนี้ และเป็นผลดีกว่ากว่าผลเสียต่อโครงการ
- **การเดินทางไปสำรวจห้องปฏิบัติการเกือบทุกแห่งที่ตอบรับเข้าร่วมเครือข่าย** หรือคาดว่าจะมีลักษณะที่จะเข้าร่วมเครือข่าย เพื่อสำรวจความพร้อมด้านต่างๆ วิถีชีวิต ภาวะที่ ปัญหาในการให้บริการ และที่สำคัญคือสร้างความรู้จักคุ้นเคยกับเจ้าหน้าที่ของห้องปฏิบัติการนั้นๆ ซึ่งแจ้งทำความเข้าใจและตอบข้อซักถามทุกประเด็นที่ห้องปฏิบัติการนั้นๆ สงสัยเกี่ยวกับการเข้าร่วมเครือข่าย ในขณะที่เดียวกัน คณะนักวิจัยเองก็ได้เรียนรู้สิ่งต่างๆ เพิ่มขึ้น เข้าใจปัญหาในแต่ละห้องปฏิบัติการได้ดียิ่งขึ้น
- **การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ** การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการทั้ง 2 ครั้งที่ผ่านมาในงวดที่ 1 และ งวดที่ 2 ไม่ได้มุ่งหวังการให้ความรู้และทักษะในเชิงทฤษฎีความรู้แต่เพียงอย่างเดียว แต่เป็นการสร้างความรู้จักคุ้นเคยกับเจ้าหน้าที่ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริม ให้เครือข่ายเสริมมีทัศนคติที่ดีต่อโครงการ และรู้สึกว่าได้ประโยชน์จากโครงการนี้ รวมทั้งก่อให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันทั้งในเรื่องวิถีชีวิตและภาวะประกันคุณภาพ

การดำเนินการทั้ง 3 วิธีที่กล่าวมา น่าจะถือได้ว่าโครงการนี้ประสบความสำเร็จในการชักชวนให้ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ของประเทศเข้าร่วมเครือข่าย ซึ่งจะส่งผลให้การวิเคราะห์ดินและพืชของประเทศมีการพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

8. การประสานงานและสร้างความร่วมมือกับองค์กรต่างประเทศ

ประเทศไทยยังขาดแคลนนักวิชาการที่มีความรู้และความชำนาญในเรื่องการประกันคุณภาพและการบริหารเครือข่ายห้องปฏิบัติการ รวมทั้งงบประมาณที่รับจาก กองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) มีไม่เพียงพอที่จะจัดกิจกรรมในระดับนานาชาติ ดังนั้น ตลอดระยะเวลาที่ดำเนินโครงการฯ ทางโครงการฯ จึงได้ประสานงาน สร้างความร่วมมือ รวมทั้งขอรับความช่วยเหลือทั้งทางวิชาการและงบประมาณจากองค์กรต่างประเทศหลายองค์กร ได้แก่

- Institut de Recherche pour le Developpement (IRD) ประเทศฝรั่งเศส ทางโครงการฯ ได้รับการสนับสนุนด้านวิชาการและงบประมาณส่วนหนึ่งในการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการครั้งแรกระหว่างวันที่ 25-29 มีนาคม 2545 จากหน่วยงานนี้ และยังได้ได้รับความช่วยเหลือด้านที่ปรึกษาทางวิชาการด้วย โดยการติดต่อผ่านเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานนี้ 2 ท่าน คือ Dr. Roland Pons และ Mr. Jean Petard
- Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) ทางโครงการฯ ได้รับการสนับสนุนด้านวิชาการในการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการครั้งแรก ระหว่างวันที่ 26-29 มีนาคม 2545 จากหน่วยงานนี้ และยังได้ขอรับความช่วยเหลือด้านที่ปรึกษาทางวิชาการด้วย โดยการติดต่อผ่านเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานนี้ที่ประจำอยู่ที่สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว คือ Dr. Rod Lafroy
- Wageningen Evaluating Programmes for Analytical Laboratories (WEPAL) ประเทศเนเธอร์แลนด์ ทางโครงการฯ ได้สมัครเป็นสมาชิกของ WEPAL และเข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ ที่ WEPAL จัดขึ้นตั้ง

แต่เดือนกันยายน 2545 จนถึงปัจจุบัน กิจกรรมหลักที่ WEPAL จัดให้มีคือการทดสอบประสิทธิภาพห้องปฏิบัติการ (performance test) ปีละ 4 ครั้ง ซึ่งห้องปฏิบัติการทั้ง 6 ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายแต่ละแห่ง เวียดนามทดสอบ นอกจากนี้ในระหว่างวันที่ 25-29 กันยายน 2545 ผศ.ดร. สมศักดิ์ มณีพงศ์ (หัวหน้าโครงการ) ได้ไปดูงานของ WEPAL ซึ่งตั้งอยู่ที่ Sub-department of Soil Quality, Wageningen University ด้วยทุนจากขบวนการมหาวิทยาลัย ภายใต้การสนับสนุนจากสมาคมบัณฑิตยศาสตร์ การดูงานครั้งนี้ทำให้ทราบกระบวนการในการเตรียมตัวอย่างอ้างอิง และการประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการ (รูปที่ 1-6)

- Center de Cooperation Internationale en Recherche Agronomique pour le Developpement (CIRAD) ทางโครงการฯ ได้ขอรับความช่วยเหลือด้านที่ปรึกษาทางวิชาการ และได้ส่งตัวคณาจารย์ไปศึกษาระยะสั้นที่ห้องปฏิบัติการของหน่วยงานนี้ เนื่องจากเป็นห้องปฏิบัติการที่มีการประกันคุณภาพตามมาตรฐาน ISO 9001 นอกจากนี้ นักวิจัยของโครงการฯ ก็เคยขอรับความช่วยเหลือทางวิชาการ และเดินทางไปทำวิจัยระยะสั้นที่หน่วยงานนี้มาก่อนที่จะเริ่มโครงการภายใต้การสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
- International Soil Reference and Information Center (ISRIC) ประเทศเนเธอร์แลนด์ ทางโครงการฯ ได้ขอรับความช่วยเหลือด้านที่ปรึกษาทางวิชาการจากหน่วยงานนี้ โดยทางติดต่อผ่านเจ้าหน้าที่ประสานหน่วยงานคือ Dr. Peter van Reeuwijk ซึ่งเป็นนักวิชาการอาวุโสของหน่วยงาน ถึงแม้ปัจจุบันท่านได้เกษียณอายุราชการไปแล้ว แต่ยังมีดีใช้คำปรึกษา นอกจากนี้ทางโครงการฯ ยังได้รับเอกสารที่เป็นประโยชน์หลายรายการจาก Dr. van Reeuwijk



รูปที่ 1-6 การดูงานที่ Wageningen Evaluating Programmes for Analytical Laboratories (WEPAL) ประเทศเนเธอร์แลนด์ระหว่างวันที่ 25-29 กันยายน 2545

(ซ้าย) เครื่องผสมและแยกตัวอย่างดิน (sample divider) ซึ่งทำหน้าที่แยกตัวอย่างที่ 2 ครั้ง
(ขวา) เครื่องชั่งน้ำหนักตัวอย่างดินและบรรจุขวด เพื่อส่งให้กับสมาชิก



รูปที่ 1-7 การดูงานที่ International Soil Reference and Information Center (ISRIC) ประเทศเนเธอร์แลนด์ ระหว่างวันที่ 25-29 กันยายน 2545 โดยมี Dr. van Reeuwijk ให้การต้อนรับ และให้คำปรึกษาด้านการวิเคราะห์ดินและพืช รวมทั้งการประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการ

9. ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากโครงการ

ประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการนี้มีหลายประการ ทั้งในแง่ที่สามารถตีราคาเป็นตัวเงินได้ และที่ไม่สามารถตีราคาได้ ได้แก่

- ช่วยให้บุคลากรรวมกลุ่มของห้องปฏิบัติการต่างๆ ที่ให้บริการด้านการวิเคราะห์ดินและพืชทั้งหมด 24 ห้องปฏิบัติการ เป็นเครือข่ายขึ้นครั้งแรกในประเทศไทย ซึ่งจะนำไปสู่การดำเนินงานกิจกรรมทางวิชาการต่างๆ ร่วมกันในอนาคต อันจะเป็นประโยชน์ต่อภาวการณ์เกษตรของประเทศ
- ทำให้มีตัวอย่างอ้างอิงทั้งดินและพืชเพื่อใช้ภายในประเทศ ตัวอย่างอ้างอิงเช่นเครื่องมือสำคัญที่จำเป็นต้องใช้เพื่อการประเมินประสิทธิภาพห้องปฏิบัติการต่างๆ ในเครือข่าย หากประเมินราคาของตัวอย่างอ้างอิงที่จัดทำขึ้น ตัวอย่างอ้างอิงพืชราคาประมาณ 67,500 บาท/กิโลกรัม (ประเมินจากราคาจำหน่ายให้แก่สมาชิกของ WEPAL 30 ยูโร/20 กรัม) หลังเสร็จสิ้นโครงการ เหลือตัวอย่างพืชอยู่ประมาณ 5 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่าประมาณ 337,500 บาท ตัวอย่างอ้างอิงดินราคาประมาณ 13,500 บาท/กิโลกรัม (ประเมินจากราคาจำหน่ายให้แก่สมาชิกของ WEPAL 30 ยูโร/100 กรัม) หากโครงการได้จัดทำขึ้น 5 ตัวอย่าง หลังเสร็จสิ้นโครงการ เหลือตัวอย่างรวมกันประมาณ 250 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่าประมาณ 3,375,000 บาท
- ช่วยให้ห้องปฏิบัติการต่างๆ ในเครือข่ายมีตัวอย่างอ้างอิงใช้ โดยไม่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ซึ่งตัวอย่างอ้างอิงเหล่านี้มีรายการวิเคราะห์ตรงตามที่ห้องปฏิบัติการต่างๆ ให้บริการอยู่ ทำให้ห้องปฏิบัติการต่างๆ ประหยัดงบประมาณในการจัดซื้อตัวอย่างจากต่างประเทศได้

- ช่วยให้เกิดวิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืช (Reference Methods for Soil and Plant Analysis) ซึ่งเป็นฉบับแรกของประเทศไทย มูลค่าเมื่อคิดเป็นตัวเงินประมาณ 500,000 บาท (ประมาณจากราคาขายเล่มละ 250 บาท จัดพิมพ์จำนวน 2000 เล่ม) ขณะนี้ยังไม่ได้จัดพิมพ์เพิ่มจำหน่าย
- กระตุ้นให้เกิดการประกันคุณภาพของห้องปฏิบัติการต่างๆ ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักทั้ง 6 ห้องปฏิบัติการ เริ่มมีการจัดทำ standard operating procedure (SOP) และ control chart 9.6% แต่ละรายการที่ได้ บริการวิเคราะห์
- ช่วยให้เกิดการทดสอบประสิทธิภาพห้องปฏิบัติการต่างๆ ที่ให้บริการอยู่ในประเทศ สำหรับห้องปฏิบัติการใน เครือข่ายหลักทั้ง 6 ห้องปฏิบัติการ ทดสอบโดยใช้ตัวอย่างจากเครือข่ายนานาชาติ WEPAL ส่วนห้องปฏิบัติ การในเครือข่ายเสริมทดสอบโดยใช้ตัวอย่างที่ทางโครงการฯ จัดทำขึ้น
- ช่วยให้เกิดการถ่ายทอดความรู้และเทคนิคต่างๆ ระหว่างห้องปฏิบัติการทั้งในประเทศไทยเอง และประเทศ เพื่อนบ้าน รวมทั้งบุคคลทั่วไปที่สนใจ ทั้งในรูปแบบการอบรมเชิงปฏิบัติการ การสัมมนา เผยแพร่ข่าวสาร ผ่านสื่อมวลชน (วารสาร, บทความ, วิทยุ) และอินเทอร์เน็ต
- ทำให้เกิดฐานข้อมูลเพื่อการแปลผลการวิเคราะห์พืช ขณะนี้ได้ทดลองเผยแพร่ไปยังห้องปฏิบัติการต่างๆ และ ผ่านอินเทอร์เน็ต

10. เอกสารอ้างอิง

- สมศักดิ์ มณีพงษ์, 2546. การวิเคราะห์ดินและพืชเพื่อการจัดการธาตุอาหาร. เอกสารประกอบการสัมมนา เรื่อง "จากงานวิจัยสู่งานจัดการธาตุอาหารสัมคึกใหม่" 25 - 26 มีนาคม 2546. จัดโดยสมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย. โรงแรมมารวยการ์เด็น กรุงเทพฯ.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2543. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2541/2542. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2539. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2537/2538. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- ขงยุทธ ไอลตสภาก. 2547. ผลกระทบใช้ปุ๋ยกับยางพาราและปาล์มน้ำมัน. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการเรื่อง การจัดการมู๋ยเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตยางพาราและปาล์มน้ำมัน. 20 สิงหาคม 2547. จัดโดยสมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย. โรงแรมแกรนด์ไฮแอทเอเซีย จังหวัดสุราษฎร์ธานี.
- อภิญา นันทะโสภาก. 2547ก. การแปลผลจากค่าวิเคราะห์ดินและพืช. วารสารเคหการเกษตร. 28(7):209-214.
- อภิญา นันทะโสภาก. 2547ข. ตัวอย่างการแปลผลจากค่าวิเคราะห์ดินและพืชสำหรับลิ้นจี่. วารสารเคหการเกษตร. 28 (8):243-248.
- อภิญา นันทะโสภาก. 2547ค. แนวทางการจัดการมู๋ยในปาล์มน้ำมันจากการแปลผลค่าวิเคราะห์ดินและพืช. วารสารเคหการเกษตร. 28(9):218-223.
- Aitken, R.L., Jeffrey, A.J. and Compton, B.L. 1987. Evaluation of selected extractants for boron in some Queensland soils. Aust J Soil Res. 25:263-273.

- Buairian, P., van Lagen, B., and Velthorst, E.J. 1996. Manual for Soil and Water Analysis. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- Carter, M.R. ed. 1993. Soil Sampling and Methods of Analysis. Canadian Society of Soil Science, Lewis Publishers, Boca Raton, USA
- Colwell, J.D. 1994. Estimating Fertilizer Requirements. CAB International, Oxon, UK.
- Cooperative Extension Service, Clemson University. 2001. Nutrient Management for South Carolina. <http://soils.clemson.edu/landinfo.htm>. retrive 23 July 2002.
- Cox, F.R. 1987. Micronutrient soil test: Correlation and calibration. In: Soil Testing: Sampling, Correlation, Calibration, and Interpretation, Brown, J.R. ed. Soil Science Society of America, Wisconsin, USA. p.97-117
- Eckert, D.J. 1987. Soil test interpretations: Basic cation saturation ratios and sufficiency levels. In: Soil Testing. Sampling, Correlation, Calibration, and Interpretation, Brown, J.R. ed. Soil Science Society of America, Wisconsin, USA. p.53-64.
- FAO. 2000. Fertilizers and Their Use, FAO, Rome, Italy.
- FAO Project Staff and Land Classification Division. 1973 Handbook for Thailand. Land Classification Division, Department of Land Development, Bangkok. 169 p.
- Fox, R.L., Olson, R.A. and Rhoades, H.F. 1964. Evaluating the sulfur status of soils by plant and soil test. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 56:243-246
- Hesse, P.R.1971. A Textbook of Soil Chemical Analysis. Chemical Publishing, New York, USA
- ISO/IEC. 1999. International Standard ISO/IEC 17025: General requirement for the competence of testing and calibration laboratories. ISO, Geneva, Switzerland
- Jackson, M.L. 1973. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, New Delhi, India.
- Jones, J.B. 1998. Soil test methods. Past, present, and future use of soil extractants. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 29:1543-1552.
- Landon, J.R. 1991. Booker Tropical Soil Manual, 2nd ed. Booker Agricultural International, London, UK.
- Lindsay, W.L. and Cox, F.R. 1985. Micronutrient soil testing for the tropics. In: Micronutrients in Tropical Food Crop Production, Vlek, P.L.G. ed. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, The Netherlands. p.169-200.
- Mallano, A.P. 2003. Field Calibration for Corn of the Mehlich-3 Soil Phosphorus Test with Colorimetric and Inductively Coupled Plasma Emission Spectroscopy Determination Methods. Soil Sci. Soc. Am. J. 67:1928-1934.
- Mallano, A.P. visited : 25 September 2004. Interpreting results of the Mehlich 3 ICP Soil Phosphorus Test. <http://www.ipni.iastate.edu/ipm/icm/2003/11-17-2003/mehlich.html>.

- Mario T. and Haque, I. 1980. Phosphorus status of some Ethiopian soils. III. Evaluation of soil test methods for available phosphorus. *Trop Agric. (Trinidad)* 63:51-56.
- Page, A.L., Miller, R.H. and Keeney, D.R. eds. 1982. *Methods of Soil Analysis Part 2, Chemical and Microbiological Properties* 2nd ed. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Wisconsin, USA
- Reuter, D.J. and Robinson, J.B. eds. 1997. *Plant Analysis: an interpretation Manual*, 2nd ed. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia.
- SEALNET. 2000. *Analytical Methods for Agricultural and Environmental Samples: Soil, Plant, Fertilizer and Water*. 27 Nov - 8 Dec 2000. At Department of Land Development, Bangkok, Thailand.
- Soil Improvement Committee, California Fertilizer Association. 1995. *Western Fertilizer Handbook*. Interstate Publisher, Danville, USA.
- Tandon, H.L.S. (ed). 1995. *Methods of Analysis of Soils, Plants, Waters and Fertilizers*. Fertilizers Development and Consultation Organization, New Delhi, India.
- Tandon, H.L.S. 1991. *Fertilizer Recommendations for Horticultural Crops*. Fertilizer Development and Consultation Organisation, New Delhi, India.
- van Reeuwijk, L.P. and Houba, V.J.G. 1998. *Guidelines for Quality management in Soil and Plant Laboratories*, FAO Soil Bulletin No. 74 FAO, Rome Italy
- Wolf, A.M., Jones, J.B. and Hood, T. 1996. Proficiency testing for improving analytical performance in soil testing laboratories : A summary of results from the Council's Soil and Plant Analysts proficiency testing program. *Commun. Soil Sci. Plant Anal* 27:1611-1622.



การจัดตั้งเครือข่ายวิเคราะห์ดินและพืช

- ความเป็นมาและความสำคัญของการจัดตั้งเครือข่าย
- รูปแบบของเครือข่าย
- ตัวอย่างเครือข่ายห้องปฏิบัติการในต่างประเทศ
- กิจกรรมและความร่วมมือของสมาชิกในเครือข่าย
- บทบาทของเครือข่ายต่อการปฏิบัติการใช้ปุ๋ยของประเทศ
- ภารกิจของเครือข่ายต่อการพัฒนาเทคโนโลยีของประเทศ
- เอกสารอ้างอิง

1. ความเป็นมาและความสำคัญของการจัดตั้งเครือข่าย

การวิเคราะห์ดินและพืชมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน และการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมกับสมบัติของดินและความต้องการของพืช กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ของประเทศไทยได้แนะนำส่งเสริมปุ๋ยสูตรมาตรฐานตามชนิดของพืช เช่น ปุ๋ยสูตร 15-20-0 สำหรับข้าวที่ปลูกในดินเหนียวภาคกลาง ภาคเหนือและภาคใต้ ถ้าเป็นดินร่วนและดินทรายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือใช้ปุ๋ยสูตร 16-16-8 ปุ๋ยสูตร 8-14-3 และปุ๋ยสูตร 15-15-15 สำหรับพืชผัก ถิ่นต้น (กองปรุพิพิธฯ, 2541; กรมวิชาการเกษตรและกรมส่งเสริมสหกรณ์, 2541) ปุ๋ยสูตรมาตรฐานเหล่านี้ถึงแม้จะใช้ได้ดีในกรณีทั่วไป แต่การใช้อาจมีผลเปลี่ยนแปลงในค่าที่สมบัติของดินไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เช่น ดินที่ขาดโพแทสเซียม การใช้ปุ๋ยสูตร 16-23-0 ย่อมไม่ได้ผล และการใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ติดต่อกันเป็นระยะเวลานานๆ มักพบว่าฟอสเฟตสะสมในดินจนมีความเข้มข้นสูงมาก (available P สูงกว่า 50 mg-P/kg) แต่เกษตรกรยังคงใส่ฟอสเฟตทุกฤดูปลูก เพราะความเชื่อในเรื่องปุ๋ยสูตรมาตรฐานที่ทางราชการแนะนำ

ในพื้นที่ปลูกพืชติดต่อกันเป็นเวลานาน หรือพื้นที่ปลูกพืชสวนพืชมักค้า เช่น สวนลำไย หรือสวนทุเรียน เป็นต้น เกษตรกรมักใช้ปุ๋ยธาตุหลักไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ติดต่อกันจนสะสมในดินในระดับที่สูงกว่าความต้องการของพืช ในขณะที่ละลายปุ๋ยสูตรองแร่จุลธาตุ ซึ่งธาตุเหล่านั้นไม่มีกำหนดใช้ในปุ๋ยสูตรมาตรฐาน จากการสำรวจภาคอาหารในดินของสวนลำไยทางภาคเหนือ 29 สวน โดยยุทธิน เทพรุ่งรุ และคณะ (อ้างโดย สมชาย องค์กรประเสริฐ, 2547) พบว่า ความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมและโพแทสเซียมในดินสูงกว่าค่ามาตรฐานร้อยละ 55 และ 34 ของจำนวนสวนลำไยทั้งหมด ในขณะที่ความเข้มข้นของธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมต่ำกว่าค่ามาตรฐานร้อยละ 21 และ 59 ของจำนวนสวนลำไยทั้งหมด (ตารางที่ 2-1) จากผลการวิเคราะห์ใบส้ม-ของสวนส้มเชิงพาณิชย์แห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่ โดยห้องปฏิบัติการ Albion Laboratories ประเทศอเมริกา พบว่า ความเข้มข้นของธาตุหลักไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม สูงกว่าระดับที่เหมาะสมประมาณ 2 เท่า ในขณะที่ธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม แร่กำมะถัน สังกะสี และโบรอน ถึงแม้จะอยู่ในช่วงที่เหมาะสม แต่ค่อนข้างต่ำ เมื่อเทียบกับธาตุหลักแล้วทำให้ธาตุเหล่านี้

ต่ำเกินไป แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรให้ความสนใจเฉพาะการใส่ปุ๋ยธาตุหลัก ซึ่งมีอยู่ในปุ๋ยสูตรมาตรฐาน แต่กลับละเลยธาตุรองและจุลธาตุ จนก่อให้เกิดปัญหาสมดุลของธาตุอาหาร การใส่ปุ๋ยสูตรสำเร็จจึงไม่อาจรับประกันได้ว่าเกษตรกรจะได้รับผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุน ดังนั้นหากนำดินและพืชไปวิเคราะห์ก่อนการใส่ปุ๋ย จะช่วยในการตัดสินใจเลือกชนิดและปริมาณปุ๋ยได้ ซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียโดยไม่จำเป็นและลดต้นทุนการผลิตได้จริง

ตารางที่ 2-1 ผลการสำรวจระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารในสวนลำไย 29 สวน ในภาคเหนือของประเทศไทย โดยยุทธนา ชาสุเมรุ และคณะ (อ้างโดย สมชาย อังค์ประเสริฐ, 2547)

ธาตุอาหาร	ผลการประเมิน	จำนวน (ร้อยละจากทั้งหมดที่สำรวจ)
ฟอสฟอรัส	เกิน	16 (55)
โพแทสเซียม	เกิน	10 (34)
แคลเซียม	ขาด	6 (21)
แมกนีเซียม	ขาด	17 (59)

ตารางที่ 2-2 ผลการวิเคราะห์ใบส้มของสวนส้มเชิงพาณิชย์แห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่ (ข้อมูลจากการติดต่อส่วนตัวกับ Albion Laboratories, USA)

ธาตุอาหาร (หน่วย)	ผลการวิเคราะห์	ช่วงเหมาะสม	ผลการประเมิน
ไนโตรเจน (%)	4.1	2.2 - 2.6	สูงมาก
ฟอสฟอรัส (%)	0.28	0.12 - 0.16	สูงมาก
โพแทสเซียม (%)	2.04	0.7 - 1.1	สูงมาก
แคลเซียม (%)	3.30	3.0 - 5.5	ต่ำมาก
แมกนีเซียม (%)	0.27	0.26 - 0.6	ต่ำมาก
กำมะถัน (%)	0.31	0.2 - 0.3	เหมาะสม
เหล็ก (mg/kg)	110	60 - 120	ดี
แมงกานีส (mg/kg)	48	25 - 200	ต่ำมาก
สังกะสี (mg/kg)	22	25 - 100	ต่ำมาก
ทองแดง (mg/kg)	22	5 - 16	เหมาะสม
โบรอน (mg/kg)	43	30 - 100	ต่ำมาก

การส่งตัวอย่างดินหรือพืชไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ไม่อาจยืนยันได้ว่าเกษตรกรจะได้รับค่าตอบแทนที่คุ้มค่าเสมอไป หากห้องปฏิบัติการนั้นไม่มีการรับประกันคุณภาพที่ดีพอ ปัญหาคุณภาพของห้องปฏิบัติการในประเทศไทยและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้นำมาพิจารณาตั้งประมาณปี พ.ศ. 2526 โดย International Board for Soil Research and Management (IBSRAM) และองค์การระหว่างประเทศอื่นๆ ที่เข้ามาทำวิจัยทางด้านเกษตรในภูมิภาคนี้ เนื่องจาก

บ่อยครั้งที่พบว่าตัวอย่างดินหรือพืชเดียวกันที่ส่งไปวิเคราะห์ยังห้องปฏิบัติการต่างๆ ได้ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน (IBSRAM, 1995) IBSRAM จึงได้จัดสัมมนาในเรื่องนี้หลายครั้ง ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2533 IBSRAM ร่วมกับ The University of Queensland ได้จัดอบรมเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับเรื่องนี้ให้แก่หัวหน้าภาควิชาเกษตรศาสตร์ของสถานศึกษาในภูมิภาคเอเชียใต้ และได้จัดพิมพ์ Methodological Guidelines ขึ้น เพื่อแจกจ่ายให้แก่ห้องปฏิบัติการต่างๆ ในกลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ที่เข้าร่วม Acid Soil Network in Southeast Asia (IBSRAM, 1991) รวมทั้งได้แจกจ่ายตัวอย่างอ้างอิงให้แก่ห้องปฏิบัติการเหล่านั้น แล้วนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบค่าต่างๆ ซึ่งได้จากผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการคณะกรรมการ มหาวิทยาลัยควีนสแลนด์ ปรากฏผลดังตารางที่ 2-3 ห้องปฏิบัติการในกลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีความพร้อมในการวิเคราะห์แตกต่างกันมาก ห้องปฏิบัติการของบางประเทศวิเคราะห์ได้เพียงวิเคราะห์คาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมด ซึ่งใช้วิธีไทเทรต การวัดค่าการนำไฟฟ้า (EC) ซึ่งมีวิธีการวิเคราะห์ที่ไม่ใช่ข้ออื่น แต่กลับได้ค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันมาก ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ในเครือชายเอเชียหรือเครือข่ายระดับโลกเดียวกัน แต่ผลการวิเคราะห์ที่ต่ำกว่าอ้างอิง ทั้งนี้เพราะใช้วิธีการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน (Kerven, 1996)

ตารางที่ 2-3 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างอ้างอิงของห้องปฏิบัติการต่างๆ ในกลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ที่เข้าร่วม Acid Soil Network in Southeast Asia ของ IBSRAM จำนวน 9 ห้องปฏิบัติการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการคณะกรรมการมหาวิทยาลัยควีนสแลนด์ (ค่าอ้างอิง) (ดัดแปลงจาก Kerven, 1995)

พารามิเตอร์	หน่วย	ค่าอ้างอิง	ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่าย									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
pH (H ₂ O)		5.2	5.1	4.84						5.3	5.0	
EC	dS/m	0.017	-	0.105	-	-	-	-	-	0.08	-	
Org. C	%	1.94	1.61	1.75	-	1.71	1.52	1.63		1.58	0.82	
Total N	%	0.10	0.16	-	0.11	0.12	0.08	0.1		0.08	0.11	
Bray I.P	mg/kg	40.2	67	-	56					62	35.5	56.0
Exch. H	cmol/kg	0.69	-	1.27	-					0.8		0.94
Exch. Al	cmol/kg	0.51		0.77	-	-	-	-		0.43	0.62	0.68
Exch. Ca	cmol/kg	0.81	0.78	0.77	-	-	-	-		0.8	0.78	0.85
Exch. Mg	cmol/kg	0.51	0.6	0.44	-	-	-	-		0.53	0.55	0.70
Exch. Na	cmol/kg	0.07		0.05	-	-	-	-		0.19	-	0.16

ในปี พ.ศ. 2540 IBSRAM ได้จัดทำโครงการ Southeast Asian Laboratory Network (SEALNET) เพื่อสร้างเครือข่ายและยกระดับมาตรฐานห้องปฏิบัติการในภูมิภาคนี้ให้มีความน่าเชื่อถือที่ดีขึ้น โดยนำความสำเร็จของเครือข่ายห้องปฏิบัติการในภูมิภาคอื่น เช่น South Pacific Agricultural Chemistry Network (SPACNET) มาเป็นแนวทางในการดำเนินงาน การรวมตัวเป็นเครือข่ายเป็นที่ยอมรับกันว่าห้องปฏิบัติการที่เป็นสมาชิกสามารถช่วยกันยกระดับ

คุณภาพที่ดีขึ้นได้ แม้ว่า IBSRAM มองเห็นปัญหาในเรื่องคุณภาพของห้องปฏิบัติการ และพยายามปรับปรุงห้องปฏิบัติการหลักๆ ของแต่ละประเทศมาเป็นเวลานาน แต่ยังไม่เห็นผลความก้าวหน้าที่เป็นรูปธรรมที่ชัดเจน โดยเฉพาะประเทศไทยยังไม่มีเครือข่ายภายในประเทศ และไม่มีหน่วยงาน ศึกษาศาสตร์ชั้นนำในการสร้างและบริหารเครือข่าย ส่วน SEALNET ซึ่งเป็นเครือข่ายในระดับภูมิภาค ยังไม่มีองค์กรใดเข้ามาดำเนินการด้วย

การจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการด้านวิเคราะห์ดินและพืช เพื่อยกระดับมาตรฐานของห้องปฏิบัติการต่างๆ พร้อมทั้งประเมินความต้องการใช้ปุ๋ยของพืชเมืองร้อนจากผลวิเคราะห์ดินและพืช เพื่อทำให้ผลวิเคราะห์มีความหมายและเหมาะสมนำไปใช้ประโยชน์ได้ นอกจากนี้วิธีแปลความหมายที่แตกต่างกันในหลายๆ ประเทศ สมควรที่จะประชุมตกลงเพื่อกำหนดเป็นวิธีมาตรฐานสำหรับใช้ภายในประเทศ เพื่อสะดวกในการสื่อสาร และแนะนำส่งเสริมผู้ใช้ข้อมูลวิเคราะห์ รวมทั้งนักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการสามารถให้คำแนะนำเบื้องต้นได้

2. รูปแบบของเครือข่าย

ก่อนการเริ่มโครงการฯ นักวิจัยและคณะที่ปรึกษาส่วนหนึ่งได้ประชุมร่วมกันเพื่อหาแนวทางจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการขึ้นในประเทศไทย ณ กองรัฐวิเทศ กรมวิชาการเกษตร และได้มีความเห็นร่วมกันว่า เครือข่ายห้องปฏิบัติการในระยะเริ่มต้น ควรแยกออกเป็น 2 ระดับ คือ เครือข่ายหลัก และเครือข่ายเสริม ทั้งนี้เพราะความพร้อมและความสนใจในการเข้าร่วมของห้องปฏิบัติการต่างๆ ไม่เหมือนกัน ห้องปฏิบัติการบางแห่งไม่พร้อมที่จะร่วมกิจกรรมกับเครือข่ายอย่างเต็มที่ รวมทั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการและการประกันคุณภาพยังเป็นเรื่องใหม่สำหรับประเทศไทย การจัดตั้งเป็นเครือข่ายขนาดใหญ่มิฉะนั้นจะยากยิ่งจากหลายประการ ทำให้มีโอกาสที่จะล้มเหลวได้ง่าย ดังนั้นทางโครงการฯ จึงได้รวบรวมห้องปฏิบัติการที่มีความพร้อม และมีนักวิจัยพร้อมที่จะร่วมทำวิจัยกับโครงการฯ เข้ามาเป็นเครือข่ายหลัก และคาดหวังให้ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักเป็นตัวอย่างและเป็นผู้นำที่ถ่ายทอดเทคนิคต่างๆ จากนั้นจึงค่อยๆ รับสมัครห้องปฏิบัติการที่สนใจด้านการประกันคุณภาพเข้ามาร่วมเป็นเครือข่ายเสริม

2.1 เครือข่ายหลัก

ห้องปฏิบัติการเครือข่ายหลักมีลักษณะเป็นห้องปฏิบัติการที่มีความพร้อม และมีขีดความสามารถในการวิเคราะห์ดินและพืชทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลินทรีย์ พร้อมทั้งมีการประกันคุณภาพโดยใช้ตัวอย่างเป็นอิสระ ทำหน้าที่กำหนดวิธีมาตรฐานในการวิเคราะห์ วิเคราะห์ประเมินผลค่าวิเคราะห์ จัดทำตัวอย่างอ้างอิง วิจัยควบคุมคุณภาพ รวมทั้งจัดฝึกอบรมเทคนิคและวิธีการต่างๆ ให้กับห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริม ห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมในเครือข่ายหลัก มี 8 ห้องปฏิบัติการ ดังนี้

- ห้องปฏิบัติการฝ่ายบริการใช้ประโยชน์เครื่องมือ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ภูเก็ต จ. นครศรีธรรมราช
- ห้องปฏิบัติการงานวิเคราะห์ดินและสิ่งแวดล้อม ฝ่ายเครื่องมือวิทยาศาสตร์กลาง สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ
- ห้องปฏิบัติการบริการวิเคราะห์ดินและพืชภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ. ขอนแก่น

- ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยเกษตรเคมี สำนักวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร การวิเคราะห์ทางเกษตร การตรวจวิเคราะห์และสหกรณ์ กรุงเทพฯ
- ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและห้องปฏิบัติการวิเคราะห์พืช สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ
- ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน พืชและน้ำ ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ. เชียงใหม่

2.2 เครือข่ายเสริม

ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมทำหน้าที่รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี ทั้งในด้านเทคนิคการวิเคราะห์การบริหารห้องปฏิบัติการ การประกันคุณภาพ และการประเมินผลค่าวิเคราะห์ ห้องปฏิบัติการที่ร่วมในโครงการมีดังนี้

- ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน ภาควิชาประมงวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ
- ห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ห้องปฏิบัติการดินและพืชและบริการ ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาการเกษตรภาคตะวันออกเฉิงเหนือ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- ห้องปฏิบัติการสำนักงานไร่สีหคตลองและห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
- ศูนย์ปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- ห้องปฏิบัติการฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1
- ห้องปฏิบัติการฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2
- ห้องปฏิบัติการฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3
- ห้องปฏิบัติการฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4
- ห้องปฏิบัติการฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5
- ห้องปฏิบัติการฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6
- ห้องปฏิบัติการฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7
- ห้องปฏิบัติการฝ่ายวิเคราะห์ดิน สถานีพัฒนาที่ดินเขต 1
- ห้องปฏิบัติการฝ่ายวิเคราะห์ดิน สถานีพัฒนาที่ดินเขต 4
- ห้องปฏิบัติการฝ่ายวิเคราะห์ดิน สถานีพัฒนาที่ดินเขต 5
- ห้องปฏิบัติการฝ่ายวิเคราะห์ดิน สถานีพัฒนาที่ดินเขต 6
- ห้องปฏิบัติการฝ่ายวิเคราะห์ดิน สถานีพัฒนาที่ดินเขต 11
- ห้องปฏิบัติการฝ่ายวิเคราะห์ดิน สถานีพัฒนาที่ดินเขต 12

3. ตัวอย่างเครือข่ายห้องปฏิบัติการในต่างประเทศ

เครือข่ายห้องปฏิบัติการในต่างประเทศมีมานานแล้ว โดยมีการรวมกลุ่มกันทั้งในระดับประเทศ ระดับภูมิภาค และระดับนานาชาติ ตัวอย่างเครือข่ายขนาดใหญ่และมีกิจกรรมอย่างต่อเนื่องได้แก่

3.1 Wageningen Evaluating Programmes for Analytical Laboratories (WEPAL) เครือข่ายนี้ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1966 โดยเริ่มจากการแลกเปลี่ยนตัวอย่างพืชระหว่างห้องปฏิบัติการต่างๆ ในปี ค.ศ. 1973 International Soil Museum (ปัจจุบันเปลี่ยนชื่อเป็น International Soil Reference and Information Center) ได้จัดตั้งโปรแกรม Laboratory Methods and Data Exchange Program for Soil Characterization (LABEX) ขึ้น เพื่อจัดทำมาตรฐานวิธีวิเคราะห์ดินที่สำคัญสำหรับการจำแนกดิน ในแต่ละส่วนของโลกให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน มีห้องปฏิบัติการ 29 แห่ง จากทุกทวีปเข้าร่วมในโครงการ LABEX แต่ไม่มีห้องปฏิบัติได้จากประเทศไทยเข้าร่วมเลย (ISRIC, 2004) ต่อมาในปี ค.ศ. 1988 LABEX ได้เข้าร่วมเป็นส่วนหนึ่งของ WEPAL ปัจจุบัน WEPAL มีสำนักงานตั้งอยู่ภายในมหาวิทยาลัย Wageningen ประเทศเนเธอร์แลนด์ ให้บริการแลกเปลี่ยนตัวอย่างระหว่างห้องปฏิบัติการนานาชาติรวม 4 โปรแกรม คือ

- International Plant-analytical Exchange Programme (IPUE) เริ่มก่อตั้งในปี ค.ศ. 1966 ปัจจุบันมีสมาชิก 211 ห้องปฏิบัติการ ใน 60 ประเทศ ให้บริการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ตัวอย่างพืชทั้งเพื่อการเกษตร อาหาร และสิ่งแวดล้อม
- International Soil-analytical Exchange Programme (ISE) เริ่มก่อตั้งเมื่อ ค.ศ. 1988 ปัจจุบันมีสมาชิก 265 ห้องปฏิบัติการ ใน 63 ประเทศ ให้บริการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ตัวอย่างดินทั้งเพื่อการเกษตร และสิ่งแวดล้อม
- Sediment Exchange for Tests on Organic Contaminants (SETOC) เริ่มก่อตั้งเมื่อปี ค.ศ. 1990 ปัจจุบันมีสมาชิก 100 ห้องปฏิบัติการ ใน 21 ประเทศ
- Manure and Refuse Sample Exchange Programme (MARSEP) เริ่มก่อตั้งเมื่อปี ค.ศ. 1994 ปัจจุบันมีสมาชิก 53 ห้องปฏิบัติการ ใน 15 ประเทศ

ในต่อมเริ่มต้นการก่อตั้ง รัฐบาลเนเธอร์แลนด์ได้ให้การสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินการ แต่ปัจจุบันโปรแกรมแลกเปลี่ยนตัวอย่างของ WEPAL ทุกโปรแกรมดำเนินงานโดยเงินจากสมาชิก ห้องปฏิบัติการที่เป็นสมาชิกจะตั้งจ่ายค่าสมาชิกรายปีตามประเภทของโปรแกรม ดังตารางที่ 2-4 การทดสอบประสิทธิภาพห้องปฏิบัติการของ WEPAL ดำเนินการปีละ 4 ครั้ง โดยวิธีจัดส่งตัวอย่างอ้างอิงให้แก่ห้องปฏิบัติการที่เป็นสมาชิกครั้งละ 4 ตัวอย่าง และใช้เวลาวิเคราะห์ประมาณ 3 เดือน WEPAL จะจัดส่งรายงานผลการทดสอบให้แก่สมาชิกทุกครั้ง และส่งรายงานสรุปในรอบปีให้ด้วย โดยจัดส่งให้ทั้งเอกสารกระดาษและเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (WEPAL, 2004)

นอกจากให้บริการทดสอบประสิทธิภาพแล้ว WEPAL ยังจำหน่ายตัวอย่างอ้างอิงทั้ง 4 ประเภท กับจ้างเตรียมตัวอย่างอ้างอิงให้แก่ห้องปฏิบัติการต่างๆ และจัดฝึกอบรมเกี่ยวกับงานด้านต่างๆ ของห้องปฏิบัติการให้แก่ผู้สนใจได้ด้วย (WEPAL, 2004) โครงการจัดตั้งห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชได้สมัครเข้าเป็นสมาชิก WEPAL ด้วยตั้งแต่เดือนกันยายน 2545 เป็นต้นมา WEPAL เพิ่มอัตราค่าสมาชิกทุกปี ทำให้วงเงินงบฯ ต้องจ่ายค่าสมาชิกสูงกว่างบ

ประมาณที่ได้รับบริการสนับสนุนจาก สกว. เนื่องจากทางโครงการฯ ใช้อัตราค่าสมาชิกเมื่อปี พ.ศ. 2543 ในการของบประมาณ นอกจากนี้ค่าเงินบาทที่ต่ำลง ก็เป็นสาเหตุให้ทางโครงการฯ ต้องจ่ายค่าสมาชิกสูงขึ้นด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 2-4 อัตราค่าสมาชิกรายปี (ประจำปี 2547) ของโปรแกรมแลกเปลี่ยนตัวอย่างประเภทต่างๆ ของเครือข่าย WEPAL ห้างปฏิบัติการที่ ๓ ในส. จะจะต้องจ่ายเป็นเงินยูโรเท่านั้น (WEPAL, 2004)

ประเภทของโปรแกรม	อัตราค่าสมาชิก	
	ยูโร	บาท (โดยประมาณ)
IPE	485.0	24,735
JSF	485.0	24,735
SETOC	845.0	43,095
MARSEP	690.0	35,190

3.2 North American Proficiency Testing Program for Soil, Plant and Water Analysis Laboratories (NAPT) เป็นเครือข่ายระดับภูมิภาคของทวีปอเมริกาเหนือ มีสมาชิกประมาณ 1๖๖ ห้องปฏิบัติการ ที่ให้บริการทดสอบประสิทธิภาพกับตัวอย่าง 4 ประเภท คือ

- ตัวอย่างดินเพื่อการเพาะปลูก
- ตัวอย่างดินเพื่อสิ่งแวดล้อม
- ตัวอย่างพืช
- ตัวอย่างน้ำ

นอกจากให้บริการทดสอบประสิทธิภาพแล้ว NAPT ยังจำหน่ายตัวอย่างดินกึ่งจริงด้วย (NAPT, 2004)

3.3 South Pacific Agricultural Chemistry Laboratory Network (SPACNET) เป็นเครือข่ายห้องปฏิบัติการระดับภูมิภาคในกลุ่มประเทศแปซิฟิกใต้ ได้แก่ นิวซีแลนด์ ปาปัวนิวกินี ฟิจิ ตองกา วานูวาตู ซามัว ตูวาลู และหมู่เกาะโซโลมอน โดยมี Mr. Brian Daly เป็นผู้จัดการเครือข่าย กิจกรรมของเครือข่ายนี้ ได้แก่ การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการให้แก่ห้องปฏิบัติการขนาดเล็กที่ขาดความชำนาญ การแลกเปลี่ยนตัวอย่างดินและพืช การสร้างความสัมพันธ์กับเครือข่ายห้องปฏิบัติการอื่น การจัดทำคู่มือวิเคราะห์ และการจัดทำคู่มือประกันคุณภาพ ที่ในต้น SEALNET ซึ่งจัดตั้งขึ้นในกลุ่มประเทศออสเตรเลีย ตะวันออกเฉียงใต้ ได้รับความช่วยเหลือทางวิชาการและการถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการจัดตั้งเครือข่ายมาจาก SPACNET (Manauak: Whenua Landcare Research, 1997; SPACNET, 1998)

3.4 Agricultural Laboratory Association of Southern Africa (ALASA) เป็นเครือข่ายห้องปฏิบัติการระดับภูมิภาคในกลุ่มประเทศแอฟริกาตอนใต้ ก่อตั้งขึ้นในปี ค.ศ. 199๓ โดยจะพัฒนามาจากโครงการต่างๆ ด้านการบริหารและการประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการที่มี Fertilizer Society of South Africa (FSSA) เป็นแกนนำ ALASA มีสมาชิกประมาณ 50 ห้องปฏิบัติการ และมีวัตถุประสงค์คล้ายกันของเครือข่ายห้องปฏิบัติการอื่น ได้แก่ จัดทำวิธีมาตรฐานในการวิเคราะห์ ส่งเสริมให้มีการใช้วิธีมาตรฐานที่จัดทำขึ้น สนับสนุนให้ห้องปฏิบัติการที่เป็นสมาชิกมีแผนดำเนินงาน

ด้านการประกันคุณภาพ จะสนับสนุนให้ห้องปฏิบัติการที่เป็นสมาชิกได้รับการรับรองมาตรฐานคุณภาพ (accreditation) เป็นต้น ALASA ดำเนินงานครอบคลุมตัวอย่าง 7 ประเภท คือ

- ตัวอย่างพืช
- ตัวอย่างดิน
- ตัวอย่างปุ๋ย
- ตัวอย่างปุ๋ย
- ตัวอย่างสารปราบศัตรูพืช
- ตัวอย่างอาหารสัตว์
- ตัวอย่างน้ำ

ห้องปฏิบัติการสมาชิกที่ผ่านเกณฑ์คุณภาพของ ALASA จะได้รับการรับรองมาตรฐาน (Agricultural Research Council, 2004; Buys et al., 1996)

3.5 Australian Soil and Plant Analysis Council (ASPAC) เป็นองค์การวิจัยในประเทศของออสเตรเลีย ที่ดำเนินกิจกรรมหลายด้านที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ดินและพืช เช่น การทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ย และการจัดทำเอกสารต่างๆ เป็นต้น

4. กิจกรรมและความร่วมมือของสมาชิกในเครือข่าย

สมาชิกของเครือข่ายหลักจัดประชุมปรึกษาหารือ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เพื่อวางแผน กำหนดแนวทาง และดำเนินการเพื่อจัดตั้งเครือข่ายวิเคราะห์ดินและพืช โดยประชุมหมุนเวียน ณ ห้องปฏิบัติการของเครือข่ายหลักด้วยกัน ทั้งนี้ได้กำหนดขอบข่ายของการดำเนินการและทำกิจกรรมดังนี้

- สำรวจและประเมินห้องปฏิบัติการ เพื่อสอบถามข้อมูลและสำรวจความพร้อมในด้านการใช้บริการวิเคราะห์ดินและพืชของเครือข่ายหลักและเครือข่ายเสริม รวมทั้งความสนใจในการเข้าร่วมเป็นเครือข่ายของห้องปฏิบัติการที่เป็นเครือข่ายเสริม เช่น ข้อมูลทางกายภาพ เครื่องมือวิเคราะห์ เป็นต้น
- การอบรมเชิงปฏิบัติการ เพื่อเพิ่มพูนทักษะพื้นฐานด้านการวิเคราะห์ดินเทคนิคการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และการจัดการสารสนเทศห้องปฏิบัติการ แก่นักวิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการด้านการวิเคราะห์ดินและพืช ให้มีความสามารถด้านเทคนิควิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน รวมทั้งทำให้มีความรู้เรื่องการประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการ และการแปลความหมายค่าวิเคราะห์ดินและพืชเบื้องต้น และการจัดการระบบข้อมูลการวิเคราะห์ ได้จัดอบรมเชิงปฏิบัติการ 3 ครั้ง คือ ครั้งแรกเรื่อง "ความรู้พื้นฐานด้านการวิเคราะห์ดิน" ระหว่างวันที่ 25 - 29 มีนาคม 2545 ณ ฝ่ายเครื่องมือวิทยาศาสตร์กลาง สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ ครั้งที่สองเรื่อง "การประยุกต์ใช้ Atomic Absorption Spectrophotometer เพื่อการวิเคราะห์ดินและพืช" ระหว่างวันที่ 18 - 20 ธันวาคม 2545 ณ มหาวิทยาลัยบูรพาการดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 เชียงใหม่ และครั้งที่สามเรื่อง "เครือข่าย

คอมพิวเตอร์เพื่อการจัดการสารสนเทศห้องปฏิบัติการ" ระหว่างวันที่ 26 - 30 เมษายน 2547 ณ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ นครศรีธรรมราช

- การจัดสัมมนาวิชาการ เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็นกับผู้เชี่ยวชาญด้านวิเคราะห์ดินและพืช เกี่ยวกับวิธีมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์วิเคราะห์ดินและพืชเพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของประเทศ ไทย และวิธีแปลความหมาย หรือวิธีประเมินผลการวิเคราะห์ที่เหมาะสมทั้งการวิเคราะห์ดินและพืช ทั้งนี้ได้จัดสัมมนาวิชาการ 2 ครั้ง คือ เรื่อง วิวัฒนาการสำหรับวิเคราะห์วิเคราะห์ดินและพืชเพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของประเทศ ไทย ระหว่างวันที่ 23 - 24 พฤษภาคม 2545 ณ ห้องประชุมกองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ และเรื่อง การแปลผลวิเคราะห์ดินและพืช ระหว่างวันที่ 27 - 28 พฤษภาคม 2547 ณ ห้องประชุมสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กรุงเทพฯ
- การจัดทำตัวอย่างอ้างอิงดินและพืช เพื่อใช้ในการประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการ แต่ตัวอย่างอ้างอิงรับรอง (certificate reference material) มีราคาแพง โครงการจึงได้จัดเตรียมขึ้นเป็นตัวอย่างดิน 5 ตัวอย่าง และตัวอย่างพืช 1 ตัวอย่าง โดยร่วมกับวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการเครือข่ายหลัก พร้อมทั้งจัดส่งตัวอย่างอ้างอิงดังกล่าวไปวิเคราะห์โดยห้องปฏิบัติการอ้างอิงภายในประเทศและต่างประเทศ(CIRAD) เพื่อเปรียบเทียบและหาความมาตรฐานของตัวอย่างอ้างอิงดินและพืชนี้
- การจัดส่งตัวอย่างอ้างอิงดินและพืชไปให้เครือข่ายเสริมวิเคราะห์ เพื่อใช้ป้อนตัวอย่างในการควบคุมคุณภาพของห้องปฏิบัติการ
- การจัดทำวิธีมาตรฐานวิเคราะห์ดินและพืช เพื่อใช้ป้อนคู่มือวิธีวิเคราะห์ดินและพืช เนื่องจากห้องปฏิบัติการต่าง ใช้วิธีวิเคราะห์แตกต่างกัน ย่อมทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ระหว่างกันได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องจำกัดจำนวนวิธีวิเคราะห์ที่ไม่มากเกินไป
- การจัดทำคู่มือประกันคุณภาพและการบริหารห้องปฏิบัติการ และการนำระบบประกันคุณภาพมาใช้ เพื่อเป็นการประกันคุณภาพของห้องปฏิบัติการ โดยยึดแนวทางตามคู่มือปฏิบัติการห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชของ FAO และงานส่วนหนึ่งจากโครงการวิจัยเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม - มหาวิทยาลัย; ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและวัตถุอันตราย (โครงการย่อยชิ้นที่ 1) ซึ่งนักวิจัยบางคนเคยร่วมโครงการนี้
- การจัดทำฐานข้อมูลแปลผลวิเคราะห์พืช เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการจัดการธาตุอาหารพืชที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งมีผู้ทำการทดลอง หรือสำรวจไว้เป็นจำนวนมาก จึงได้รวบรวมให้อยู่ในรูปแบบที่ห้องปฏิบัติการต่างๆ สามารถนำไปใช้ได้ง่าย
- การจัดทำ Website : <http://webhost.wu.ac.th/~rsources/labnew/> เพื่อการสื่อสารระหว่างนักวิจัยในโครงการ และเผยแพร่ กิจกรรมของโครงการสู่สาธารณชน
- สมัครเข้าเป็นสมาชิกของ WEPAL น. 2 โปรแกรม คือ International Plant-analytical Exchange Programme (IPE) และ International Soil-analytical Exchange Programme (ISE) ดังนั้นห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชในประเทศไทยที่เข้าร่วมเครือข่าย จะได้รับบริการประเมินผลจาก IPE และหรือ ISE ด้วยเช่นกัน

โดยการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืชของ WEPAL, ที่จัดส่งให้แก่และสมาชิกวิเคราะห์พร้อมับตัวอย่างที่โครงการจัดเตรียมขึ้น เป็นระยะเวลา 2 ปีๆ ละ 4 ครั้ง

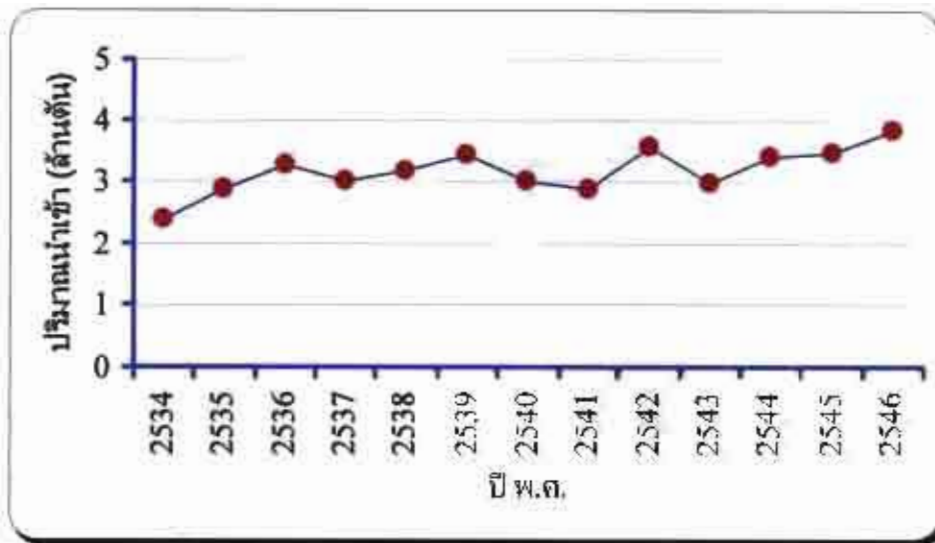
- การเยี่ยมชมโครงการประเมินห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ (WEPAL; ณ Wageningen Evaluating Programmes for Analytical Laboratories (WEPAL), Department of Soil Quality Wageningen University, The Netherlands ระหว่างวันที่ 16 – 20 กันยายน 2545

5. บทบาทของเครือข่ายต่อการปฏิบัติการใช้ปุ๋ยของประเทศ

ถึงแม้ประเทศไทยจะมีวัตถุดิบเพื่อการผลิตปุ๋ยอยู่มากในประเทศ แต่ด้วยข้อจำกัดหลายด้านทำให้ประเทศไทยจำเป็นต้องนำเข้าปุ๋ยจากต่างประเทศเกือบทั้งหมดของปริมาณความต้องการใช้ภายในประเทศ ในปี พ.ศ. 2534 ประเทศไทยนำเข้าปุ๋ยทุกประเภทรวมกัน 2.37 ล้านตัน และได้เพิ่มขึ้นเป็น 3.84 ล้านตัน ในปี พ.ศ. 2546 (รูปที่ 2-1) โดยมีมูลค่าการค้าเข้า 10,334 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2534 และได้เพิ่มเป็น 25,747 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2546 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2539; สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2542; สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2547) ซึ่งคาดว่าในอนาคตประเทศไทยจะนำเข้าปุ๋ยสูงขึ้นอีก หากผลผลิตทางการเกษตรคุ้มค่าต่อการลงทุน หรือเศรษฐกิจของประเทศดีขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากอัตราการใช้ปุ๋ยของประเทศไทยยังต่ำกว่าอีกหลายประเทศ เช่น มาเลเซีย เกาหลีใต้ และญี่ปุ่น เป็นต้น (ตารางที่ 2-5) ภาคการเกษตรมีการใช้ปุ๋ยเคมีสูตรมาตรฐานตามชนิดของพืชตามคำแนะนำของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ แต่เกษตรกรไม่ได้ส่งตัวอย่างดินหรือพืชมาวิเคราะห์ตรวจสอบถึงสภาพดินและปริมาณธาตุอาหารหรือที่มีอยู่ในดินหรือพืชในขณะนั้นเสียก่อน ทำให้การใช้ปุ๋ยเคมีอาจมีปริมาณที่ไม่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด เครือข่ายวิเคราะห์ดินและพืชจึงเป็นโครงการหนึ่งที่สามารถช่วยเกษตรกรให้รู้จักการวางแผนการจัดการดิน ปุ๋ยและปุ๋ยอินทรีย์อย่างถูกต้องที่สอดคล้องกับพืชและหลังการจับเกี่ยวผลผลิต มีการใช้ปุ๋ยในปริมาณที่เหมาะสม ปริมาณปุ๋ยที่พอเหมาะนี้ หมายถึงจำนวนหรืออัตราปุ๋ยที่ใช้ต่อไร่หรือต่อตันที่พืชจะได้รับ ความเหมาะสมของการใช้ปุ๋ยมี 2 ลักษณะคือ

- เชิงปริมาณของธาตุอาหารที่พืชต้องการ เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงสุด ถ้าพืชได้รับปุ๋ยน้อยกว่านี้ก็จะทำให้พืชไม่เจริญเติบโตและให้ผลผลิตต่ำ หรือถ้าให้ปุ๋ยมากกว่านี้ก็อาจเป็นพิษแก่พืชหรือสิ่งแวดล้อมได้หรือจะไม่ทำให้พืชเติบโตและให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย
- เชิงหลักเกณฑ์การสูตร กล่าวคือปริมาณของปุ๋ยที่ใช้จะต้องพิจารณาเกี่ยวกับราคาของปุ๋ย และราคาของผลผลิตที่จะขายได้เสียก่อน การให้ปุ๋ยที่พอเหมาะนั้นเป็นการใส่ปุ๋ยจำนวนหนึ่ง (ต่อไร่หรือต่อตัน) ซึ่งจะมีผลทำให้ผลผลิตผลสูงขึ้นระดับหนึ่ง (ไม่จำเป็นต้องเป็นผลผลิตสูงสุด) อันจะทำให้ได้กำไรต่อเงินลงทุนในการซื้อปุ๋ยมาใช้มากที่สุด

ทั้งนี้เกษตรกรจะสามารถคำนวณการให้ปุ๋ยเพื่อให้ได้รับผลตอบแทนสูงสุดนี้ได้ก็ต่อเมื่อได้รับผลการวิเคราะห์ดินหรือพืชที่ถูกต้องแม่นยำจากห้องปฏิบัติการที่มีการรับประกันคุณภาพ ทำให้สามารถวางแผนจัดการการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงสุด และลดปริมาณการให้ปุ๋ยหรือต้นทุนการผลิตลงได้



รูปที่ 2-1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณการนำเข้าปุ๋ยเคมีทุกประเภทรวมกันระหว่างปี พ.ศ. 2534 - 2546 ของประเทศไทย (ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2539; สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2542; สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2547)

ตารางที่ 2-5 อัตราการใช้ปุ๋ยต่อหน่วยพื้นที่ทางการเกษตรของบางประเทศเปรียบเทียบกับประเทศไทยในปี พ.ศ. 2543 (ดัดแปลงจาก FAOSTAT, 2004)

ประเทศ	อัตราการใช้ปุ๋ย (kg/ha)
S. Korea	397
Egypt	383
Japan	276
Viet Nam	258
Netherlands	214
Israel	166
Malaysia	151
France	140
UK	104
India	92
Thailand	78
China	62
Philippines	60
Indonesia	56
New Zealand	47
USA	46
Canada	33
Brazil	25
Argentina	5

6. ประโยชน์ของเครือข่ายต่อการพัฒนาเทคโนโลยีของประเทศ

การใช้เทคโนโลยีการเกษตร หรือนวัตกรรมที่เหมาะสม เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการพัฒนาการเกษตรที่จะช่วยเพิ่มผลผลิตและสร้างแรงจูงใจในการกระตุ้นเศรษฐกิจการผลิตเกษตร โดยจำเป็นต้องมีการปรับปรุงองค์ความรู้และพัฒนาภาคการเกษตร แหล่งบริการความรู้เฉพาะด้านให้เป็นมาตรฐานเดียวกันและมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับในระดับสากล โดยการนำความรู้ วิทยาการใหม่ๆ และบริการทางวิชาการที่ตรงกับความต้องการและทันต่อสถานการณ์ที่เกิดขึ้น เครือข่ายวิเคราะห์ดินและพืชเป็นโครงการหนึ่งของการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อยกระดับมาตรฐานของห้องปฏิบัติการให้มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับทั้งในระดับภายในประเทศและต่างประเทศ เพื่อให้ผู้ใช้บริการโดยเฉพาะเกษตรกรที่อาศัยอยู่กับเครือข่ายทั่วประเทศสามารถเข้าถึงการบริการนี้ได้อย่างทั่วถึงและมีมาตรฐานเดียวกันทุกแห่ง อันจะช่วยสนับสนุนกระบวนการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตร และช่วยแก้ไขปัญหาอุปสรรคให้เกษตรกร เพื่อให้เกษตรกรมีความเข้มแข็งในด้านเศรษฐกิจเน้นให้มีการวางแผนการผลิตที่สามารถกำหนดปริมาณและคุณภาพให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดโดยเหมาะสมมาตรฐานของผลผลิตเพื่อการแข่งขันสู่ระดับโลกได้ เสริมสร้างความรู้ ทักษะเทคโนโลยีที่เหมาะสมแก่เกษตรกรในการพัฒนาคุณภาพและปริมาณผลผลิตที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ

7. เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร และกรมส่งเสริมสหกรณ์ 2541. คู่มือการผสมปุ๋ยเคมีสูตรต่างๆ ใช้เอง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 101 หน้า.

กลองปฐมวิทยยา. 2541. คู่มือการผสมปุ๋ยใช้เอง. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 102 หน้า.

สมชาย องค์ประเสริฐ. 2547. การวิเคราะห์ดินและแปลค่าโยเพื่อการแนะนำปุ๋ย. ใน: เอกสารการสัมมนาเรื่อง "การแปลผล การวิเคราะห์ดินและพืช ระหว่างวันที่ 27-29 พฤษภาคม 2547 ณ สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2539. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2538/39. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2542. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2540/41. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. ข้อมูลเมื่อวันที่ 5 ตุลาคม 2547. ตารางปริมาณและมูลค่าการนำเข้าปุ๋ยเคมีสูตรที่สำคัญ ปี 2542-2546. <http://www.oae.go.th/research/Factor/ImportFertilizer.htm>.

Agricultural Research Council. Visited 5 October 2004. Laboratory Services. <http://www.arc.agric.za/institutes/tsc/main/services/laboratory.htm>.

Buyts, A.J., Van Vuuren, J.A.J., Coetzee, J.G.K., Claassens, A.S. and Barnard, R.O. 1996. ALASA: Agricultural Laboratory Association of Southern Africa – Ensuring Reliable Analyses. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 27:1571-1578.

FAOSTAT. Visited 5 October 2004. FAO Statistical Databases. <http://faostat.fao.org/default.jsp?language=EN>

IBSRAM (International Board for Soil Research and Management). 1991. Methodological Guidelines for IBSRAM's Soil Management Networks. Bangkok.

IBSRAM (International Board for Soil Research and Management). 1995. Soil Data for Sustainable Land Use: A Training Workshop for Asia. Bangkok.

ISRIC (International Soil Reference and Information Center). Visited 4 October 2004. <http://www.isric.nl/>

Manuka Whenua Landcare Research. 1997. Soil Horizons Newsletter. Issue 1. <http://www.landcareresearch.co.nz/publications/newsletters/soilhorizons/Soil%2097.pdf>

NAPT (North American Proficiency Testing Program for Soil and Plant Analysis Laboratories). Visited 4 October 2004. <http://www.usasl.usu.edu/napt/home.php>

SPACNET. 1998. SPACNET News. Issue No.3. A New Zealand MFAT/ IBSRAM PACIFICLANDS/ Landcare Research NZ.

WEFAL (Wageningen Evaluating Programmes for Analytical Laboratories). Visited 4 October 2004.



การสำรวจและประเมินห้องปฏิบัติการ

- คำนำ
- วัตถุประสงค์
- วิธีการศึกษา
- ผลการดำเนินงาน
- สรุปผลการดำเนินงาน
- เอกสารอ้างอิง

1. คำนำ

โครงการ "การจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช" ได้รวบรวมห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชที่มีความพร้อมในการเข้าร่วมกิจกรรมการเป็นเครือข่าย โดยเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเป็น 2 ระดับ คือ เครือข่ายหลักและเครือข่ายเสริม ดังรายละเอียดที่ได้กล่าวแล้วในบทที่ 2

ห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมเป็นเครือข่ายหลักประกอบด้วย 6 ห้องปฏิบัติการ และห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมเป็นเครือข่ายเสริมประกอบด้วย 18 ห้องปฏิบัติการ ซึ่งตั้งอยู่ในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ และ ภาคใต้ ดังรายละเอียดในบทที่ 2 สำหรับห้องปฏิบัติการที่เป็นเครือข่ายหลักนั้น ทำหน้าที่กำหนดวิธีมาตรฐาน วิจัยมาตรฐานในการวิเคราะห์ วิธีประเมินผลค่าวิเคราะห์ จัดทำคู่มือทางอ้างอิง รวมทั้งจัดฝึกอบรมเทคนิคและวิธีการต่างๆ ให้กับห้องปฏิบัติการที่เป็นเครือข่ายเสริม ห้องปฏิบัติการที่เป็นเครือข่ายเสริมจะทำหน้าที่รับภาระนำเทคโนโลยีในด้านเทคนิคการวิเคราะห์ ห้องปฏิบัติการทั้งที่เป็นเครือข่ายหลักและเครือข่ายเสริมจะมีความแตกต่างกันในเรื่องต่าง ๆ เช่น ข้อมูลทางภาพถ่ายของห้องปฏิบัติการ เครื่องมือวิเคราะห์ วิธีวิเคราะห์ ฯลฯ การสำรวจและประเมินห้องปฏิบัติการ เป็นวิธีการหนึ่งที่จะทราบถึงข้อมูลดังกล่าว ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการบริหารจัดการ และประเมินศักยภาพรวมทั้งความพร้อมในการร่วมเป็นเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชของโครงการ

2. วัตถุประสงค์

เพื่อสำรวจ และประเมินความพร้อมและศักยภาพบุคลากรที่วิเคราะห์ดินและพืชของห้องปฏิบัติการทั้งในเครือข่ายหลักและเครือข่ายเสริม สืบถามความสมัครใจในการเข้าร่วมเป็นเครือข่ายของห้องปฏิบัติการที่เป็นเครือข่ายเสริม รวมทั้งชี้แจงข้อสงสัยต่างๆ

3. วิธีการศึกษา

3.1 ติดต่อกับและรวบรวมห้องปฏิบัติการที่ได้รับบริการวิเคราะห์ดินและพืชแก่เกษตรกร เพื่อทำเป็นเครือข่ายหลัก ซึ่งห้องปฏิบัติการเหล่านี้มีความพร้อมที่จะเข้าร่วมเป็นเครือข่าย และเจ้าหน้าที่มีความพร้อมและสนใจที่จะเข้าร่วมวิจัยกับโครงการ

3.2 ติดต่อกับและรวบรวมห้องปฏิบัติการที่ได้รับบริการวิเคราะห์ดินและพืชแก่เกษตรกร เพื่อทำเป็นเครือข่ายเสริม ซึ่งห้องปฏิบัติการเหล่านี้ มีความสนใจที่จะเข้าร่วมกิจกรรมกับโครงการ

3.3 จัดทำแบบสำรวจห้องปฏิบัติการที่เป็นเครือข่ายหลักและเครือข่ายเสริม ซึ่งเป็นหน่วยงานราชการที่ตั้งอยู่ตามภาคต่าง ๆ ได้แก่ ภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รายละเอียดของแบบสำรวจแบ่งเป็น 4 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วย

- การให้บริการ
- การบริการวิเคราะห์ดินและพืช
- ระยะเวลาที่ให้บริการวิเคราะห์ดินและพืช
- ห้องปฏิบัติการแยกการวิเคราะห์ดินและพืช
- การลงทะเบียนตัวอย่างและผู้ขอใช้บริการ
- รายการวิเคราะห์ดินที่ห้องปฏิบัติการให้บริการ
- รายการวิเคราะห์พืชที่ห้องปฏิบัติการให้บริการ
- การควบคุมคุณภาพที่ห้องปฏิบัติการดำเนินการ
- ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

ตอนที่ 2 ข้อมูลบุคลากร

ตอนที่ 3 วิถีวิเคราะห์ดิน

ตอนที่ 4 วิถีวิเคราะห์พืช

(รายละเอียดของแบบสำรวจแสดงอยู่ในภาคผนวก 1)

ผู้วิจัยได้จัดส่งแบบสำรวจไปยังห้องปฏิบัติการที่เป็นเครือข่ายหลัก 8 ห้องปฏิบัติการและเครือข่ายเสริม 17 ห้องปฏิบัติการ เมื่อวันที่ 18 มีนาคม 2545

3.4 การสำรวจห้องปฏิบัติการที่เป็นเครือข่ายหลักและเครือข่ายเสริม ที่ตั้งอยู่ในภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

- ภาคกลาง วันที่ 9 เมษายน และ 14 ตุลาคม 2545
- ภาคเหนือ ระหว่างวันที่ 10-12 เมษายน 2545
- ภาคใต้ ระหว่างวันที่ 22-27 เมษายน 2545

- ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างวันที่ 1-2 พฤษภาคม 2545
- ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างวันที่ 15-19 ตุลาคม 2545 และ 23 กรกฎาคม 2546

วิธีสำรวจห้องปฏิบัติการ ทำการสัมภาษณ์ข้อมูลต่างๆ ของห้องปฏิบัติการ และบันทึกภาพ

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 การติดตามและรวบรวมห้องปฏิบัติการที่ให้บริการวิเคราะห์ดินและพืชแก่เกษตรกร เพื่อเข้าเป็นเครือข่ายหลักโครงการการจัดตั้งเครือข่ายฯ ได้ห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมเป็นเครือข่ายหลัก 6 หน่วยงาน ได้แก่

1. ฝ่ายบริการใช้ระบบไอซีทีเครื่องมือ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ (มวล) ตำบลท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช
2. ฝ่ายเครื่องมือวิทยาศาสตร์กลาง สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (มก) เขตจตุจักร กรุงเทพฯ
3. ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (มข) อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น
4. ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (มจ) อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่
5. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (เดิมคือกองเกษตรเคมี) กรมวิชาการเกษตร (กษค) ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ
6. สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (เดิมคือกองวิเคราะห์ดิน) กรมพัฒนาที่ดิน ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ



รูปที่ 3-1 ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ หนึ่งในห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมเป็นเครือข่ายหลัก



รูปที่ 3-2 ห้องปฏิบัติการฝ่ายบริการใช้ปามโซลนเครื่องมือ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช หนึ่งในห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมเป็นเครือข่ายหลัก

4.2 การติดต่อและรวบรวมห้องปฏิบัติการที่ให้บริการวิเคราะห์ดินและพืชแก่เกษตรกร เพื่อเข้าเป็นเครือข่ายเสริม โครงการการจัดตั้งเครื่องกษา ได้ห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมเป็นเครือข่ายเสริม 17 หน่วยงาน ได้แก่

1. ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 1 กรมพัฒนาที่ดิน (สพช 1) อำเภอ รัตบุรี จังหวัดชุมพรธานี
2. ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 4 กรมพัฒนาที่ดิน (สพช 4) จังหวัดอุบลราชธานี
3. ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 5 กรมพัฒนาที่ดิน (สพช 5) จังหวัดขอนแก่น
4. ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 6 กรมพัฒนาที่ดิน (สพช 6) จังหวัดลำปาง
5. ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 11 กรมพัฒนาที่ดิน (สพช 11) จังหวัดสุราษฎร์ธานี
6. ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 12 กรมพัฒนาที่ดิน (สพช 12) จังหวัดนราธิวาส
7. ฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร (สวพ 1) จังหวัดเชียงใหม่
8. ฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 2 กรมวิชาการเกษตร (สวพ 2) จังหวัดพิษณุโลก
9. ฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร (สวพ 3) จังหวัดขอนแก่น
10. ฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 4 กรมวิชาการเกษตร (สวพ 4) จังหวัดอุบลราชธานี
11. ฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 6 กรมวิชาการเกษตร (สวพ 5) จังหวัดชัยนาท
12. ฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 6 กรมวิชาการเกษตร (สวพ 6) จังหวัดจันทบุรี
13. ฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร (สวพ 7) จังหวัดสุราษฎร์ธานี

14. โครงการพัฒนาวิชาการ ดิน ปุ๋ย และสิ่งแวดล้อม ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ปฐพี มก.) กรุงเทพฯ
15. ห้องปฏิบัติการกลาง ภาควิชาปฐพีศาสตร์และคณูรักษ์ศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ปฐพี มช.) จังหวัดเชียงใหม่
16. ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทางเคมี ศูนย์ศึกษาดินน้ำและพิษณาเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น (เกษตร มข.) จังหวัดขอนแก่น
17. ศูนย์ปฏิบัติการวิเคราะห์ทางดิน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ทรัพยากร มอ.) จังหวัดสงขลา
18. ห้องปฏิบัติการสำนักงานไร่มีฟ้าหอดองและห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

4.3 การจัดทำแบบสำรวจห้องปฏิบัติการที่เป็นเครือข่ายหลักและเครือข่ายเสริม

4.3.1 ห้องปฏิบัติการที่เป็นเครือข่ายหลัก 6 หน่วยงาน โครงการการจัดตั้งเครือข่ายฯ ได้ข้อมูลจากแบบสำรวจซึ่งมีรายละเอียด (แสดงอยู่ในภาคผนวก 2) ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของห้องปฏิบัติการ

- การให้บริการ : ทุกห้องปฏิบัติการของเครือข่ายหลัก (มอ., มก., มท., มจ., กษค., กพด.) ให้บริการวิเคราะห์ดินและพืชแก่หน่วยงานของรัฐและเอกชน เกษตรกร และบุคคลทั่วไป นอกจากนี้บางห้องปฏิบัติการยังให้บริการวิเคราะห์อื่น ๆ ด้วย เช่น ตัวอย่างปุ๋ย, อาหารสัตว์ และน้ำ สำหรับการให้บริการวิเคราะห์ดินและพืช ห้องปฏิบัติการ มช., กษค., กพด. ให้บริการวิเคราะห์มีมากกว่า 20 ปี
- ห้องปฏิบัติการแยกการวิเคราะห์ดินและพืช : ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ไม่แยกการวิเคราะห์ มีเพียง 2 ห้องปฏิบัติการคือ ห้องปฏิบัติการ กษค. และ กพด. ที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชแยกออกจากกัน สำหรับห้องที่วิเคราะห์ดินและพืชจะมีการแบ่งเป็นห้องต่างๆ ที่ใช้เทคนิคปฏิบัติงาน เช่น ห้องเก็บสารเคมี ห้องเก็บเครื่องมือ ห้องเตรียมตัวอย่าง ห้องเครื่องมือวิเคราะห์ ฯลฯ ทั้งนี้ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ (มก., มช., กษค., กพด.) มีการแบ่งเป็นห้องต่างๆ
- การลงทะเบียนตัวอย่างและผู้ขอใช้บริการของห้องปฏิบัติการ : ทุกห้องปฏิบัติมีการลงทะเบียนร่วมกันทั้งตัวอย่างและผู้ขอใช้บริการ
- รายการวิเคราะห์ดินที่ห้องปฏิบัติการให้บริการ
- ความเป็นกรดด่างของดิน (pH), ค่าการนำไฟฟ้า (EC), อินทรีย์วัตถุและอินทรีย์คาร์บอน (Organic matter/Carbon), ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P), โพแทสเซียม (K), แคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg), เหล็ก (Fe), แมงกานีส (Mn), ทองแดง (Cu), และ สังกะสี (Zn): ทุกห้องปฏิบัติการให้บริการวิเคราะห์

- ความต้องการปูน (Lime requirement), ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation exchange capacity) (CEC) ความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable acidity) : ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ใช้วิธีการวิเคราะห์ ยกเว้น ห้องปฏิบัติการ มก
- ไนโตรเจนทั้งหมด (total N) : มี 4 ห้องปฏิบัติการที่ให้บริการ ได้แก่ ห้องปฏิบัติการ มล, มก, มช, และ กพด
- กำมะถัน (S) : มี 3 ห้องปฏิบัติการที่ให้บริการ ได้แก่ ห้องปฏิบัติการ มล, มจ, และ กพด
- โบรอน (B) : มีห้องปฏิบัติการ มล ที่ให้บริการ
- รายการวิเคราะห์พืชที่ห้องปฏิบัติการให้บริการ
 - ไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P), โพแทสเซียม (K), แคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg), เหล็ก (Fe), แมงกานีส (Mn), ทองแดง (Cu), และ สังกะสี (Zn) : ทุกห้องปฏิบัติการให้บริการวิเคราะห์
 - กำมะถัน (S) : มี 4 ห้องปฏิบัติการที่ให้บริการ ได้แก่ ห้องปฏิบัติการ กษค, กพด, มช, และ มล
 - โบรอน (B) : มี 2 ห้องปฏิบัติการที่ให้บริการ ได้แก่ มล และ กษค
- การควบคุมคุณภาพห้องปฏิบัติการดำเนินการ : มี 4 ห้องปฏิบัติการ (มก, มจ, กษค, กพด) ที่มีการควบคุมคุณภาพ เช่น ใช้ตัวอย่างมาตรฐาน ใช้ตัวอย่างอ้างอิง ฯลฯ
- ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน : ห้องปฏิบัติการทั้ง 6 แห่ง มีอุปกรณ์ที่ใช้เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน เช่น ถังดับเพลิง เวชภัณฑ์ภัย เสื่อกันฝน ถุงมือ mask ไม้จุ่ม สู้ดูดควัน และฝักบัว

ตอนที่ 2 ข้อมูลบุคลากร (เจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการ)

- จำนวนบุคลากร : มีเจ้าหน้าที่วิเคราะห์ดินและพืชและรายงาน ตั้งแต่ 1-10 คน บุคลากรของ กพด มีมากที่สุด และมช มีน้อยที่สุด
- คุณวุฒิของบุคลากร : มีหลายระดับ ได้แก่ ต่ำกว่า ม. 3, ต่ำกว่า ม. 6 ปริญญาตรี, ปริญญาโท และปริญญาเอก ซึ่งคุณวุฒิของบุคลากรที่จบปริญญาตรีมีมากที่สุด
- ระยะเวลาในการส่งผลการวิเคราะห์ให้กับผู้ส่งตัวอย่าง : มี 4 ห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ห้องปฏิบัติการ มก, มจ, กษค-วิเคราะห์ดิน, และ กพด ที่ส่งผลได้ภายใน 2-3 อาทิตย์, ห้องปฏิบัติการ กษค-วิเคราะห์พืช ที่ส่งผลการวิเคราะห์ในเวลามากกว่า 6 อาทิตย์ สำหรับห้องปฏิบัติการ มล และ มช ขึ้นอยู่กับตัวอย่างและการวิเคราะห์
- การแปลความหมายค่าวิเคราะห์และแนะนำการใช้ปุ๋ย : ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ไม่ได้แปลความหมายฯ มีเพียงห้องปฏิบัติการ มจ ที่แปลความหมายฯ ให้กับผู้ส่งตัวอย่าง

ตอนที่ 3 วิธีวิเคราะห์ดิน

- การเตรียมตัวอย่างดิน : ทุกห้องปฏิบัติการรับเตรียมตัวอย่าง
- ปฏิริยาดิน (pH) : ทุกห้องปฏิบัติการให้บริการวิเคราะห์ โดยใช้อัตราส่วน ดินน้ำ = 1:1 ยกเว้นห้องปฏิบัติการ มล ใช้อัตราส่วน ดินน้ำ = 1:2.5

- การใช้สารละลายอื่น ๆ ได้แก่ KCl และ CaCl₂ : ห้องปฏิบัติการ มล ใช้ KCl อัตราส่วน ดิน:KCl =1:5 m/v ส่วนห้องปฏิบัติการ กพด ใช้ ทั้ง KCl และ CaCl₂ อัตราส่วน ดิน:KCl =1:1 และ 1.5 m/v สำหรับ อัตราส่วน ดิน: CaCl₂ =1:2 และ 1.5 m/v
- ความต้องการปูน (Lime requirement) : ห้องปฏิบัติการสวนใหญ่วิเคราะห์โดยวิธี Woodruff มีเพียงห้องปฏิบัติการ มล ที่ไม่ได้รับวิเคราะห์
- ค่าการนำไฟฟ้า (EC) : ทุกห้องปฏิบัติการให้วิเคราะห์โดยใช้อัตราส่วน ดิน:น้ำ = 1:5 และห้องปฏิบัติการ กพด วิเคราะห์โดยใช้ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated paste) ด้วย
- คาร์บอนอินทรีย์ และอินทรีย์วัตถุ (organic carbon/ organic matter) : ทุกห้องปฏิบัติการวิเคราะห์โดยวิธี Walkley and Black
- Total nitrogen : ห้องปฏิบัติการสวนใหญ่ให้บริการ ยกเว้นห้องปฏิบัติการ กษค การวิเคราะห์ ใช้ Kjeldahl digestion แล้วกลั่นและสกัด นอกจากรั้วปฏิบัติการ มล ที่ใช้วัดด้วย Autoanalyzer
- Extractable nitrogen : มี 2 ห้องปฏิบัติการ (มช, กพด) ที่วิเคราะห์ โดยห้องปฏิบัติการ มช ใช้น้ำยาสกัด 2M KCl และ อัตราส่วนดิน:น้ำยาสกัด = 1:10 ส่วนห้องปฏิบัติการ กพด ใช้น้ำยาสกัด 1MKCl อัตราส่วนดิน:น้ำยาสกัด = 1:5 ใช้การกลั่นและสกัดเพื่อวัดแอมโมเนียและไนเตรต
- Total phosphorus : มี 2 ห้องปฏิบัติการ (มช, มช) ที่วิเคราะห์ โดยห้องปฏิบัติการ มช ย่อยดินด้วยกรด H₂SO₄ และใช้วิธีวัด Vanado molybdate -Autoanalyzer ส่วนห้องปฏิบัติการ มช ย่อยดินด้วยกรด HNO₃/HClO₄ และใช้วิธีวัด Molybdenum blue-Spectrophotometer
- Available phosphorus: ทุกห้องปฏิบัติการให้บริการ โดยใช้ น้ำยาสกัด Bray No. 2 สำหรับห้องปฏิบัติการ กพด ใช้ น้ำยาสกัด Olsen (NaHCO₃) ด้วย
 - อัตราส่วน ดิน:น้ำยาสกัด ใช้ต่าง ๆ กัน : ห้องปฏิบัติการ มล, มช, กษค, และ กพด ใช้ อัตราส่วน ดิน:น้ำยาสกัด = 1:10 ห้องปฏิบัติการ มช ใช้ อัตราส่วน ดิน:น้ำยาสกัด = 1:5 ห้องปฏิบัติการ มล ใช้ อัตราส่วน ดิน:น้ำยาสกัด = 1:7 ห้องปฏิบัติการ กพด ใช้ อัตราส่วน ดิน:น้ำยาสกัด Olsen = 1:20
 - วิธีวัด : ทุกห้องปฏิบัติการใช้วิธี molybdenum blue โดยวิธี manual (ใช้ spectrophotometer)
- Total sulfur : มีห้องปฏิบัติการ มช ที่ให้บริการ โดยย่อยดินด้วยกรด HNO₃/HClO₄ และใช้วิธีวัด turbidimetric method-spectrophotometer
- Available sulfur : ห้องปฏิบัติการ มล, มช, กษค, และ กพด ให้บริการ โดยใช้ น้ำยาสกัด 0.01 M calcium phosphate และใช้วิธีวัด Turbidimetric method-spectrophotometer
- Exchangeable cations (K, Ca, Mg, Na) : ทุกห้องปฏิบัติการให้บริการ โดยใช้ น้ำยาสกัด ammonium acetate (NH₄OAc) และวัดด้วย Atomic absorption spectrophotometer (AAS) สำหรับห้องปฏิบัติการ มช, กษค, และ กพด ใช้ Flame photometer วัด K, Na ด้วย
- Exchangeable acidity (Al, H) : ห้องปฏิบัติการ มล, มช, และ กพด ให้บริการวิเคราะห์ โดยใช้ น้ำยาสกัด KCl ห้องปฏิบัติการ มล และ มช วัดโดย anion ส่วนห้องปฏิบัติการ กพด วัดโดยวิธี colorimetry (วัด Al)

- Cation exchange capacity (CEC) : ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ให้บริการ ยกเว้นห้องปฏิบัติการ มล และ มก
- จุลธาตุ (Fe, Mn, Cu, Zn) : ทุกห้องปฏิบัติการให้บริการ วิเคราะห์โดยใช้น้ำยาสกัด 0.005 M DTPA+0.01 M $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ +0.1 M TEA pH7 และวัดด้วย Atomic absorption spectrophotometer (AAS)
- โบรอน (Boron) : มีห้องปฏิบัติการ มล ที่ให้บริการ

ตอนที่ 4 วิธีวิเคราะห์พืช

- การเตรียมตัวอย่างพืช : ทุกห้องปฏิบัติการมีเตรียมตัวอย่าง
- การทำความสะอาดเพื่อกำจัดสิ่งปนเปื้อน : ทุกห้องปฏิบัติการทำความสะอาดหอกด้วยผงฟอสเฟต โดยห้องปฏิบัติการ มช, กษค, ลิ่งจ๋วยน้ำธรรมชาติ ส่วน มล, มก, และ กพด ล้างน้ำธรรมชาติและฆ่าด้วยกระดาษหรือผ้า
- การอบตัวอย่างพืช : ทุกห้องปฏิบัติการอบตัวอย่างพืชด้วยตู้อบ ใช้อุณหภูมิต่าง ๆ กัน ได้แก่ 65-70°C, 70°C, 80°C สำหรับระยะเวลาในการอบตัวอย่าง ได้แก่ 24-36 ชั่วโมง, 48 ชั่วโมง 24-72 ชั่วโมง
- การบดตัวอย่าง : ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ บดตัวอย่างด้วย grinding mill ยกเว้นห้องปฏิบัติการ มล บดตัวอย่างด้วย blender
- การสกัดตัวอย่างพืชก่อนซึ่งนำหน้าเพื่อวิเคราะห์ : ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ (มล, มก, มช, มจ) อบตัวอย่างก่อนซึ่ง โดยใช้อุณหภูมิต่าง ๆ กัน ได้แก่ 70°C, 80°C สำหรับระยะเวลาในการอบ 1 ชั่วโมง, 3 ชั่วโมง
- การย่อยตัวอย่างพืช : ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ (มล, มช, กษค, กพด) ใช้กรด H_2SO_4 , ทุกห้องปฏิบัติการใช้กรด $\text{HNO}_3/\text{HClO}_4$ และห้องปฏิบัติการ มล, มช, และ กษค ใช้การสกัดตัวอย่างด้วยเตาเผา
- ภาชนะที่เก็บตัวอย่างพืชที่ผ่านกระบวนการวิเคราะห์ : ห้องปฏิบัติการ มล, มช ใช้ถุงกระดาษเคลือบไนลอนที่ดูดความชื้น ห้องปฏิบัติการ กษค, กพด ใช้ขวดพลาสติกไม่ใสในภาชนะที่ดูดความชื้น ส่วนห้องปฏิบัติการ มล, มช ใช้ขวดพลาสติก และไม้ใสในภาชนะที่ดูดความชื้น
- สภาพที่เก็บตัวอย่าง : ทุกห้องปฏิบัติการเก็บไว้ในห้องปฏิบัติการ
- Total nitrogen : ทุกห้องปฏิบัติการให้บริการ โดยใช้ Kjeldahl digestion สำหรับวิธีวัด ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ ใช้การอ่านและตีตรา นอกจากห้องปฏิบัติการ มล ซึ่งวัดด้วย Autoanalyzer
- Total phosphorus : ทุกห้องปฏิบัติการให้บริการ ส่วนใหญ่วิเคราะห์โดยย่อยตัวอย่างพืชด้วยกรด $\text{HNO}_3/\text{HClO}_4$ ยกเว้น ห้องปฏิบัติการ มล ที่ใช้กรด H_2SO_4 สำหรับวิธีวัด ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ใช้วิธีวัด vanado-molybdate-spectrophotometer, ยกเว้นห้องปฏิบัติการ มล ใช้ vanado-molybdate-autoanalyzer

- ธาตุอาหารหลัก (Total K, Ca, Mg, Na) และจุลธาตุ (Fe, Cu, Mn, Zn) : ทุกห้องปฏิบัติการให้บริการ ส่วนใหญ่ย่อยตัวอย่างพร้อมด้วยกรด $\text{HNO}_3/\text{HClO}_4$ ยกเว้น ห้องปฏิบัติการ มช. ใช้ H_2SO_4
 - การวัดธาตุอาหารหลัก (Total K, Ca, Mg, Na) ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ใช้ Atomic absorption spectrophotometer (AAS) ยกเว้นห้องปฏิบัติการ มช. ทั่วประเทศ ใช้ Flame photometer วัด K, Na
 - การวัด จุลธาตุ (Fe, Cu, Mn, Zn) ทุกห้องปฏิบัติการใช้ AAS
- Total sulfur : ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ (มธ., มช., กษร., กพด.) ให้บริการ โดยย่อยตัวอย่างด้วยกรด $\text{HNO}_3/\text{HClO}_4$ และวิธีวัด turbidimetric method-spectrophotometer
- โบรอน (Boron) : มี 2 ห้องปฏิบัติการ (มธ., กษร.) ที่ให้บริการ โดยเผาตัวอย่างและละลายในกรด H_2SO_4 และวัดด้วย spectrophotometer

4.3.2 ห้องปฏิบัติการที่เป็นเครือข่ายเสริม 18 หน่วยงาน โดยกรมฯ ได้ข้อมูลจากแบบสำรวจซึ่งมีรายละเอียด (แนบอยู่หน้าภาคผนวก 2) ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของห้องปฏิบัติการ

- การให้บริการ
 - วิเคราะห์ดิน : ทุกห้องปฏิบัติการให้บริการ
 - วิเคราะห์พืช : ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ให้บริการ ยกเว้นห้องปฏิบัติการ สพข 1, สพข 11
 - วิเคราะห์ปุ๋ย : ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ให้บริการ ยกเว้นห้องปฏิบัติการ สพข 1, สพข 5, และ สพข 11
 - วิเคราะห์น้ำ : ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ให้บริการ ยกเว้นห้องปฏิบัติการเกษตร มช.
 - วิเคราะห์อาหารสัตว์ : มี 2 ห้องปฏิบัติการที่ให้บริการ (หวัพษการ มธ. และ สพข 12)
- ทุกห้องปฏิบัติการที่ให้บริการแก่หน่วยงานของรัฐ และเกษตรกร ห้องปฏิบัติการ สพข 4, สพข 6, และ สพข 1 ไม่ได้ให้บริการแก่หน่วยงานเอกชน และห้องปฏิบัติการ เกษตร มช. สพข 1 และ สพข 4 ไม่ได้ให้บริการแก่บุคคลทั่วไป
- ระยะเวลาการให้บริการวิเคราะห์ดิน : 6 ห้องปฏิบัติการ (สพข 1, สพข 11, สพข 1, สพข 4, สพข 5, สพข 6) ให้บริการวิเคราะห์ 3-10 ปี ส่วน 9 ห้องปฏิบัติการ (ปฐพี มช., เกษตร มช., หวัพษการ มธ., สพข 4, สพข 5, สพข 12, สพข 2, สพข 3, สพข 7) ให้บริการวิเคราะห์ 10-20 ปี และ 2 ห้องปฏิบัติการ (ปฐพี มช., สพข 6) ให้บริการมากกว่า 20 ปี
- ระยะเวลาการให้บริการวิเคราะห์พืช : ห้องปฏิบัติการ สพข 4 ให้บริการน้อยกว่า 3 ปี อีก 4 ห้องปฏิบัติการ (สพข 1, สพข 4, สพข 5, สพข 6) ให้บริการวิเคราะห์ 3-10 ปี 8 ห้องปฏิบัติการ (ปฐพี มช., เกษตร มช., หวัพษการ มธ., สพข 5, สพข 12, สพข 2, สพข 3, สพข 7) ให้บริการวิเคราะห์ 10-20 ปี และ ห้องปฏิบัติการ ปฐพี มช. สพข 6 ที่ให้บริการวิเคราะห์มากกว่า 20 ปี

- ห้องปฏิบัติการแยกการวิเคราะห์ดินและพืช : 6 ห้องปฏิบัติการ (ปฐพี มก, ปฐพี มช, เกษตร มช, สวพ 4, สวพ 6, สวพ 7) แยกห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชออกจากกัน อีก 11 ห้องปฏิบัติการ ไม่มีการแยกการวิเคราะห์ และการแบ่งเป็นห้อง ต่างๆ ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน เช่น ห้องเก็บสารเคมี ห้องเก็บเครื่องแก้ว ห้องเตรียมตัวอย่าง ห้องเครื่องมือวิเคราะห์ และอื่น ๆ ; ห้องปฏิบัติส่วนใหญ่มีการแบ่งเป็นห้องต่างๆ ยกเว้น ห้องปฏิบัติการ สพข 1 ที่ไม่มีการแบ่งห้อง
- การลงทะเบียนตัวอย่างและผู้ดูแลให้บริการของห้องปฏิบัติการ : ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มีการลงทะเบียนรวมทั้งตัวอย่างและผู้ดูแลให้บริการ ยกเว้น ห้องปฏิบัติการ สพข 5 และ สพข 6 ที่มีการลงทะเบียนตัวอย่างและลงทะเบียนผู้ดูแลให้บริการแยกกัน

■ รายการวิเคราะห์ดินที่ห้องปฏิบัติการให้บริการ

- ความเป็นกรดของดิน (pH), ค่าความจุลกราก (Lime requirement), ค่าการนำไฟฟ้า (EC), อินทรีย์วัตถุและอินทรีย์คาร์บอน (Organic matter/Carbon) ทุกห้องปฏิบัติการให้บริการวิเคราะห์
- ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation exchange capacity) (CEC) - ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ให้บริการวิเคราะห์ นอกจากห้องปฏิบัติการ สพข 1, สพข 6, สพข 11, สวพ 7 ที่ไม่ได้ให้บริการ
- ความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable acidity) : มี 6 ห้องปฏิบัติการ (เกษตร มช, ทรัพยากร มอ, สพข 5, สพข 12, สวพ 3) ที่ให้บริการ
- ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) : มี 10 ห้องปฏิบัติการ (ปฐพี มก, ปฐพี มช, เกษตร มช, ทรัพยากร มอ, สพข 4, สพข 5, สพข 12, สวพ 2, สวพ 3, สวพ 6) ที่ให้บริการ
- ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) : มี 16 ห้องปฏิบัติการ (ปฐพี มก, ปฐพี มช, เกษตร มช, ทรัพยากร มอ, สพข 1, สพข 4, สพข 5, สพข 6, สพข 11, สพข 12, สวพ 1, สวพ 2, สวพ 3, สวพ 4, สวพ 5, สวพ 6) ที่ให้บริการ
- โพแทสเซียม (K) : ทุกห้องปฏิบัติการให้บริการวิเคราะห์
- แคลเซียม (Ca) : มี 16 ห้องปฏิบัติการ (ปฐพี มก, ปฐพี มช, เกษตร มช, ทรัพยากร มอ, สพข 4, สพข 5, สพข 6, สพข 11, สพข 12, สวพ 1, สวพ 2, สวพ 3, สวพ 4, สวพ 5, สวพ 6, สวพ 7) ที่ให้บริการ
- แมกนีเซียม (Mg) : มี 16 ห้องปฏิบัติการ (ปฐพี มก, ปฐพี มช, เกษตร มช, ทรัพยากร มอ, สพข 1, สพข 4, สพข 5, สพข 12, สวพ 1, สวพ 2, สวพ 3, สวพ 4, สวพ 5, สวพ 6, สวพ 7) ที่ให้บริการ
- กำมะถัน (S) : มี 10 ห้องปฏิบัติการ (ปฐพี มก, ทรัพยากร มอ, สพข 1, สพข 5, สพข 12, สวพ 2, สวพ 3, สวพ 4, สวพ 5, สวพ 6) ที่ให้บริการ

- เหล็ก (Fe) : มี 13 ห้องปฏิบัติการ (ปฐพี ๓๓, ปฐพี ๓๗, เกษตร ๓๗, ทรัพยากร ๓๗, สหฯ 1, สหฯ 5, สหฯ 12, สหฯ 1, สหฯ 2, สหฯ 3, สหฯ 4, สหฯ 5, สหฯ 6) ที่ให้บริการ
- แมงกานีส (Mn) : มี 11 ห้องปฏิบัติการ (ปฐพี ๓๓, ปฐพี ๓๗, เกษตร ๓๗, ทรัพยากร ๓๗, สหฯ 12, สหฯ 1, สหฯ 2, สหฯ 3, สหฯ 4, สหฯ 5, สหฯ 6) ที่ให้บริการ
- ทองแดง (Cu) : มี 12 ห้องปฏิบัติการ (ปฐพี ๓๓, ปฐพี ๓๗, เกษตร ๓๗, ทรัพยากร ๓๗, สหฯ 1, สหฯ 12, สหฯ 1, สหฯ 2, สหฯ 3, สหฯ 4, สหฯ 5, สหฯ 6) ที่ให้บริการ
- สังกะสี (Zn) : มี 11 ห้องปฏิบัติการ (ปฐพี ๓๓, ปฐพี ๓๗, เกษตร ๓๗, ทรัพยากร ๓๗, สหฯ 12, สหฯ 1, สหฯ 2, สหฯ 3, สหฯ 4, สหฯ 5, สหฯ 6) ที่ให้บริการ
- โบรอน (B) : มี 4 ห้องปฏิบัติการ (ปฐพี ๓๓, สหฯ 1, สหฯ 2, สหฯ 6) ที่ให้บริการ

➢ รายการวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการให้บริการ : ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ให้บริการวิเคราะห์ ยกเว้นห้องปฏิบัติการ สหฯ 1, สหฯ 11 ที่ไม่มีการให้บริการ

- ไนโตรเจน (N) : มี 14 ห้องปฏิบัติการ (ปฐพี ๓๓, ปฐพี ๓๗, เกษตร ๓๗, ทรัพยากร ๓๗, สหฯ 4, สหฯ 5, สหฯ 12, สหฯ 1, สหฯ 2, สหฯ 3, สหฯ 4, สหฯ 5, สหฯ 6, สหฯ 7) ที่ให้บริการ
- ฟอสฟอรัส (P) และ โพแทสเซียม (K) : มี 15 ห้องปฏิบัติการ (ปฐพี ๓๓, ปฐพี ๓๗, เกษตร ๓๗, ทรัพยากร ๓๗, สหฯ 4, สหฯ 5, สหฯ 8, สหฯ 12, สหฯ 1, สหฯ 2, สหฯ 3, สหฯ 4, สหฯ 5, สหฯ 8, สหฯ 7) ที่ให้บริการ
- แคลเซียม (Ca) และ แมกนีเซียม (Mg) : มี 13 ห้องปฏิบัติการ (ปฐพี ๓๓, ปฐพี ๓๗, เกษตร ๓๗, ทรัพยากร ๓๗, สหฯ ๖, สหฯ 12, สหฯ 1, สหฯ 2, สหฯ 3, สหฯ 4, สหฯ ๕, สหฯ 6, สหฯ 7) ที่ให้บริการ
- กำมะถัน (S) : มี 6 ห้องปฏิบัติการ (ปฐพี ๓๓, ทรัพยากร ๓๗, สหฯ 5, สหฯ 12, สหฯ 1, สหฯ 6) ที่ให้บริการ
- เหล็ก (Fe) : มี 12 ห้องปฏิบัติการ (ปฐพี ๓๓, ปฐพี ๓๗, เกษตร ๓๗, ทรัพยากร ๓๗, สหฯ ๖, สหฯ 12, สหฯ 1, สหฯ 2, สหฯ 3, สหฯ 4, สหฯ 5, สหฯ 6) ที่ให้บริการ
- แมงกานีส (Mn), ทองแดง (Cu), และ สังกะสี (Zn) มี 11 ห้องปฏิบัติการ (ปฐพี ๓๓, ปฐพี ๓๗, เกษตร ๓๗, ทรัพยากร ๓๗, สหฯ 12, สหฯ 1, สหฯ 2, สหฯ 3, สหฯ 4, สหฯ 5, สหฯ 6) ที่ให้บริการ
- โบรอน (B) มี ๖ ห้องปฏิบัติการ (ปฐพี ๓๓, ทรัพยากร ๓๗, สหฯ 1, สหฯ 2, สหฯ 6) ที่ให้บริการ

● การควบคุมคุณภาพที่ห้องปฏิบัติการดำเนินการ เช่น ใช้ตัวอย่างมาตรฐาน ใช้ตัวอย่างอ้างอิง ฯลฯ มี 13 ห้องปฏิบัติการ (ปฐพี ๓๓, ปฐพี ๓๗, ทรัพยากร ๓๗, สหฯ 8, สหฯ 11, สหฯ 12, สหฯ 1, สหฯ 2, สหฯ 3, สหฯ 4, สหฯ 5, สหฯ 6, สหฯ 7) ที่มีการควบคุมคุณภาพ และ 4 ห้องปฏิบัติการ (เกษตร ๓๗, สหฯ 1, สหฯ 4, สหฯ 5) ไม่มีการควบคุมคุณภาพ

- ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน: หวังปฏิบัติการที่เห็นแต่จะง่ายเสริม ส่วนมากมีอุปกรณ์ที่ช่วยให้ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน เช่น ถังดับเพลิง แว่นตานิรภัย เสื้อกันงัด ถุงมือ mask ปิดจมูก ผ้าปิดปาก และตู้ดูดควัน

ตอนที่ 2 ข้อมูลบุคลากร (เจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการ)

- จำนวนบุคลากร : มีเจ้าหน้าที่วิเคราะห์ดินและพืชและคนงาน ตั้งแต่ 3-20 คน บุคลากรของ สวพ 6 มีมากที่สุด และเกษตร มช. น้อยที่สุด
- คุณสมบัติของบุคลากรในห้องปฏิบัติการมีหลายระดับ ได้แก่ ตำแหน่ง ม. 3, ตำแหน่ง ม. 6 ปริมาณงาน, ปริมาณโท และปริมาณเอก ซึ่งคุณสมบัติของบุคลากรทั้งหมด ปริมาณงาน มีมากที่สุด
- ระยะเวลาในการส่งผลการวิเคราะห์ : 7 ห้องปฏิบัติการ (เกษตร มช., ทรัพยากร มอ., สพข 1, สพข 4, สวพ 1, สวพ 4, สวพ 7) ที่ส่งผลได้ภายใน 2-3 อาทิตย์, อีก 10 ห้อง (ปฐพี มก., ปฐพี มช., สพข 5, สพข 6, สพข 11, สพข 12, สวพ 2, สวพ 3, สวพ 5, สวพ 6) ส่งผลได้ภายใน 4-6 อาทิตย์
- การแปลความหมายค่าวิเคราะห์และแนะนำการใช้ปุ๋ย : 15 ห้องปฏิบัติการ (ปฐพี มก., ปฐพี มช., สพข 1, สพข 4, สพข 5, สพข 6, สพข 11, สพข 12, สวพ 1, สวพ 2, สวพ 3, สวพ 4, สวพ 5, สวพ 6, สวพ 7) แปลความหมายค่าวิเคราะห์และแนะนำการใช้ปุ๋ย สำหรับห้องปฏิบัติการ เกษตร มช., ทรัพยากร มอ. ไม่มีการแปลความหมายค่าวิเคราะห์

ตอนที่ 3 วิธีวิเคราะห์ดิน

- การเตรียมตัวอย่างดิน : ทุกห้องปฏิบัติการเตรียมตัวอย่าง
- ปฏิกิริยาดิน (pH) : ทุกห้องปฏิบัติการให้บริการวิเคราะห์ โดยใช้อัตรา ส่วน ดินน้ำ = 1:1 ยกเว้นห้องปฏิบัติการ ทรัพยากร มอ. ที่ใช้อัตราส่วน ดินน้ำ = 1:5 สำหรับการวิเคราะห์สารละลายอื่นๆ ห้องปฏิบัติการ ปฐพี มก. ให้สารละลาย KCl อัตราส่วน ดิน:KCl = 1:5 ml/v
- ความต้องการปูน (Lime requirement) : : ทุกห้องปฏิบัติการให้บริการวิเคราะห์ โดยใช้วิธี Woodruff ยกเว้นห้องปฏิบัติการ เกษตร มช. ใช้วิธี soil lime incubation
- ค่าการนำไฟฟ้า (EC) : ห้องปฏิบัติการ เกษตร มช., ทรัพยากร มอ., สพข 4, สวพ 1, สวพ 3, สวพ 4, สวพ 5, สวพ 6, สวพ 7 วิเคราะห์โดยใช้อัตราส่วน ดินน้ำ = 1:5 ส่วนห้องปฏิบัติการ ปฐพี มก., ปฐพี มช., สพข 1, สพข 5, สพข 11, สพข 12, สวพ 2 ใช้ดินเต็มตัวด้วยน้ำ สำหรับห้องปฏิบัติการ สพข 6 ไม่ได้ให้บริการวิเคราะห์
- อินทรีย์คาร์บอน และอินทรีย์วัตถุ (organic carbon/ organic matter) : ทุกห้องปฏิบัติการให้บริการวิเคราะห์ โดยใช้วิธี Walkley and Black ยกเว้นห้องปฏิบัติการ สพข 4 ใช้วิธี Colorimetry

- Total nitrogen : มี 6 ห้องปฏิบัติการ (สพข 1, สขข 11, สพข 1, สพข 4, สพข 6, สพข 7) ที่ไม่ได้ให้บริการวิเคราะห์ อีก 11 ห้องปฏิบัติการ วิเคราะห์โดยใช้ Kjeldahl digestion กลิ่นและไทเทรต
- Extractable nitrogen : มี 2 ห้องปฏิบัติการ (ปฐพี มก, เกษตร มช) ที่ให้บริการวิเคราะห์ โดยห้องปฏิบัติการปฐพี มก ใช้ น้ำยาสกัด 2M KCl และ อัตราส่วนดิน:น้ำยาสกัด = 1:10 ส่วนห้องปฏิบัติการเกษตร มช ใช้ น้ำยาสกัด 2M KCl อัตราส่วนดิน:น้ำยาสกัด = 1:5 ใช้การกลั่นและไทเทรต วัดแอมโมเนียอมและไนเตรต
- Total phosphorus : มีห้องปฏิบัติการปฐพี มก ที่ให้บริการวิเคราะห์ โดยย่อยดินด้วยกรด $HNO_3/HClO_4$ และใช้วิธีวัด Vanado-molybdate - Spectrophotometer
- Available P : ทุกห้องปฏิบัติการให้บริการวิเคราะห์ โดยใช้หมักสกัด Bray No. 2 ยกเว้น ห้องปฏิบัติการปฐพี มก ที่ใช้หมักสกัด Bray No. 1 และห้องปฏิบัติการ สพข 11 ใช้ น้ำยาสกัด Double acid (0.05N HCl และ 0.025N H_2SO_4) และห้องปฏิบัติการส่วนมากใช้อัตราส่วน ดิน:น้ำยาสกัด = 1:10 มี 3 ห้องปฏิบัติการที่ใช้อัตราส่วน ดิน:น้ำยาสกัด ที่แตกต่างกันไป คือ ห้องปฏิบัติการปฐพี มช, สพข 11, สพข 12 ใช้อัตราส่วน ดิน:น้ำยาสกัด = 1:7, 1:4, 1:20 ตามลำดับ สำหรับวิธีวัด ทุกห้องปฏิบัติการใช้วิธีวัด Molybdenum blue -Spectrophotometer
- Total sulfur : มีห้องปฏิบัติการปฐพี มก ที่ให้บริการวิเคราะห์ โดยย่อยดินด้วยกรด $HNO_3/HClO_4$ และใช้วิธีวัด Turbidimetric method-Spectrophotometer
- Available sulfur : มี 8 ห้องปฏิบัติการ (ปฐพี มก, เกษตร มช, ทรัพยากร มอ, สพข 5, สพข 12, สพข 1, สพข 2, สพข 5) ที่ให้บริการวิเคราะห์ โดยใช้ น้ำยาสกัด 0.01 M calcium phosphate ยกเว้น ห้องปฏิบัติการ สพข 12 ซึ่งใช้ น้ำยาสกัด Acetic-acetic acid และทุกห้องปฏิบัติการใช้วิธีวัด Turbidimetric method-Spectrophotometer
- Exchangeable cations (K, Ca, Mg, Na) : ทุกห้องปฏิบัติการให้บริการวิเคราะห์ โดยใช้ น้ำยาสกัด Ammonium acetate (NH_4OAc) และใช้วิธีวัดแตกต่างกันไป ส่วนใหญ่ใช้วัดด้วย Atomic absorption spectrophotometer (AAS) บางห้องปฏิบัติการ (สพข 1, สขข 4, สพข 5, สพข 6, สพข 11, สพข 12, สพข 1, สพข 2, สพข 3) ใช้ Flame photometer เพื่อวัด K, Na บางห้องปฏิบัติการ (สพข 1) วัด Ca, Mg โดยวิธีการ Titration และ ใช้ Ion analyzer (สพข 6)
- Exchangeable acidity (Al, H) : มี 4 ห้องปฏิบัติการ (เกษตร มช, ทรัพยากร มอ, สพข 1, สพข 12) ที่ให้บริการ โดยใช้ น้ำยาสกัด KC. วัดโดย Titration ยกเว้น ห้องปฏิบัติการ สพข 1 วัดโดย colorimetry (วัด Al)
- Cation exchange capacity (CEC) : ทุกห้องปฏิบัติการให้บริการวิเคราะห์ ยกเว้นห้องปฏิบัติการ สพข 6 และ สพข 7
- จุลธาตุ (Fe, Mn, Cu, Zn) : ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ให้บริการวิเคราะห์ ยกเว้น 5 ห้องปฏิบัติการ (สพข 4, สขข 5, สพข 6, สพข 11, สพข 7) การวิเคราะห์ใช้ น้ำยาสกัด EDTA (0.005 M

DTPA+0.01 M CaCl₂·2H₂O+0.1 M TEA pH7) ยกเว้น ห้องปฏิบัติการ สวพ 4 ใช้ Ammonium acetate (NH₄OAc) และวัดค่าที่ Atomic absorption spectrophotometer (AAS) สำหรับห้องปฏิบัติการ สวพ. 1 วิเคราะห์เฉพาะ Fe ใช้ลิแกนด์ EDTA และวัดด้วย spectrophotometer

- ไบรอน (Horon) : มี 2 ห้องปฏิบัติการ (ปรูที มา, สวพ 1) ที่ให้บริการวิเคราะห์ โดยใช้ไนโตรเจนสัด และวัดด้วย spectrophotometer

ตอนที่ 4 วิธีวิเคราะห์พืช

มี 2 ห้องปฏิบัติการ (สพข 1, สพข 11) ที่ไม่ได้ให้บริการวิเคราะห์พืช

- การเตรียมตัวอย่างพืช : ห้องปฏิบัติการสวนใหญ่เตรียมตัวอย่าง ยกเว้น ห้องปฏิบัติการเกษตร มช
- การทำความสะอาดเพื่อกำจัดสิ่งปนเปื้อน : 5 ห้องปฏิบัติการ (ปรูที มช, สพข 5, สพข 6, สวพ 2, สวพ 5) ไม่มีการทำความสะอาด สำหรับห้องปฏิบัติการอื่นๆ ส่วนใหญ่ล้างน้ำธรรมดาและขัดด้วยกระดาษหรือผ้า มี 2 ห้องปฏิบัติการ (วิทย์เกษตร มช, สวพ 4) ที่ใช้ฟองน้ำหรือผ้าชุบน้ำหมาดๆ ขัด
- การอบตัวอย่างพืช : ห้องปฏิบัติการทั้ง 15 แห่งใช้อุณหภูมิและระยะเวลาในการอบตัวอย่างต่าง ๆ กัน อุณหภูมิที่ห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ใช้ ได้แก่ 60-65°C, 65°C, 70°C, 75°C, 80°C, และ 105 °C สำหรับระยะเวลาในการอบตัวอย่าง ได้แก่ 3-5 ชั่วโมง, 12 ชั่วโมง, 22 ชั่วโมง, 24 ชั่วโมง, >24 ชั่วโมง, 24-72 ชั่วโมง, 48-72 ชั่วโมง
- การบดตัวอย่าง : ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ใช้ grinding mill มี 3 ห้องปฏิบัติการ (สพข 12, สวพ 3, สวพ 5) ใช้ blender และ 2 ห้องปฏิบัติการ (ปรูที มช, ปรูที มช) ใช้ทั้ง grinding mill และ blender
- การอบตัวอย่างพืชก่อนซึ่งน้ำหนักเพื่อวิเคราะห์ : ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่อบตัวอย่างพืชก่อน ยกเว้น ห้องปฏิบัติการ สพข 5 และ สพข 12 สำหรับอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบตัวอย่าง ใช้ต่าง ๆ กัน อุณหภูมิที่ใช้ ได้แก่ 65°C, 70°C, 75°C, 80°C, และ 105 °C ระยะเวลา ได้แก่ 1 ชั่วโมง, 3 ชั่วโมง, 6 ชั่วโมง, 8 ชั่วโมง, และ 24 ชั่วโมง
- การย่อยตัวอย่างพืช : ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ใช้กรด H₂SO₄ และ HNO₃/HClO₄ ยกเว้นห้องปฏิบัติการ สพข 4, สพข 5 ที่ไม่ได้ใช้กรด HNO₃/HClO₄, ส่วนห้องปฏิบัติการ สพข 6 ใช้กรด HClO₄, นอกจากนี้ห้องปฏิบัติการ ปรูที มา, สวพ 2, และ สวพ 6 ยังใช้วิธีเผาดังเคยตาม
- การนึ่งหรือต้มตัวอย่างพืชที่ผ่านการเตรียมเพื่อรอการวิเคราะห์ : ห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ใช้วิธีนึ่งด้วยวิธีต่างต่าง ๆ กัน ได้แก่ ใช้ถุงพลาสติก (เกษตร มช, สพข 6, สพข 12, สวพ 1, สวพ 4) ใช้ถุงกระดาษ (ปรูที มา, ปรูที มช, สวพ 2, สวพ 3, สวพ 6, สวพ 7) สำหรับการนึ่งเฉพาะในที่สุดความชื้น ห้องปฏิบัติการ ปรูที มา, สวพ 2, สวพ 3, สวพ 6, สวพ 7 ใส่ใบที่ดูดความชื้น ส่วนห้อง

ปฏิบัติการ ปฐพี ๓๗, มาตรา ๓๗, ทรีพริกเกอร์ ๓๑, สพข 5, สพข 6, สวพ 1, สวพ 4 ไม่มีในที่สุด
ความขึ้น

- สภาพที่เก็บตัวอย่าง : ทุกห้องปฏิบัติการเก็บไว้ในห้องปฏิบัติการ
- Total N : ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ ใช้ Kjeldahl digestion แล้วกลั่นและโนเตรด
- Total P : ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ใช้ย่อยตัวอย่างด้วยกรด $\text{HNO}_3/\text{HClO}_4$ ยกเว้นห้องปฏิบัติการ
ปฐพี ๓๗ ใช้กรด $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{HNO}_3/\text{HClO}_4$ และ ห้องปฏิบัติการ สพข ๕ ใช้กรด HClO_4 สำหรับวิธีวัด
ทุกห้องปฏิบัติการใช้ Vanado-molybdate-Spectrophotometer
- Total K, Ca, Mg, Na และจุลธาตุ (Fe, Cu, Mn, Zn) : ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ใช้ย่อยตัวอย่าง
ด้วยกรด $\text{HNO}_3/\text{HClO}_4$ ยกเว้นห้องปฏิบัติการปฐพี ๓๗ ใช้กรด $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{HNO}_3/\text{HClO}_4$ และ ห้อง
ปฏิบัติการ สพข ๕ ใช้กรด HClO_4 สำหรับการวัด Total K, Ca, Mg, และ Na ห้องปฏิบัติการ สพข
๕, สพข 6 ใช้ Flame photometer วัดเฉพาะ K, Na และไม่ได้วัดธาตุอื่นๆ ส่วนห้องปฏิบัติการ สพ
ข 5 สพข 12, สวพ 1, สวพ 3 ใช้ Flame photometer วัด K, Na และใช้ AAS วัด Ca, Mg, และ
จุลธาตุ (ยกเว้น ห้องปฏิบัติการ สวพ 3 ไม่ได้วัดจุลธาตุ) สำหรับห้องปฏิบัติการอื่นๆ ใช้ AAS วัดทั้ง
ธาตุอาหารหลักและจุลธาตุ
- Total sulfur : มี 3 ห้องปฏิบัติการ (ปฐพี ๓๗, ทรีพริกเกอร์ ๓๑, สวพ 1) ที่ให้บริการ วิเคราะห์โดย
ย่อยตัวอย่างด้วยกรด $\text{HNO}_3/\text{HClO}_4$ และใช้วิธีวัด Turbidimetric method-spectrophotometer
- โบรอน (Boron) : มี 3 ห้องปฏิบัติการ (ปฐพี ๓๗, ทรีพริกเกอร์ ๓๑, สวพ 1) ที่ให้บริการ วิเคราะห์โดย
เผาตัวอย่าง และละลาย ในกรด H_2SO_4 และวัดด้วย spectrophotometer

4.4 การสำรวจห้องปฏิบัติการ

ผลการสำรวจห้องปฏิบัติการของเครือข่ายหลักและเครือข่ายเสริม ที่ตั้งอยู่ในภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคใต้
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออก ระหว่างวันที่ 9-12 เมษายน, 22-27 เมษายน, 1-2 พฤษภาคม, 14-19
พฤษภาคม 2545 และ 21 กรกฎาคม 2546 ได้สัมภาษณ์ข้อมูลต่างๆ ของห้องปฏิบัติการตามแบบสำรวจ ซึ่งได้อธิบายไว้ใน
ข้อ 4.3.1 และ 4.3.2 และได้แสดงภาพของห้องปฏิบัติการที่เป็นเครือข่ายหลักจำนวน 6 ห้องปฏิบัติการ และเครือข่าย
เสริมจำนวน 18 ห้องปฏิบัติการ

จากข้อมูลต่างๆ ของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช ที่เป็นเครือข่ายหลัก ๖ หน่วยงานและเครือข่ายเสริม
17 หน่วยงาน พบว่า ห้องปฏิบัติการเหล่านี้มีศักยภาพ ความพร้อมในการให้บริการ และการดำเนินงานที่แตกต่างกันไป
ซึ่งสามารถจำแนกได้ 3 ระดับ คือ

A : มีห้องปฏิบัติการที่สามารถให้บริการวิเคราะห์ได้ทั้งสมบัติพื้นฐานของดิน ธาตุอาหารหลักและธาตุ
อาหารรอง และจุลธาตุ

B : เป็นห้องปฏิบัติการที่สามารถให้บริการวิเคราะห์ได้เฉพาะสมบัติพื้นฐานของดิน ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองบางธาตุ

C : เป็นห้องปฏิบัติการที่สามารถให้บริการวิเคราะห์ได้เพียงสมบัติพื้นฐานของดิน

รายละเอียดของห้องปฏิบัติการและควรให้บริการได้จัดทำเป็นเอกสารเผยแพร่ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต <http://webhost.wu.ac.th/msomsak/laivud>

ห้องปฏิบัติการบางแห่งจัดตั้งมากกว่า 20 ปี อาทิเช่น ห้องปฏิบัติการของสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (กองวิเคราะห์ดินเดิม) กรมพัฒนาที่ดิน และห้องปฏิบัติการของสำนักวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (กองเกษตรเคมีเดิม) กรมวิชาการเกษตร ห้องปฏิบัติการเหล่านี้ มีบุคลากรประจำ ที่มีความชำนาญในการวิเคราะห์ดินและพืช และมีเครื่องมือวิเคราะห์ที่พร้อมในการให้บริการ

สำหรับการวิเคราะห์ดินและพืช ในแต่ละพารามิเตอร์ ห้องปฏิบัติการต่างๆ จะใช้วิธีวิเคราะห์ที่เฉพาะเฉพาะและแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับว่าห้องปฏิบัติการนั้นสังกัดหน่วยงานใด อาทิเช่น หน่วยงานที่สังกัดกรมวิชาการเกษตร ใช้คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช (กรมงานวิจัยเคมีดิน, 2544) หน่วยงานที่สังกัดกรมพัฒนาที่ดิน ใช้คู่มือการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินและการวิเคราะห์พืช (กองวิเคราะห์ดิน, 2544) และหน่วยงานที่สังกัดสถานีอุดมศึกษา ใช้แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช (ทัศนีย์และคณะ, 2537) คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช (วรรณ, 2538) หรือคู่มือจากต่างประเทศ เช่น Soil Chemical and Analysis (Jackson, 1973) ฯลฯ



รูปที่ 3-3 การสำรวจห้องปฏิบัติการในภาคกลางและภาคเหนือระหว่างวันที่ 9-12 เมษายน 2545

ฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 อ. เมือง จ. ชัยนาท (2 ภาคกลาง)

ฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2 อ. วังทอง จ. พิษณุโลก (2 ภาคล่าง)



รูปที่ 3-4 การสำรวจห้องปฏิบัติการในภาคใต้ระหว่างวันที่ 22-27 เมษายน 2545
 ฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 จ. สุราษฎร์ธานี (2 ภาพบน)
 สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 11 หมู่ที่ 2 ตำบลท่าข้าม อ. พุนพิน จ. สุราษฎร์ธานี (2 ภาพกลาง)
 ฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8 อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา (2 ภาพล่าง)



รูปที่ 3-5 การสำรวจห้องปฏิบัติการในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างวันที่ 1-2 พฤษภาคม 2545
 ฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 ต.พสุธา อ. เขลมาธิศ จ. จันทบุรี

5. การประเมินศักยภาพในภาพรวม

5.1 ศักยภาพด้านบุคลากร : ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ในประเทศไทยมีจำนวนบุคลากรประจำใกล้เคียงกับห้องปฏิบัติการที่ให้บริการวิเคราะห์ดินและพืชในประเทศอเมริกา และมีโครงสร้างด้านความรู้ บุคลากรในระดับหัวหน้าห้องปฏิบัติการควรเป็นบุคคลที่จบการศึกษาในระดับปริญญาเอก หรือผู้มีผลงานด้านทฤษฎีวิเคราะห์ที่เป็นที่ยอมรับ โดยผู้บุคลากรระดับปริญญาตรีในระดับปฏิบัติ ในภาพรวมจึงพบว่า ห้องปฏิบัติการสวนใหญ่ขาดการพัฒนาที่มีความพร้อมและทันสมัยทัดเทียมห้องปฏิบัติการในต่างประเทศ ทั้งๆ ที่มีความพร้อมในด้านเครื่องมือระดับเดียวกัน ห้องปฏิบัติการบางแห่ง ห้องปฏิบัติการบางแห่งใช้บุคลากรไม่ตรงสาขาเข้ามาปฏิบัติงาน ประเด็นนี้ด้านบุคลากรจึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลการวิเคราะห์ขาดความถูกต้องแม่นยำ (รายละเอียดดูคำอธิบายที่ 7)

5.2 การจัดการสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย : ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับการจัดการสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยน้อย หลายแห่งมีการจัดเก็บสารเคมีไม่เหมาะสมทูล้ำความปลอดภัย มีห้องปฏิบัติการบางแห่งให้ความสำคัญกับการบำบัดของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ แต่ยังไม่ได้นำดำเนินการอย่างจริงจังมากนัก นอกจากนี้ยังพบว่าห้องปฏิบัติการบางแห่งใช้พื้นที่ในห้องปฏิบัติการเป็นพื้นที่เตรียมอาหาร เตรียมเครื่องดื่ม และพักผ่อน ซึ่งเป็นการใช้พื้นที่ที่ขัดกับหลักความปลอดภัย และหลักปฏิบัติที่เหมาะสมของห้องปฏิบัติการ (good laboratory practice : GLP)

5.3 การประกันคุณภาพ : มีห้องปฏิบัติการจำนวนไม่มากนักที่เริ่มนำระบบประกันคุณภาพเบื้องต้นมาใช้ เช่น การใช้ตัวอย่างควบคุม (control sample) การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการ และการจัดทำวิธีการฐานของกระบวนการวิเคราะห์ประจำห้องปฏิบัติการ (standard operating procedure : SOP) เป็นต้น ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ยังขาดความเข้าใจในระบบการประกันคุณภาพ แต่ยินดีและต้องการนำระบบประกันคุณภาพมาใช้

5.4 วิธีวิเคราะห์ : ห้องปฏิบัติการในสังกัดกรมพัฒนาที่ดินและกรมวิชาการเกษตรใช้วิธีวิเคราะห์ตามคำแนะนำของหน่วยงานในส่วนกลางที่ห้องปฏิบัติการนั้นๆ สังกัด ซึ่งมักเป็นวิธีที่อ้างอิงมาจากวิธีแนะนำของสมาคมดินแห่งอเมริกา (Soil Science Society of America) หรือสมาคมวิเคราะห์ดินและพืช (Soil and Plant Analysis Council) มีห้องปฏิบัติการจำนวนน้อยที่ใช้วิธีวิเคราะห์ที่อ้างอิงมาจากองค์กรอื่น เช่น สมาพันธ์วิเคราะห์ดินและพืชแห่งออสเตรเลีย (Australian Soil and Plant Analysis Council) หรือ องค์การอาหารและเกษตร (Food and Agriculture Organization : FAO) เป็นต้น โดยไม่พบว่าห้องปฏิบัติการใดในประเทศไทยที่ใช้วิธีวิเคราะห์ที่อ้างอิงมาจาก International Organization for Standardization (ISO) ถึงแม้มาตรฐานหลายอย่างของ ISOแพร่หลายในประเทศไทยปัจจุบัน

5.5 อัตราค่าวิเคราะห์ : ห้องปฏิบัติการในสังกัดกรมพัฒนาที่ดินและกรมวิชาการเกษตร ให้บริการวิเคราะห์ฟรีแก่เกษตรกรในพื้นที่บริการของตนเอง แต่จะคิดค่าบริการกับเอกชนที่มาใช้บริการ อีกทั้งยังมักพบว่า ตัวเลขบางส่วนใหญ่ที่ห้องปฏิบัติการเหล่านั้นให้บริการ เป็นตัวอย่างของนักวิจัยภายในหน่วยงานนั้นๆ เอง สำหรับห้องปฏิบัติการของสถาบัน

อุดมศึกษาต่างๆ คิดค่าบริการแก่ผู้ใช้บริการในอัตราต่างกันระหว่างสถาบัน และมักมีส่วนลดสำหรับนักศึกษาหรือ อาจารย์ของสถาบันนั้นๆเอง หากโครงการฯ ได้.เผยแพร่อัตราค่าบริการของห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งที่เข้าร่วมเครือข่าย ผ่าน website ของโครงการ (<http://webhost.wu.ac.th/msomsak/iaonet/>)

6. สรุปผลการดำเนินงาน

จากการสำรวจห้องปฏิบัติการของเครือข่ายหลัก พบว่าห้องปฏิบัติการทั้ง 6 หน่วยงานนี้ศักยภาพและความพร้อมจะเป็นเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช เนื่องจากมีภารกิจที่บริการวิเคราะห์ดินและพืชเป็นงานประจำอยู่แล้ว หากมีการสร้างระบบการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการที่ดี และมีมาตรฐานเดียวกันในการวิเคราะห์ ก็จะทำให้ห้องปฏิบัติการได้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้อง แม่นยำ และน่าเชื่อถือ

สำหรับห้องปฏิบัติการของเครือข่ายเสริมนั้น พบว่า ห้องปฏิบัติการทั้ง 18 ห้องปฏิบัติการ มีการให้บริการวิเคราะห์ดิน/พืช เป็นงานประจำอยู่แล้วเช่นกัน และมีความพร้อมในด้านภาควิเคราะห์ หากห้องปฏิบัติการสนใจเข้าร่วมเป็นเครือข่ายเสริมของโครงการฯ และได้เข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ของโครงการฯ มาโดยตลอด เครือข่ายเสริมเหล่านี้ควร จะได้รับการจัดระบบการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการ รวมทั้งการยกระดับมาตรฐานของห้องปฏิบัติการ เพื่อให้มีมาตรฐานเดียวกันในการวิเคราะห์ เช่นเดียวกับเครือข่ายหลัก เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้อง และน่าเชื่อถือ

7. เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน. 2544 คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. กองจุฬาลักษณ์ กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ
- กองวิเคราะห์ดิน. 2540 คู่มือการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินและการวิเคราะห์พืช. กรมพัฒนาที่ดิน กรุงเทพฯ
- วรรณภา เลี้ยววารีณ. 2538 คู่มือการวิเคราะห์ดินและปุ๋ย. หน่วยปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ทัศนีย์ อัลดอนันท์, จงรักะ จันทน์เจริญสุข, สุรเดช จินตกานนท์ 2537 แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ
- Jackson, M.L. 1973. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, New Delhi, India.



การจัดทำตัวอย่างอ้างอิงดินและพืช

- นิยามของวัสดุอ้างอิง
- ชนิดของวัสดุอ้างอิง
- ความสำคัญของตัวอย่างอ้างอิงในการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ
- การเตรียมตัวอย่างดินอ้างอิง
- การเตรียมตัวอย่างพืชอ้างอิง
- การทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่าง
- แนวทางการแก้ปัญหาในอนาคต
- สรุป
- เอกสารอ้างอิง

1. นิยามของวัสดุอ้างอิง

วัสดุอ้างอิง (Reference Material - RM) หมายถึง วัสดุหรือสารที่มีสมบัติอย่างหนึ่งหรือมากกว่า ซึ่งมีความเป็นเนื้อเดียวกัน (homogeneous) มีความเสถียร (stable) และได้รับการกำหนดค่ามาอย่างดีเพื่อใช้ในการสอบเทียบ (calibrate) เครื่องมือวัด (assess) วิธีการวัด และกำหนดค่า assign values ของวัสดุอื่น (ISO/IEC Guide 43)

2. ชนิดของวัสดุอ้างอิง

วัสดุอ้างอิงมีอยู่ 3 ชนิด คือ (Taylor, 1987)

1. วัสดุอ้างอิงมาตรฐาน (Standard Reference Material - SRM) หมายถึง วัสดุอ้างอิงที่รับรองซึ่งผลิตโดย National Bureau of Standards (NBS) เช่น NIST ของสหรัฐอเมริกา SRM นี้เป็นวัสดุอ้างอิงระดับ primary standard ซึ่งมีค่ารับรอง (Certified Value) และค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty) ระบุไว้เสมอ

2. วัสดุอ้างอิงรับรอง (Certified Reference Material - CRM) หมายถึง วัสดุอ้างอิงซึ่งผลิตโดยหน่วยงานหรือองค์กร ซึ่งเป็นที่ยอมรับว่ามีความสามารถด้านวิชาการในการผลิต CRM เป็นวัสดุอ้างอิงระดับ secondary standard ซึ่งมี Certified Value และค่า Uncertainty ระบุไว้เช่นเดียวกัน

3. วัสดุอ้างอิงภายใน (Internal Reference Material) หรือ Inhouse Reference Material - IRM หมายถึง วัสดุอ้างอิงที่ผลิตขึ้นในห้องปฏิบัติการหนึ่งเพื่อใช้ประโยชน์หนึ่งห้องปฏิบัติการเอง โดยวัสดุที่เตรียมนั้นจะต้องผ่านการทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน (homogeneity testing) และจะต้องมีค่ากำหนดให้ (assigned value) ของผลวิเคราะห์ที่กำกับไว้ด้วย

3. ความสำคัญของตัวอย่างอ้างอิงในการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

การวิเคราะห์ดินหรือพืชแต่ละครั้งย่อมมีโอกาสผิดพลาดได้เสมอ โดยผู้วิเคราะห์อาจไม่ทราบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเลย เช่น การเบี่ยงเบนของเครื่องชั่ง ความบริสุทธิ์ของน้ำ อุณหภูมิหรือเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ต่างไปจากค่าที่เหมาะสมหรือความบริสุทธิ์ของสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ต่ำเกินไป เป็นต้น วิธีการตรวจสอบความผิดพลาดโดยรวมของกระบวนการวิเคราะห์สามารถทำได้โดย การวิเคราะห์ตัวอย่างซึ่งผู้วิเคราะห์ทราบค่าวิเคราะห์ที่อยู่ก่อนแล้ว พร้อมกับตัวอย่างดินหรือพืชจากผู้ให้บริการ ตัวอย่างดังกล่าวก็คิด ตัวอย่างข้างเคียงซึ่งมีค่าวิเคราะห์ที่แน่นอน ค่าวิเคราะห์ของตัวอย่างข้างเคียงยิ่งแม่นยำมากเท่าไร ก็ยิ่งก่อสร้างความมั่นใจในการควบคุมคุณภาพมากขึ้นเท่านั้น การมี certified reference material เป็นตัวอย่างอ้างอิงในการวิเคราะห์แต่ละครั้ง ย่อมสร้างความน่าเชื่อถือต่อผู้มาที่สุดถึงจริง แต่ certified reference material มีราคาแพงดังนั้นโครงการหนึ่งจึงได้สร้างความร่วมมือระหว่างห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ภายในประเทศขึ้น เพื่อตัวอย่างน้อยให้ห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ที่เข้าร่วมโครงการนี้มี reference material ใช้ในการประกันคุณภาพ ทางโครงการได้จัดเตรียมตัวอย่างดิน 5 ตัวอย่าง และตัวอย่างพืช 1 ตัวอย่าง เพื่อจัดว่าเป็นตัวอย่างข้างเคียง ตัวอย่างข้างเคียงที่จัดเตรียมขึ้นทุกตัวอย่างได้จัดแบ่งให้ห้องปฏิบัติการเครือข่ายหลักทั้ง 8 ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ พบว่าผลการวิเคราะห์มีความแปรปรวนค่อนข้างสูง ทั้งผลวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการเดียวกัน และผลวิเคราะห์ที่เปรียบเทียบระหว่างห้องปฏิบัติการ ดังนั้น คณะนักวิจัยจึงมีความเห็นร่วมกันว่าควรดำเนินการเปรียบเทียบผล และให้ห้องปฏิบัติการที่ได้ค่าวิเคราะห์ต่างไปจากห้องปฏิบัติการอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทำการตรวจสอบหาสาเหตุ หากพบให้แก้ไขแล้วทำการวิเคราะห์ตัวอย่างข้างเคียงประมาณน้อย 20 ครั้ง แทนที่จะวิเคราะห์เพียง 5 ครั้ง ตามที่เสนอได้ในคู่มือสนคโครงการ และจัดค่าวิเคราะห์ที่ผิดพลาดออก

ผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการที่มีความแปรปรวน เป็นอาการที่จจะระบุว่าห้องปฏิบัติการใดมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นทางโครงการ จึงได้ส่งตัวอย่างอ้างอิงที่จัดเตรียมขึ้นไปให้ห้องปฏิบัติการที่นำเชื้อติดในประเทศ 1 แห่ง และห้องปฏิบัติการของต่างประเทศ 1 แห่ง คือ ห้องปฏิบัติการ CIRAD ของประเทศฝรั่งเศส ทำการวิเคราะห์เพื่อนำผลวิเคราะห์มาอ้างอิงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

4. การเตรียมตัวอย่างดินอ้างอิง

การเตรียมตัวอย่างดินอ้างอิงได้เลือกใช้ดินที่มีสมบัติต่างกัน ได้แก่ ดินร่วน ดินเหนียว ดินหิมิ ดินหรือวัตถุสูง ดินร่วนจัด และดินแข็งหรือดินเค็ม และพยายามเลือกตัวอย่างเหล่านี้ให้กระจายอยู่ในคำตัด (order) หลัก ๆ ที่พบมากในประเทศไทย ตามข้อเสนอแนะของผู้ตรวจสอบข้อเสนอโครงการ ตัวอย่างที่จัดเก็บและเตรียมมี 5 ตัวอย่าง คือ

1. ชุดดินปากช่อง (Pc) เก็บจาก บ้านบุญยืนศาล อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา (Sheet no. 5238 II พิกัด 465173) เป็นตัวแทนของดินร่วนและมีความอุดมสมบูรณ์ดี
2. ชุดดินสากสี (Ss) เก็บจากบ้านเขาไก่แจ้ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา (Sheet no. 5238 II พิกัด 593175) เป็นตัวแทนของดินต้งและมีอินทรีย์วัตถุสูง
3. ชุดดินกุลาไร่หงษ์ (K1) เก็บจากบ้านเนินตุน อ. ดอนหัน อ. เมือง จ. ชลบุรี (Sheet no. 5541 - I 49Q พิกัด 1705983 N, 274859 E) เป็นตัวแทนของดินร่วนและดินเค็ม

4. ชุดดินคอหงส์ (Kh) เก็บจากสถานีปฏิบัติการสัตวศาสตร์นาทวี คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์ อ. นาทวี จ. สงขลา เป็นตัวแทนของดินทรายและดินกรด พื้นที่ที่เก็บตัวอย่างเป็นพื้นที่ ปลูกหญ้าเพื่อการเลี้ยงสัตว์ มีการใช้ปุ๋ยคอกและปุ๋ยยูเรีย
5. ชุดดินระแงะ (Ra) เก็บจาก อ. อารณานิคม จ. สงขลา เป็นตัวแทนของดินเหนียว และดินกรดจัด สภาพพื้นที่เป็นนาข้าว

ตัวอย่างทั้งหมดได้เก็บจากดินชั้นบน (ประมาณ 0-20 เซนติเมตร) ตัวอย่างละประมาณ 100 กิโลกรัม นำตัวอย่างที่เก็บได้ใส่ถุงลมนิรภัยแบบพลาสติกหรือกระป๋องพลาสติกในท้องถิ่นเตรียมไว้ เลือกเก็บก้อนหิน กรวด เศษไม้ ใบหญ้า รากไม้ชิ้นใหญ่ที่ปนออกมาทิ้งไว้ แล้วดินแห้งจึงนำไปบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร นำตัวอย่างที่ร่อนผ่านตะแกรงใส่ผสมคลุกเคล้าให้ทั่วกันใช้มอเตอร์สุตจรัยเครื่องผสมดิน (mixer) ผสมตัวอย่างผสมเข้ากันดีแล้วจึงแบ่งใส่ถุงพลาสติกประมาณถุงละ 500 กรัม เพื่อส่งไปให้ห้องปฏิบัติการสัตวศาสตร์นาทวี คณะสัตวแพทยศาสตร์ตามต่อไป



รูปที่ 4-1 พื้นที่เก็บตัวอย่างดินจาก อ. อารณานิคม จ. สงขลา มีพืชน้อยชนิดเจริญเติบโตในบริเวณนี้ ภาพขวามือเป็นการทดสอบความเป็นกรดในต่างของดิน เพื่อให้แน่ใจว่าเป็นดินกรดจัดก่อนเก็บตัวอย่าง



รูปที่ 4-2 การเตรียมตัวอย่าง 4 และ 5 โดยการตากให้แห้งบนชั้นวางที่ร้อน เมื่อดินแห้งแล้วตำและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร ห้องปฏิบัติการไม่มีเครื่องมือจำหน่าย เตรียมตัวอย่างปริมาณมากจึงต้องใช้แรงงานคน

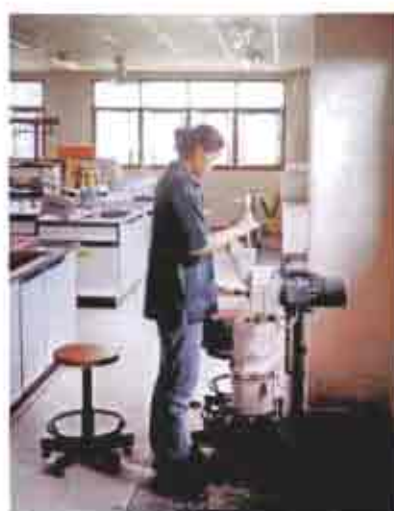
5. การเตรียมตัวอย่างพืชอ้างอิง

ตัวอย่างอ้างอิงสำหรับพืชเลือกใช้เพียงตัวอย่างเดียวตามคำแนะนำของคณะที่ปรึกษาโครงการ เนื่องจากสมบัติทางเคมีของพืชไม่มีความแตกต่างกันมากนัก พืชที่เลือกใช้คือ เมาะ เนื่องจากเป็นไม้ผลที่ปลูกทั่วไปในประเทศไทย และสามารถเก็บตัวอย่างได้จำนวนมากได้โดยไม่ต้องทำให้ต้นระงับเสียหาย ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ตัดกิ่งเมาะและเลือกเก็บใบที่มีอายุปานกลาง ไม้แก่ และไม่อ่อนเกินไป จากต้นเมาะของเกษตรกรที่ ต.ท่าแพงซา อ.เมือง จ.นครสวรรค์ เมื่อวันที่ 24 มกราคม 2545
2. คัดใบที่ไม้สมบูรณ์ตั้งและล้างทำความสะอาดด้วยน้ำ deionized โดยใช้เครื่องล้างอุตราสโนลด์
3. ออบใบเมาะที่ล้างทำความสะอาดแล้วในตู้อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน
4. บดใบเมาะที่แห้งแล้วด้วยเครื่องบดแบบ grinder แล้วคลุกเคล้าให้เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นทำการแบ่งตัวอย่างไปให้ห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ในเครือข่ายหลักดำเนินการวิเคราะห์



รูปที่ 4-3 การเตรียมตัวอย่างอ้างอิงพืช หลังจากเก็บใบมาจากสวนของเกษตรกรแล้ว นำมาตัดใบแก่จัดและถูกแมลงทำลายออก (ซ้าย) แล้วทำความสะอาดด้วยเครื่องอุตราสโนลด์ (ขวา)



รูปที่ 4-4 การเตรียมตัวอย่างอ้างอิงพืช หลังจากอบแห้งบดตัวอย่างด้วยเครื่องบดแบบ grinder

6. การทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่าง

ตัวอย่างอ้างอิงที่เตรียมขึ้นจะใช้เป็นเครื่องมือในการสอบเทียบ (calibrate) เครื่องมือ หรือประเมิน (assess) วิธีการวัดหรือกำหนดค่า assigned value ของวัสดุอื่นได้ก็ต่อเมื่อ ตัวอย่างอ้างอิงนั้นมีความเป็นเนื้อเดียวกัน ทุกส่วนของตัวอย่างที่แบ่งแยกออกมาต้องมีองค์ประกอบและสมบัติทางเคมีที่เหมือนกัน ดังนั้นก่อนนำไปใช้จึงจำเป็นต้องทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน (homogeneity test) ของตัวอย่าง วิธีทดสอบทำโดยสุ่มตัวอย่างย่อย 20 ตัวอย่าง ออกมาจากกะตัวอย่างอ้างอิงแต่ละตัวอย่าง แล้วทำการวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอน น้ำหนักดินแห้ง และโพแทสเซียมทั้ง 20 ตัวอย่างย่อยในครั้งเดียวกัน ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4-1, 4-2 และ 4-3

ตารางที่ 4-1 ผลการวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอน (%) ของตัวอย่างอ้างอิงดิน 20 ตัวอย่างย่อยในครั้งเดียวกัน

	ปากช่อง (Pc)	ตาคลี (Tk)	ภูสารังใต้ (Kl)	คอหงส์ (Kh)	ระแงะ (Ra)
1	1.088	2.817	0.240	0.658	1.874
2	1.017	3.290	0.243	0.666	1.789
3	1.024	2.971	0.259	0.711	1.892
4	1.057	2.958	0.259	0.680	1.933
5	1.055	3.082	0.243	0.641	1.898
6	1.081	3.079	0.236	0.707	1.806
7	1.084	2.892	0.258	0.692	1.801
8	1.065	3.143	0.236	0.711	1.855
9	1.066	3.044	0.245	0.645	1.826
10	1.150	3.072	0.243	0.641	1.855
11	1.052	3.026	0.234	0.674	1.820
12	1.061	3.026	0.234	0.682	1.723
13	1.075	3.195	0.236	0.653	1.787
14	1.088	3.152	0.230	0.646	1.806
15	1.127	2.915	0.246	0.672	1.872
16	1.042	2.940	0.236	0.705	1.864
17	1.074	3.091	0.261	0.702	1.856
18	1.031	3.109	0.241	0.700	1.745
19	1.073	3.177	0.249	0.694	1.849
20	1.078	2.925	0.253	0.625	
mean	1.069	3.060	0.245	0.676	1.813
SD	0.031	0.113	0.010	0.028	0.081
CV	2.933	3.692	3.946	4.111	4.460

หมายเหตุ ค่าของตัวอย่างอ้างอิงดินสุระแงะ (Ra) มีเพียง 19 ค่า เนื่องจากเกิดการผลิตผลจในการวิเคราะห์ 1 ตัวอย่าง จึงไม่นำข้อมูลมาคำนวณ

ผลการทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่างอ้างอิงโดยใช้วิธีวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอน (ตารางที่ 4-1) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (%CV) อยู่ในช่วง 2.93 – 4.46 % ค่าความแปรปรวนที่ปรากฏไม่ใช่เป็น ค่าความแปรปรวนของตัวอย่างแต่เพียงอย่างเดียว แต่เป็นความแปรปรวนที่เกิดจากขั้นตอนต่างๆ ในการวิเคราะห์ด้วย เช่น ความแปรปรวนของเครื่องวัดตัวอย่าง ความแปรปรวนของการวัดสารละลาย และความแปรปรวนในการไทเทรต เป็นต้น ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนที่แท้จริงของตัวอย่างอ้างอิงจึงต่ำกว่าค่าตัวเลขที่ปรากฏ

ตารางที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักดินแห้ง (%) ของตัวอย่างอ้างอิงดิน 20 ตัวอย่างย่อย ในจังหวัดเดียวกันของชุดดินปากช่อง (Pc) กุลาร้องไห้ (Ki) และตาดลี (Tk) ชุดคอหงส์ (Kh) และระแงะ (Ra)

	ปากช่อง (Pc)	กุลาร้องไห้ (Ki)	ตาดลี (Tk)	คอหงส์ (Kh)	ระแงะ (Ra)
1	97.3	99.2	95.1	99.457	96.452
2	97.0	99.0	94.5	99.464	96.440
3	97.4	99.1	95.0	99.344	96.432
4	97.2	99.1	94.8	99.373	96.464
5	97.4	98.9	94.9	99.336	96.448
6	97.9	99.1	95.0	99.460	96.412
7	97.7	98.9	95.0	99.472	96.503
8	97.5	99.1	95.0	99.341	96.498
9	97.5	99.0	95.4	99.374	96.445
10	97.4	99.0	95.2	99.384	96.464
11	97.7	99.4	95.3	99.458	96.491
12	97.8	99.4	95.3	99.345	96.498
13	97.5	99.1	95.4	99.419	96.438
14	97.3	99.3	95.4	99.451	96.365
15	97.6	99.2	95.4	99.463	96.340
16	97.7	99.4	95.3	99.333	96.358
17	97.6	99.3	95.3	99.364	96.318
18	97.7	99.1	95.4	99.451	96.307
19	97.7	99.1	95.3	99.465	96.379
20	97.4	99.2	95.1	99.425	96.327
mean	97.5	99.1	95.2	99.406	96.420
SD	0.22	0.16	0.24	0.053	0.065
CV	0.23	0.16	0.26	0.053	0.066

ผลการทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่างอ้างอิงโดยใช้วิธีวิเคราะห์น้ำหนักดินแห้ง (ตารางที่ 4-2) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (%CV) อยู่ในช่วง 0.053 – 0.24 % ตัวอย่างดินชุดปากช่อง (Pc) กุลาร้องไห้ (Ki) และตาดลี (Tk) วิเคราะห์โดยใช้เครื่องชั่งความละเอียด 0.01 กรัม ส่วนชุดคอหงส์ (Kh) และระแงะ (Ra) ใช้เครื่องชั่ง

ความละเอียด 1 มิลลิกรัม ความแปรปรวนของค่าความชื้น 3 ชุดแรกสูงกว่า 2 ชุดหลังอย่างเห็นได้ชัด อาจเป็นผลมาจากการใช้เครื่องชั่งที่มีความละเอียดแตกต่างกัน

ตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์โพแทสเซียม (mg/kg) ของตัวอย่างอ้างอิงดิน 20 ตัวอย่างย่อย ในครั้งเดียววัน

	ปากช่อง (Pc)	ภูสาร้อยไร่ (Kt)	ตาคลี (Tk)
1	180	20	235
2	180	20	225
3	180	19	225
4	190	19	228
5	190	17	225
6	180	20	225
7	180	21	230
8	180	18	230
9	185	20	250
10	185	19	230
11	180	18	240
12	180	19	240
13	180	19	250
14	185	20	235
15	180	19	225
16	185	19	230
17	180	20	225
18	185	21	225
19	190	20	240
20	185	20	235
mean	183	19	232
SD	3.9	1.0	5.1
CV	2.1	5.1	3.5

ผลการทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่างอ้างอิงโดยใช้วิธีวิเคราะห์โพแทสเซียมของดิน ตัวอย่างดินชุดปากช่อง (Pc) ภูสาร้อยไร่ (Kt) และตาคลี (Tk) (ตารางที่ 2-3) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (%CV) อยู่ในช่วง 2.1 - 5.1 % ซึ่งสูงกว่าการวิเคราะห์เนื้อดินแห้ง ทั้งนี้เพราะการวิเคราะห์มีหลายขั้นตอน ค่าความแปรปรวนที่ปรากฏจึงเป็นผลมาจากความแปรปรวนของแต่ละขั้นตอนที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความแปรปรวนของเครื่องมือวิเคราะห์

การทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่างทั้ง 3 วิธี ซึ่งค่ารวมค่าเฉลี่ยได้ความแปรปรวนของตัวอย่างดินอ้างอิงทั้ง 5 ตัวอย่างที่เตรียมนี้ไม่เกิน 5% ซึ่งเป็นเป้าหมายของโครงการนี้

7. แนวทางในการแก้ปัญหาในอนาคต

เนื่องจากโครงการมีเวลาจำกัดทุกขั้นตอนจึงดำเนินการให้ทันตามเวลาที่กำหนด การทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันจึงเป็นการทดสอบเบื้องต้นอย่างรวดเร็วดังกล่าวแล้วเท่านั้น หากโครงการไม่มีข้อจำกัดเรื่องเวลา การทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่างดินควรดำเนินการตามแนวทางของ International Harmonized Protocol for Proficiency Testing of (Chemical) Analytical Laboratories (Thompson & Wood, 1993) คือ แบ่งตัวอย่างดินออกเป็นตัวอย่างย่อย (subsamples) และสุ่มมา 13 subsamples จากนั้นทำการวิเคราะห์ดิน parameter ใด parameter หนึ่ง โดยวิเคราะห์ duplicate จะได้ 20 การทดสอบ แล้วนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแปรปรวน (Analysis of Variance - ANOVA) แนวทางเดียวโดยไม่ได้ outliers ออกนอกราคา variance ที่ได้ใช้คำนวณค่า $F - ratio (F_{cal})$ แล้วนำไปเปรียบเทียบกับ $F_{critical}$ จากตาราง ถ้า $F_{cal} < F_{critical}$ แสดงว่าตัวอย่างดินนั้นมีความเป็นเนื้อเดียวกัน แต่ถ้า $F_{cal} > F_{critical}$ ตัวอย่างนั้นไม่มีความเป็นเนื้อเดียวกัน ต้องเตรียมตัวอย่างใหม่หรือทำการคลุกดินใหม่และนำมาทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันอีก ตัวอย่างนี้ถ้าแล้วซ้ำอีกจนกว่าค่า $F - ratio$ จะผ่าน ซึ่งวิธีการทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันที่กล่าวมานี้จะทำให้เสียเวลามาก

8. คำรับรองและคำแนะนำของตัวอย่างอ้างอิง

หลังจากห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ในเครือข่ายหลักวิเคราะห์ตัวอย่างอ้างอิงจนได้จำนวนครั้งมากเพียงพอต่อการประมวลผลทางสถิติ (เสร็จสิ้นงวดที่ 2) ทางโครงการฯ ได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อจัดทำเป็นคำรับรอง (certified value) สำหรับรายการที่ระบุไว้ในตัวอย่างอ้างอิงโครงการฯ ของตัวอย่างอ้างอิงนั้น โดยจัดข้อมูลที่สูงหรือต่ำผิดปกติออก และให้ห้องปฏิบัติการที่มีผลการวิเคราะห์ใกล้เคียงทำการวิเคราะห์ที่จนได้ข้อมูลที่เหมาะสม ในบางกรณีพบว่าไม่สามารถระบุได้ว่าข้อมูลใดมีความผิดปกติ ทางโครงการฯ จึงได้จัดหาห้องปฏิบัติการที่เชื่อถือได้ในประเทศไทย 1 แห่ง และต่างประเทศอีก 1 แห่ง แล้วส่งตัวอย่างอ้างอิงไปวิเคราะห์ และนำผลสารวิเคราะห์มาใช้อ้างอิงในการพิจารณาจัดข้อมูลที่ผิดปกติ ทางโครงการฯ ได้กำหนดเกณฑ์การยอมรับเบื้องต้นไว้ที่ระดับความแปรปรวน 10 % หากความแปรปรวนสูงกว่านี้ จะจัดทำเป็นคำแนะนำ (consensus value) แทน (รายละเอียดกล่าวถึงใน พทที่ 5) ค่าแนะนำและคำรับรองของตัวอย่างอ้างอิงแต่ละตัวอย่าง แสดงในตารางที่ 4-1 ถึง 4-6

ตารางที่ 4-1 ค่าปริมาตร (ตัวเลขที่ดำ) และค่าแนะนำ (ตัวเลขสีน้ำเงิน) ของตัวอย่างดินอ้างอิง Pc

รายการ	วิธี	หน่วย	median	mean	SD	CV
pH	เขวณลยในน้ำ		7.50	7.45	0.27	3.57
EC 1:5	เขวณลยในน้ำ	dS/m	0.12	0.12	0.02	14.33
Org. C	Walkley&Black	%	1.02	1.02	0.08	7.72
OM	Walkley&Black	%	1.75	1.76	0.14	7.73
Total N	Kjeldahl	%	0.086	0.088	0.007	7.765
Avail. P	Bray II	mg P/kg	20.05	19.92	2.20	11.03
Avail. S		mg-S/kg				
Exc. Na	1 M NH ₄ OAc pH7	mg/kg	59.35	49.66	24.11	49.56
Exc. K	1 M NH ₄ OAc pH7	mg/kg	187.29	186.88	17.64	9.44
Exc. Ca	1 M NH ₄ OAc pH7	mg/kg	3,126.38	3,124.98	290.71	9.30
Exc. Mg	1 M NH ₄ OAc pH7	mg/kg	167.23	169.34	14.46	8.54
CEC	1 M NH ₄ OAc pH7	cmol(+) /kg	12.86	12.94	2.13	16.45
Ext. Fe	DTPA	mg/kg	3.20	3.35	0.76	22.74
Ext. Mn	DTPA	mg/kg	21.10	23.98	5.53	23.06
Ext. Cu	DTPA	mg/kg	1.16	1.17	0.16	14.04
Ext. Zn	DTPA	mg/kg	1.78	1.82	0.28	15.38

หมายเหตุ ข้อมูลจากผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักและห้องปฏิบัติการอ้างอิง ประมวลผลหลังจากตัดค่าที่ห่างจากกลุ่ม (outlier) ออกแล้ว

ตารางที่ 4-2 ค่าปริมาตร (ตัวเลขที่ดำ) และค่าแนะนำ (ตัวเลขสีน้ำเงิน) ของตัวอย่างดินอ้างอิง Tk

รายการ	วิธี	หน่วย	Median	mean	SD	CV
pH	เขวณลยในน้ำ		7.60	7.59	0.25	3.25
EC 1:5	เขวณลยในน้ำ	dS/m	0.17	0.17	0.01	8.02
Org. C	Walkley&Black	%	2.71	2.72	0.15	5.48
OM	Walkley&Black	%	4.67	4.69	0.26	5.48
Total N	Kjeldahl	%	0.23	0.239	0.021	8.73
Avail. P	Bray II	mg-P/kg	30.30	31.25	3.64	11.66
Avail. S		mg-S/kg				
Exc. Na	1 M NH ₄ OAc pH7	mg/kg	40.69	49.35	25.32	52.36
Exc. K	1 M NH ₄ OAc pH7	mg/kg	240.00	238.63	26.64	11.16
Exc. Ca	1 M NH ₄ OAc pH7	mg/kg	8,048.47	8,068.15	872.28	10.91
Exc. Mg	1 M NH ₄ OAc pH7	mg/kg	206.45	212.87	22.14	10.40
CEC	1 M NH ₄ OAc pH7	cmol(+) /kg	31.90	31.43	6.57	20.90
Ext. Fe	DTPA	mg/kg	9.71	9.90	1.03	10.40
Ext. Mn	DTPA	mg/kg	20.45	22.80	6.22	27.29
Ext. Cu	DTPA	mg/kg	3.30	3.33	0.48	12.42
Ext. Zn	DTPA	mg/kg	0.94	0.98	0.16	16.26

หมายเหตุ ข้อมูลจากผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักและห้องปฏิบัติการอ้างอิง ประมวลผลหลังจากตัดค่าที่ห่างจากกลุ่ม (outlier) ออกแล้ว

ตารางที่ 4-3 ค่ารับรอง (ตัวเลขที่ดำ) ของตัวบ่งชี้ทางดินถึง Ki

รายการ	วิธี	หน่วย	Median	mean	SD	CV
pH	เขานลอยในน้ำ		6.83	6.80	0.24	3.56
EC 1:5	เขานลอยในน้ำ	dS/m	4.98	4.97	0.45	3.22
Org. C	Walkley&Black	%	0.23	0.23	0.03	11.08
OM	Walkley&Black	%	0.40	0.40	0.04	11.08
Total N	Kjeldahl	%	0.02	0.02	0.00	14.07
Avail. P	Bray II	mg-P/kg	2.90	2.99	0.51	16.95
Avail. S		mg S/kg				
Exc. Na	1 M NH ₄ OAc pH7	mg/kg	4,996.00	5,217.52	922.98	17.69
Exc. K	1 M NH ₄ OAc pH7	mg/kg	26.60	26.83	5.72	21.32
Exc. Ca	1 M NH ₄ OAc pH7	mg/kg	505.50	438.11	46.61	9.36
Exc. Mg	1 M NH ₄ OAc pH7	mg/kg	32.82	32.50	3.60	11.08
CEC	1 M NH ₄ OAc pH7	cmol(+) /kg	3.60	3.84	0.61	15.36
Ext. Fe	DTPA	mg/kg	8.91	9.69	1.11	12.76
Ext. Mn	DTPA	mg/kg	1.66	1.65	0.15	9.07
Ext. Cu	DTPA	mg/kg	0.39	0.38	0.05	13.16
Ext. Zn	DTPA	mg/kg	0.26	0.27	0.07	27.63

หมายเหตุ ข้อมูลจากผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการวินหรือ่ายหลักและห้องปฏิบัติการอ้างอิง ระยะเวลาผลหลังจากตัดค่าที่ต่างจากกลุ่ม (outlier) ออกแล้ว

ตารางที่ 4-4 ค่ารับรอง (ตัวเลขที่ดำ) และค่าแนะนำ (ตัวเลขสีน้ำเงิน) ของตัวบ่งชี้ทางดินถึง Kh

รายการ	วิธี	หน่วย	Median	mean	SD	CV
pH in water	เขานลอยในน้ำ		4.90	4.96	0.24	4.93
EC 1:5	เขานลอยในน้ำ	dS/m	0.02	0.02	0.00	17.99
Org. C	Walkley&Black	%	0.64	0.65	0.06	8.96
OM	Walkley&Black	%	1.11	1.11	0.10	9.96
Total N	Kjeldahl	%	0.042	0.042	0.002	4.47
Avail. P	Bray II	mg-P/kg	3.80	3.80	0.56	14.75
Avail. S		mg S/kg				
Exc. Na	1 M NH ₄ OAc pH7	mg/kg	50.3	51.5	12.1	23.6
Exc. K	1 M NH ₄ OAc pH7	mg/kg	32.13	32.84	4.51	13.74
Exc. Ca	1 M NH ₄ OAc pH7	mg/kg	56.85	59.01	8.37	14.42
Exc. Mg	1 M NH ₄ OAc pH7	mg/kg	26.15	25.89	3.13	12.10
CEC	1 M NH ₄ OAc pH7	cmol(+) /kg	2.73	2.72	0.41	15.31
Ext. Fe	DTPA	mg/kg	50.60	53.52	10.99	23.53
Ext. Mn	DTPA	mg/kg	0.95	0.95	0.13	13.61
Ext. Cu	DTPA	mg/kg	0.23	0.19	0.04	21.72
Ext. Zn	DTPA	mg/kg	0.13	0.11	0.03	29.18

หมายเหตุ ข้อมูลจากผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการวินหรือ่ายหลักและห้องปฏิบัติการอ้างอิง ระยะเวลาผลหลังจากตัดค่าที่ต่างจากกลุ่ม (outlier) ออกแล้ว

ตารางที่ 4-5 ค่ารับรอง (ตัวเลขสีดำ) และค่าแนะนำ (ตัวเลขสีน้ำเงิน) ของตัวอย่างดินอ้างอิง Ra

พารามิเตอร์	วิธี	หน่วย	Median	mean	SD	CV
pH	เขยอนลอยในน้ำ		3.80	3.90	0.24	6.12
EC 1:5	เขยอนลอยในน้ำ	dS/m	0.36	0.36	0.03	7.87
Org. C	Walkley&Black	%	1.78	1.78	0.13	7.68
OM	Walkley&Black	%	3.07	3.03	0.23	7.65
Total N	Kjeldahl	%	0.11	0.11	0.01	7.02
Avail. P	Bray II	mg-P/kg	3.54	3.65	0.55	15.02
Avail. S		mg-S/kg				
Exc. Na	1 M NH ₄ OAc pH7	mg/kg	125.56	130.91	25.19	19.24
Exc. K	1 M NH ₄ OAc pH7	mg/kg	74.10	75.47	8.79	11.65
Exc. Ca	1 M NH ₄ OAc pH7	mg/kg	224.40	219.55	41.80	19.04
Exc. Mg	1 M NH ₄ OAc pH7	mg/kg	126.70	130.39	16.47	12.63
CRC	1 M NH ₄ OAc pH7	cmo(+) /kg	15.19	16.79	5.74	34.16
Ext. Fe	DTPA	mg/kg	43.14	44.10	27.83	63.11
Ext. Mn	DTPA	mg/kg	10.56	11.41	6.01	52.66
Ext. Cu	DTPA	mg/kg	0.20	0.24	0.20	81.84
Ext. Zn	DTPA	mg/kg	0.23	0.40	0.46	106.64

หมายเหตุ ข้อมูลจากผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักและห้องปฏิบัติการอ้างอิง ประมวลผลหลังจากตัดค่าที่ต่างจากกลุ่ม (outlier) ออกแล้ว

ตารางที่ 4-6 ค่ารับรองของตัวอย่างพืชอ้างอิง

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์	หน่วย	Median	Mean	SD	CV
N	Kjeldahl	%	1.76	1.75	0.06	3.62
P	Digestion/ spect.	%	0.13	0.13	0.01	8.42
K	Digestion/ FI or AAS	%	0.49	0.48	0.05	10.67
Ca	Digestion/ AAS	%	1.01	1.03	0.10	9.82
Mg	Digestion/ AAS	%	0.25	0.25	0.02	6.57
S	Digestion/ turb.	%	0.24	0.23	0.06	27.69
Fe	Digestion/ AAS	mg/kg	108.00	108.31	11.51	10.63
Mn	Digestion/ AAS	mg/kg	1100.00	1127.24	105.67	9.37
Cu	Digestion/ AAS	mg/kg	9.47	9.63	1.12	11.85
Zn	Digestion/ AAS	mg/kg	12.50	12.87	1.95	15.17
B	Asning/ spect.	mg/kg	27	27	2	9

หมายเหตุ ข้อมูลจากผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักและห้องปฏิบัติการอ้างอิง ประมวลผลหลังจากตัดค่าที่ต่างจากกลุ่ม (outliers) ออกแล้ว

9. สรุป

ตัวอย่างอ้างอิงเป็นตัวอย่างที่มีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการผลิตหรือกระบวนการวิเคราะห์ทุก ๆ ด้านในด้านการวิเคราะห์ดินและพืชทั้งปฏิบัติการวิเคราะห์ทุกแห่งควรมีการมีตัวอย่างอ้างอิงเป็นประจำ เนื่องจากวัสดุอ้างอิงรับรอง (Certified Reference Material - CRM) มีราคาแพงมาก การจัดซื้อวัสดุอ้างอิงรับรองมาใช้เป็นการปฏิบัติงานประจำของห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งย่อมเป็นภาระสิ้นเปลืองมาก และไม่คุ้มค่าสำหรับประเทศไทยแรก ดังนั้นการผลิตตัวอย่างอ้างอิงภายใน (Internal หรือ Inhouse Reference Material - IRM) ซึ่งสามารถสอบกลับได้ (traceable) ไปยัง CRM แล้วนำมาใช้ในปฏิบัติการเป็นประจำและเป็นไปอย่างต่อเนื่องจะเป็นการประหยัดและลดงบประมาณแผ่นดินลงได้มาก อีกทั้งยังเป็นการพัฒนากระบวนการวิเคราะห์ให้ได้คุณภาพได้มาตรฐานที่อยู่อันดับหนึ่งซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดวิชาการ (Technical requirements) ข้อ 5.9 ของระบบมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025 (เมก. 1/025 - 2543 ฉบับตีความภาษาไทย) นอกจากนี้ยังเป็นการประกันคุณภาพ (quality assurance) การวิเคราะห์ที่เกิดความมั่นใจทั้งแก่ผู้วิเคราะห์ และผู้ชักจูงว่าผลวิเคราะห์นั้น ๆ มีคุณภาพพอเชื่อถือ คือมีทั้งความถูกต้อง (accuracy) และความแม่นยำ (precision) สามารถตรวจสอบได้

10. เอกสารอ้างอิง

เมก. 17025 - 2543 ฉบับตีความภาษาไทย. 2544. ข้อกำหนดทั่วไปเพื่อความสามารถของห้องปฏิบัติการทดสอบ และห้องปฏิบัติการสอบเทียบ. สันนิบาตผู้ประมุขห้องปฏิบัติการ. สม.อ. 15 - 19 มกราคม 2544.

ISO/IEC Guide 43

Thompson, M. and Wood, B. 1963. International Harmonized Protocol for Proficiency Testing of (Chemical) Analytical Laboratories. Journal of AOAC. Vol. 76. No. 4.

Taylor, J.K. 1987. Quality Assurance of Chemical Measurements Lewis Publishers, Inc., Chelsea, Michigan. 328 p.



การประกันคุณภาพของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลัก

- คำนำ
- การจัดทำวิธีวิเคราะห์มาตรฐานประจำห้องปฏิบัติการ
- การจัดทำแผนภูมิควบคุมคุณภาพ
- การร่วมทดสอบระหว่างห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลัก
- การทดสอบประสิทธิภาพ
- สรุป
- เอกสารอ้างอิง

1. คำนำ

ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการไม่สามารถทราบร่วมกันได้ว่ามีความถูกต้องแม่นยำจริงหรือไม่ หากห้องปฏิบัติการนั้นไม่มีระบบประกันคุณภาพที่ดีพอ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภาวาระเลียมห้องปฏิบัติการหลายชิ้นชี้ให้เห็นว่า ผลการวิเคราะห์มีโอกาสผิดพลาดได้หลายกรณี จากหลากหลายสาเหตุ (Falavier et al., 1996; Miller et al., 1996; Schnug, 1996; Wolf et al., 1996) ทำให้มีการพัฒนามาตรฐานประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการ และการประเมินห้องปฏิบัติการขึ้น เพื่อทำให้ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ดี มีคุณภาพและน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น รวมทั้งผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งที่ใช้วิธีวิเคราะห์เดียวกันสามารถเปรียบเทียบกันได้ (Houba et al., 1994; Jones and White, 1994; Handor, 1996) การแลกเปลี่ยนตัวอย่างดินระหว่างห้องปฏิบัติการ (collaborative test) ในประเทศอเมริกา เริ่มมาตั้งแต่ปลายคริสต์ทศวรรษที่ 1960 (Miller et al., 1996) ส่วนในยุโรป Wageningen University เป็นแกนกลางแลกเปลี่ยนตัวอย่างพืชระหว่างห้องปฏิบัติการต่าง ๆ มาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1956 (Houba et al., 1996) ในปัจจุบันระบบประกันคุณภาพสำหรับห้องปฏิบัติการที่ได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติ ซึ่งจัดตั้งขึ้นโดยองค์การนานาชาติ 2 องค์การ คือ The International Organization for Standardization (ISO) และ The International Electrotechnical Commission (IEC) คือระบบประกันคุณภาพตามข้อกำหนด ISO/IEC 17025 ซึ่งประกาศใช้ฉบับแรกในปี ค.ศ. 1999 และมีกำหนดประกาศใช้ฉบับที่ 2 ในปี ค.ศ. 2003 (ISO, 2004) สำหรับประเทศไทยซึ่งมีสมาชิกของ ISO ก็ได้ประกาศระบบคุณภาพเดียวกันคือ มอก 17025-2543 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547)

การนำระบบประกันคุณภาพตามข้อกำหนด ISO/IEC 17025 มาใช้ในหน่วยงานเป็นวงกว้างสำหรับห้องปฏิบัติการต่างๆ ในประเทศไทย เนื่องจากมีข้อกำหนดมากทั้งในด้านการจัดทำเอกสารและสิ่งที่ต้องปฏิบัติในเชิงเทคนิค ทางโครงการจึงได้เลือกดำเนินการเพียงบางข้อกำหนด ตามคำแนะนำที่ปรากฏอยู่ใน Guidelines for Quality Management in Soil and Plant Laboratories ซึ่งจัดทำโดย International Soil Reference and Information Center (ISRIC) ร่วมกับ Food and Agriculture Organization (FAO) (van Roeswijk, 1998) โดยเน้นใน 4 ประเด็นหลัก คือ

- การจัดทำวิธีวิเคราะห์มาตรฐานประจำห้องปฏิบัติการ (standard operating procedure : SOP)
- การจัดทำแผนภูมิควบคุมคุณภาพ (control chart)
- การร่วมทดสอบ (collaborative test) ระหว่างห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลัก
- การทดสอบประสิทธิภาพ (performance test) กับเครือข่าย WEPAL

เนื่องจากคณะนักวิจัยได้พิจารณาเห็นว่า 4 ประเด็นดังกล่าว เป็นเรื่องสำคัญในการ ضمانการประกันคุณภาพ ดังนั้นทางโครงการฯ จึงได้กำหนดให้ทุกห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักต้องดำเนินการทั้ง 4 ประเด็น สำหรับประเด็นอื่น ห้องปฏิบัติการต่างๆ สามารถเลือกดำเนินการได้เองตามความพร้อมและความสมัครใจ โดยมุ่งสร้างความพร้อมให้สามารถเข้าสู่กระบวนการประกันคุณภาพตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 ได้

2. การจัดทำวิธีวิเคราะห์มาตรฐานประจำห้องปฏิบัติการ

วิธีวิเคราะห์มาตรฐานประจำห้องปฏิบัติการ (standard operating procedure : SOP) เป็นเครื่องมือสำคัญที่จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ สามารถดำเนินการวิเคราะห์หาค่าลดการรบกวนการได้เหมือนกันทุกครั้ง ไม่ล้มปฏิบัติในขั้นตอนหนึ่งขั้นตอนใด หรือไม่ปฏิบัตินอกเหนือจากที่ระบุไว้ การปฏิบัติงานมีระบบมากขึ้น และตรวจสอบผลจะบอกพร้อมได้ง่ายขึ้น ลดความผิดพลาดที่เกิดจากการหลงลืมของผู้ปฏิบัติงาน SOP เมื่อเขียนขึ้นแล้วจะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขอย่างสม่ำเสมอ

ทางโครงการฯ ได้กำหนดให้ห้องปฏิบัติการทุกห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักต้องมี SOP ทุกวิธีที่ทำการวิเคราะห์ บรรจุพิมพ์วางไว้ในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถเปิดอ่านได้ตลอดเวลาที่ต้องการ เนื้อหาของ SOP ได้ยึดตามตัวอย่างจาก Guidelines for Quality Management in Soil and Plant Laboratories ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อต่างๆ ดังนี้

- ขอบข่าย (SCOPE)
- เอกสารที่เกี่ยวข้อง (RELATED DOCUMENTS)
- หลักการ (PRINCIPLE)
- เครื่องมือและอุปกรณ์ (APPARATUS AND GLASSWARE)
- สารเคมี (REAGENTS)
- ตัวอย่าง (SAMPLE)
- วิธีการ (PROCEDURE)
- วิธีคำนวณ (CALCULATION)
- พารามิเตอร์การตรวจสอบ (VALIDATION PARAMETERS)
- การรายงานผล (TEST REPORT)
- เอกสารอ้างอิง (REFERENCES)

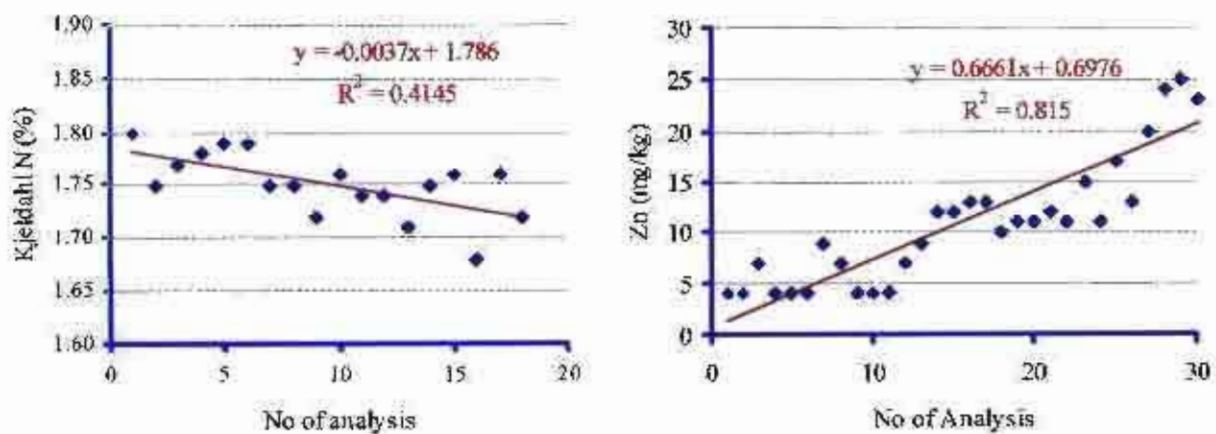
วิธีวิเคราะห์ที่นำมาจัดทำเป็น SOP ได้กำหนดให้เป็นไปตามวิธีมาตรฐานที่ทางโครงการฯ จัดทำขึ้น (รายละเอียดปรากฏในภาคที่ 8) ตัวอย่าง SOP ของห้องปฏิบัติการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมดิน

และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการ พัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน และกองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร ได้แม่โจ้เป็นตัวอย่างในภาคผนวก 2 แล้ว

3. การจัดทำแผนภูมิควบคุมคุณภาพ

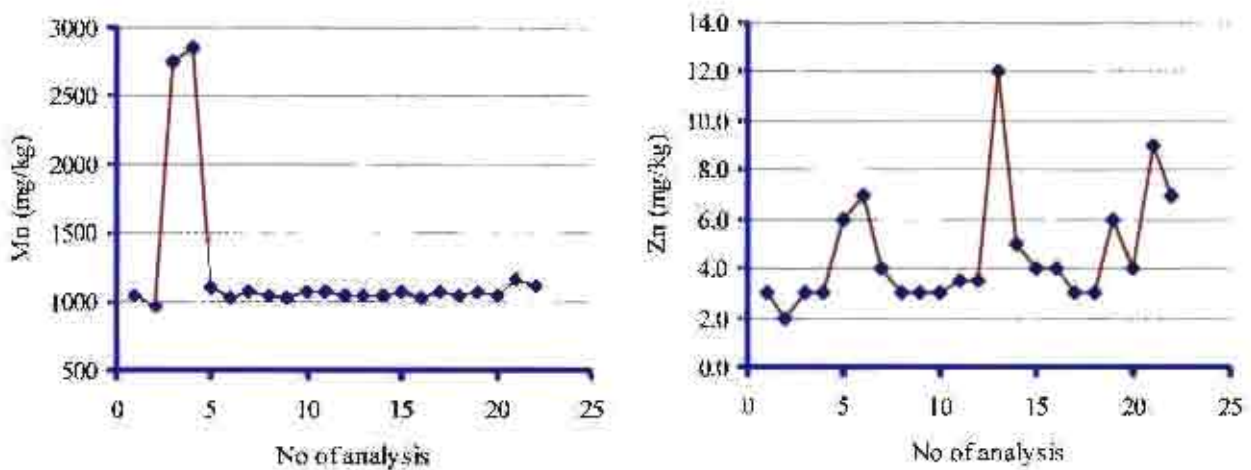
แผนภูมิควบคุมคุณภาพ (control chart) เป็นแผนภูมิแสดงผลการเปลี่ยนแปลงผลการวิเคราะห์ตัวอย่างอ้างอิงรายการใดรายการหนึ่ง ซึ่งห้องปฏิบัติการได้ทำการวิเคราะห์พร้อมกับตัวอย่างที่ให้บริการตามปกติแต่ละครั้ง แผนภูมิควบคุมคุณภาพเป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้ตรวจสอบความแม่นยำ (precision) ในการวิเคราะห์รายการใดรายการหนึ่ง รวมทั้งตรวจสอบความผิดปกติที่เกิดขึ้นในกระบวนการวิเคราะห์ ดังนั้นทางโครงการฯ จึงได้กำหนดให้ห้องปฏิบัติการทุกห้องปฏิบัติการมีเครือข่ายหลักจะต้องจัดทำแผนภูมิควบคุมคุณภาพ แผนภูมิควบคุมคุณภาพจะจัดทำได้เมื่อมีการวิเคราะห์ตัวอย่างอ้างอิงมาครั้งเพียงพอก็จะมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยทั่วไปควรวิเคราะห์ห่อถ้งน้อย 10 ครั้ง (van Reeuwijk, 1998) จากนั้นนำผลการวิเคราะห์ห่อถ้งค่ากลาง (mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation : SD) แล้วเขียนกราฟการเปลี่ยนแปลงของค่ากลางกับจำนวนครั้งที่วิเคราะห์ ทางโครงการฯ แนะนำให้ห้องปฏิบัติการต่างๆ กำหนดค่าทางสถิติและเขียนกราฟโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel และวิเคราะห์ตัวอย่างอ้างอิงแต่ละรายการไม่น้อยกว่า 20 ครั้ง เมื่อเสร็จสิ้นโครงการฯ อย่างไรก็ตาม ความรู้ในการวิเคราะห์ขึ้นอยู่กับความถี่ในการให้บริการของห้องปฏิบัติการนั้นๆ จากผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพของห้องปฏิบัติการต่างๆ ในเครือข่ายหลักพบว่า ถึงแม้จะวิเคราะห์ตัวอย่างอ้างอิงเดียวกัน ไร่/เขตร่วมกัน วิเคราะห์โดยห้องปฏิบัติการเดียวกัน แต่ผลการวิเคราะห์มีความแปรปรวนอย่างผิดปกติ 3 ลักษณะ คือ

3.1 ผลการวิเคราะห์ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลงเมื่อวิเคราะห์มากขึ้น : ความแปรปรวนลักษณะนี้เกิดขึ้นเมื่อผลการวิเคราะห์ตัวอย่างอ้างอิงรายการใดก็ตาม มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลง แสดงให้เห็นถึงความผิดปกติที่เกิดขึ้น และสามารถตรวจสอบได้จากการใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพ (รูปที่ 5-1)

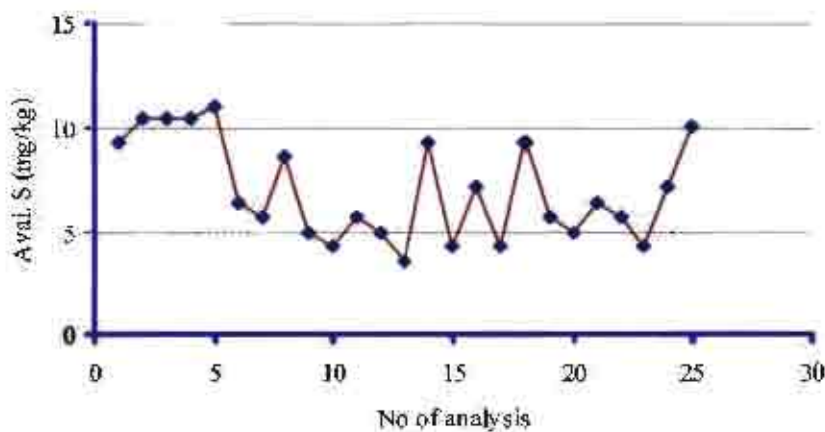


รูปที่ 5-1 ผลการวิเคราะห์ไนโตรเจนในพืชของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักแห่งหนึ่ง (ข้าว) และผลการวิเคราะห์สังกะสีของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักอีกแห่งหนึ่ง (ข้าว) ซึ่งพบว่าในตัวอย่างพืชอ้างอิงเดียวกันมีผลการวิเคราะห์ลดลงและเพิ่มขึ้นเมื่อวิเคราะห์มากขึ้น ตามลำดับ (เส้นสีน้ำเงินคือ regressior line)

3.2 ผลการวิเคราะห์ที่มีความแปรปรวนสูง : ความแตกต่างปรวนสูงหมายถึง ค่าวิเคราะห์ที่ต่างไปจากค่ากลางมากกว่า 3 เท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean \pm 3SD) หรือมีค่าเบี่ยงมาตรฐานสูง (CV > 10%) เช่น กรณีผลการวิเคราะห์แมงกานีสในตัวอย่างพืชอ้างอิงของห้องปฏิบัติการแห่งหนึ่งพบว่า 10 ผลการวิเคราะห์ที่อยู่ระดับ 1000 mg/kg แต่บางครั้งวิเคราะห์ได้สูงกว่า 2500 mg/kg ซึ่งเกิดความแปรปรวนเนื่องลักษณะการกระโดดของข้อมูล ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความผิดปกติที่เกิดขึ้นในกระบวนการวิเคราะห์ทีละครั้ง (batch) นั้นๆ หรือผลการวิเคราะห์สิ่งๆหนึ่งในตัวอย่างพืชอ้างอิงของห้องปฏิบัติการแห่งหนึ่งพบว่า มีค่า CV สูงถึง 52% ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความผิดปกติของกระบวนการวิเคราะห์ (รูปที่ 5-2) เป็นต้น ปัญหาความแปรปรวนสูงพบรุนแรงในกรณีของการวิเคราะห์กัมมะถันที่เป็นประโยชน์ในตัวอย่างดินอ้างอิง จนทำให้โครงการไม่สามารถจัดทำคาร์ดิแอง (certified value) สำหรับรายการวิเคราะห์นี้ได้ (รูปที่ 5-3)



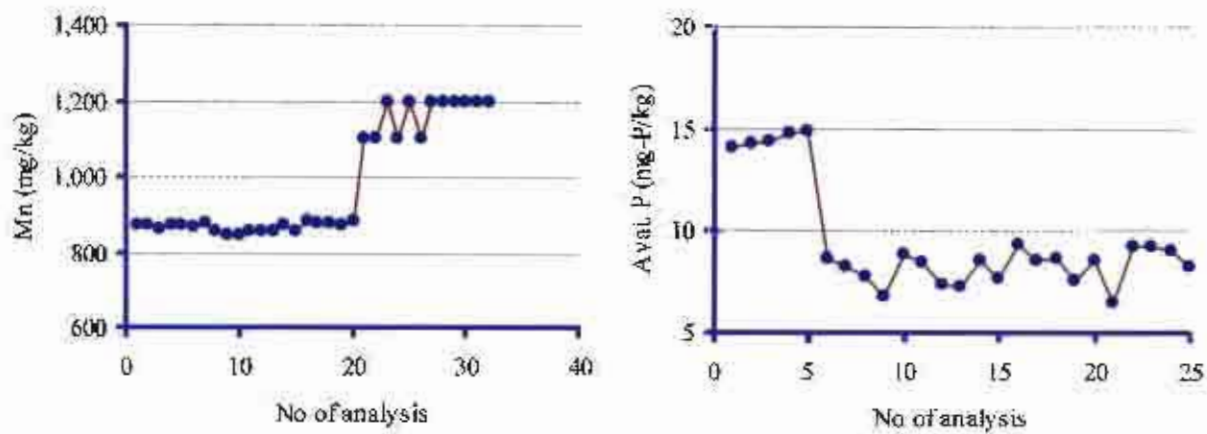
รูปที่ 5-2 ผลการวิเคราะห์แมงกานีส ซึ่งมีความแปรปรวนสูงในบางครั้ง (ซ้าย) และสังกะสี ซึ่งมีความแปรปรวนสูงอย่างสม่ำเสมอ (ขวา) ในตัวอย่างพืชอ้างอิงของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักแห่งหนึ่ง



รูปที่ 5-3 ผลการวิเคราะห์กัมมะถันในตัวอย่างดินอ้างอิงชุดชุดสุดท้ายของ (PC) ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักแห่งหนึ่ง ซึ่งมีความแปรปรวนสูงอย่างสม่ำเสมอ โดยพบว่ามีค่า CV สูงถึง 34.8 %

3.3 ผลการวิเคราะห์เปลี่ยนระดับ : ผลการวิเคราะห์บางรายการของห้องปฏิบัติการบางแห่งพบว่า เมื่อวิเคราะห์ตัวอย่างอ้างอิงผ่านไม่จำนวนหนึ่ง ผลการวิเคราะห์ก็กลับสูงขึ้นหรือต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าเกิด

ความผิดปกติบางอย่างได้อย่างหนึ่งขึ้นในกระบวนการวิเคราะห์ เช่น ผลการวิเคราะห์แมงกานีสในตัวอย่างพืชอ้างอิงของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักแห่งหนึ่ง (รูปที่ 5-4 ซ้าย) ซึ่งพบว่ามี การเปลี่ยนระดับจากประมาณ 1100 mg/kg เป็นประมาณ 800 mg/kg หรือผลการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในตัวอย่างดินอ้างอิงชุดปากช่อง (Pc) ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักอีกแห่งหนึ่งพบว่า การวิเคราะห์ 5 ครั้งแรกมีค่าวิเคราะห์อยู่ที่ระดับ 14 mg-P/kg แต่ครั้งหลังจากนั้นผลการวิเคราะห์กลับลดลงมาอยู่ที่ระดับ 8 mg-P/kg (รูปที่ 5.4 ขวา) เป็นส่วน



รูปที่ 5-4 ผลการวิเคราะห์แมงกานีสในตัวอย่างพืชอ้างอิงของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักแห่งหนึ่ง (ซ้าย) และผลการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในตัวอย่างดินอ้างอิงชุดปากช่อง (Pc) ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักอีกแห่งหนึ่ง ซึ่งพบว่ามี การเปลี่ยนระดับจาก 14 mg-P/kg เป็นประมาณ 8 mg-P/kg (ขวา)

ความแปรปรวนอย่างผิดปกติที่พบเหล่านี้ ทางโครงการฯ ได้กำหนดให้ห้องปฏิบัติการเจ้าของข้อมูลทำการตรวจสอบเพื่อหาข้อผิดพลาดของกระบวนการวิเคราะห์ ทำการแก้ไขข้อผิดพลาดที่ตรวจพบ แล้ววิเคราะห์ตัวอย่างอ้างอิงซ้ำอีก 3 ครั้งวิเคราะห์ที่ไม่น่าเชื่อถือออก โดยกำหนดเป้าหมายว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) จะต้องรายการไม่เกิน 10 % และมีจำนวนข้อมูลเหลืออยู่ไม่น้อยกว่า 20 ข้อมูล ซึ่งทุกห้องปฏิบัติการได้ดำเนินการใกล้เคียงเป้าหมายที่วางไว้ทุกห้องปฏิบัติการจนปิดโครงการฯ

4. การร่วมทดสอบระหว่างห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลัก

การร่วมทดสอบ (collaborative test) ของโครงการฯ ดำเนินการโดยการส่งตัวอย่างอ้างอิงที่จัดทำขึ้นไปที่ห้องปฏิบัติการทั้ง 6 หน่วยงานในเครือข่ายหลักทำการทดสอบตามวิธีมาตรฐานที่จัดทำขึ้น (รายละเอียดปรากฏในบทที่ 8) จากนั้นนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบ เพื่อหาความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับห้องปฏิบัติการใดห้องปฏิบัติการหนึ่ง ในบางกรณีไม่สามารถชี้ชัดได้ว่าผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการใดผิดปกติ ดังนั้นทางโครงการฯ จึงได้จัดทำห้องปฏิบัติการที่น่าเชื่อถือในประเทศ 1 แห่ง และต่างประเทศ 1 แห่ง (ห้องปฏิบัติการของ Center de Cooperation Internationale en Recherche Agronomique pour le Developpement : CIRAD ประเทศฝรั่งเศส) เพื่อนำผลการวิเคราะห์มาใช้อ้างอิง อย่างไรก็ตาม ทางโครงการฯ มิได้ถือเอาผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการทั้ง 2 แห่ง เป็นผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้อง และได้ทดสอบความแม่นยำของผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการทั้งสองด้วย เพื่อนำผลการทดสอบมาพิจารณาเลือกใช้ข้อมูลในรายละเอียดรายการที่วิเคราะห์

4.1 การร่วมทดสอบตัวอย่างดิน ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินอ้างอิงทั้ง 5 ตัวอย่าง ของห้องปฏิบัติการอ้างอิง ในประเทศแสดงในตารางที่ 5-1 ทางโครงการฯ ได้แยกตัวอย่างดินอ้างอิงชุดแรก (Tk) ชุดที่สอง (Kh) และชุดระแวง (Ra) ออกเป็น 2 ตัวอย่างย่อย เพื่อทดสอบความแม่นยำในการวิเคราะห์ หากผลต่างของค่าวิเคราะห์ตัวอย่างเดียวกันต่ำกว่า 10% ถือว่าความแม่นยำอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ผลการทดสอบความแม่นยำพบว่า ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีความแม่นยำต่ำกว่าเกณฑ์ที่ทางโครงการฯ ต้องการ และวิธีการวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการอ้างอิงในประเทศใช้ต่างจากวิธีมาตรฐานของโครงการฯ ดังนั้นทางโครงการฯ จึงไม่นำค่า EC มาใช้เปรียบเทียบ ผลการวิเคราะห์ที่ส่งให้ห้องปฏิบัติการอ้างอิงชุดที่สอง (Kh) และชุดระแวง (Ra) และผลการวิเคราะห์ทดสอบฟอสฟอรัสของตัวอย่างอ้างอิงชุดระแวง (Ra) พบว่ามีความแม่นยำต่ำเช่นกัน ดังนั้นทางโครงการฯ จึงลดระดับความน่าเชื่อถือของข้อมูลทั้ง 2 รายการวิเคราะห์นี้ลง

ตารางที่ 5-1 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินอ้างอิง 5 ตัวอย่าง (ตัวอย่างดินทุ่งป่าช่อง (Pc), ตัวอย่างดินชุดแรก (Tk), ตัวอย่างดินชุดกลาง (Kh), และตัวอย่างดินชุดระแวง (Ra)) โดยห้องปฏิบัติการที่นำเข้คือในประเทศไทย แยกตัวอย่างอ้างอิงบางตัวอย่างออกเป็น 2 ตัวอย่างย่อย เพื่อทดสอบความแม่นยำ

Parameter	Unit	Pc	Tk	Tk	df (%)	Ki
pH (water) 1:1		7.48	7.52	7.28	3.24	7.02
EC 1:1	uS/cm	186	438	541	21.01	10390
Org. C	%	0.88	2.54	2.62	3.10	0.23
OM	%	1.51	4.38	4.52	3.15	0.40
Avail. P	mg-P/kg	21.5	34.3	33.8	1.47	7.77
Exc. K	mg/kg	202	245	252	2.82	16.5
Exc. Ca	mg/kg	3050	7477	7501	0.32	506
Exc. Mg	mg/kg	178	206	210	1.92	30.8
Ext. Fe	mg/kg	3.44	9.20	9.28	0.87	6.39
Ext. Mn	mg/kg	27.3	28.4	28.5	0.35	1.51
Ext. Zn	mg/kg	1.61	0.89	0.91	2.22	0.26

Parameter	Unit	Kh	Kh	df (%)	Ra	Ra	df (%)
pH (water) 1:1		4.68	4.71	0.64	3.73	3.76	0.80
EC 1:1	uS/cm	51	63	21.05	758	547	32.34
Org. C	%	0.57	0.58	1.74	1.68	1.67	0.60
OM	%	0.99	1.00	1.01	2.90	2.88	0.69
Avail. P	mg-P/kg	10.4	9.51	8.94	5.89	7.01	17.36
Exc. K	mg/kg	31.0	33.1	6.55	72.6	71.8	1.11
Exc. Ca	mg/kg	74.6	76.0	1.86	288	290	0.69
Exc. Mg	mg/kg	28.1	28.8	2.46	156	141	10.10
Ext. Fe	mg/kg	55.9	55.1	1.44	17.4	16.9	2.92
Ext. Mn	mg/kg	1.14	1.14	0.00	10.8	10.8	0.00
Ext. Zn	mg/kg	0.29	0.18	46.81	0.21	0.26	21.28

หมายเหตุ df คือค่าผลต่างระหว่างค่าวิเคราะห์ของตัวอย่างเดียวกัน คำนวณจากสมการ $100 \times (X_1 - X_2) / \text{mean}$ เมื่อ X_1 และ X_2 คือค่าวิเคราะห์ครั้งที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินอ้างอิงของห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศ (CIRAD) แสดงในตารางที่ 5-2 ทางโครงการฯ ไม่ได้แยกตัวอย่างออกเป็นตัวอย่างย่อย เนื่องจากการส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ที่ CIRAD มีค่าใช้จ่ายสูง (ค่าวิเคราะห์ไม่รวมค่าส่งตัวอย่างและค่าโอนวันคิดเป็นเงิน 636.03 ยูโร หรือประมาณ 28,625 บาท) และงานส่วนนี้เป็นงานที่อยู่ในขอบเขตข้อเสนองานโครงการฯ แต่ทางโครงการฯ ได้ดำเนินการเพิ่มเติมตามคำแนะนำของผู้ประเมินความคุ้มค่าของโครงการฯ และตามความเห็นของนักวิจัยที่ต้องการข้อมูลที่น่าเชื่อถือมาใช้อ้างอิง

ตารางที่ 5-2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินอ้างอิง 5 ตัวอย่าง (ตัวอย่างดินชุดปากช่อง (Pc), ตัวอย่างดินชุดตากลิ (Tk), ตัวอย่างดินชุดสุราษฎร์ธานี (Su), ตัวอย่างดินชุดคอหงส์ (Kh), และตัวอย่างดินชุดระแงะ (Ra)) โดยห้องปฏิบัติการที่นำชื่อคือต่างประเทศ (CIRAD ประเทศฝรั่งเศส)

Parameter	Unit	Pc	Tk	Ki	Kh	Ra
pH (water) 1:2.5		7.74	8.08	7.24	5.15	4.05
EC 1:5	uS/cm	223.00	306.00	5080.00	33.60	419.00
Org. C	%	1.17	3.36	0.17	0.67	1.79
OM	%	2.02	5.79	0.29	1.16	3.09
Total N	%	1.00	2.84	0.14	0.42	1.25
Avail. P	mg-P/kg	14.14	8.61	4.13	6.37	3.36
Exc. Na	mg/kg	52.88	18.39	5443.98	2.30	108.05
Exc. K	mg/kg	191.60	254.16	19.55	31.28	74.29
Exc. Ca	mg/kg	3276.54	10162.28	561.12	62.12	274.55
Exc. Mg	mg/kg	204.22	250.41	32.82	29.17	145.87
CBC	me/100g	12.84	27.27	3.37	2.59	15.19
Ext. Fe	mg/kg	3.32	8.33	4.98	47.53	14.72
Ext. Mn	mg/kg	25.46	22.84	1.40	1.12	13.08
Ext. Cu	mg/kg	1.22	3.43	0.30	0.18	0.06
Ext. Zn	mg/kg	1.92	0.88	0.25	0.10	0.16
Avail. B	mg/kg	0.36	0.59	0.20	0.24	0.59

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินอ้างอิงของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักทั้ง 6 ห้องปฏิบัติการ แสดงในตารางที่ 5-3 ถึง ตารางที่ 5-7 ค่าที่แสดงไม่ได้เกิดจากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างอ้างอิงทุกครั้ง แต่ทางโครงการฯ ได้กำหนดให้ทุกห้องปฏิบัติการทำการวิเคราะห์ซ้ำจนมั่นใจว่าผลการวิเคราะห์อยู่ในระดับที่พอใจ แล้วจัดทำผลการวิเคราะห์ที่มีค่าต่างจากกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ (outliner) ออกไป ทั้งนี้เพื่อต้องการที่สามารถนำข้อมูลไปใช้เป็นค่ารับรอง (certified value) ของตัวอย่างอ้างอิงนั้นๆ ได้ ความแตกต่างของผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการจึงน้อยกว่าที่ปรากฏในรายงานความก้าวหน้า เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์แต่ละรายการ พบว่า

4.1.1 **ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) :** ห้องปฏิบัติการที่ 02 และ 03 วัด pH ของสารละลายดินโดยใช้อัตราส่วนดินน้ำ เป็น 1:2.5 ส่วนห้องปฏิบัติการที่เหลือใช้อัตราส่วน 1:1 ในทางทฤษฎี pH ของดินกรดที่วัดโดยใช้อัตราส่วน 1:2.5 จะต่ำกว่าการวัดโดยใช้อัตราส่วน 1:1 แต่ผลการศึกษาของโครงการฯ พบว่า การใช้อัตราส่วนที่แตกต่างกันไม่ทำให้ค่า pH ที่วัดได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ผลการวิเคราะห์แต่ละตัวอย่างอ้างอิงมีความแตกต่างระหว่างห้องปฏิบัติการดังนี้

- ตัวอย่างอ้างอิงที่ 1 (Pc) : จำนวนครั้งที่ห้องปฏิบัติการต่างๆ วิเคราะห์แตกต่างกันอยู่ในช่วง 20 - 29 ครั้ง โดยพบว่า ค่ากลางของแต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง 7.22 - 7.70 และมีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 0.86 - 3.94 % (ตารางที่ 5-3) ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายและผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงทั้งในและต่างประเทศ (ตารางที่ 5-1 และ 5-2) พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ความแตกต่างน้อยกว่า 2 เท่า ของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 7.45 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.27
- ตัวอย่างอ้างอิงที่ 2 (Tk) : จำนวนครั้งที่ห้องปฏิบัติการต่างๆ วิเคราะห์แตกต่างกันอยู่ในช่วง 20 - 29 ครั้ง โดยพบว่า ค่ากลางของแต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง 7.40 - 7.79 และมีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 0.84 - 3.90 % (ตารางที่ 5-4) ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายและผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงทั้งในและต่างประเทศ (ตารางที่ 5-1 และ 5-2) ไม่พบว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกับตัวอย่างอ้างอิงที่ 1 อย่างไรก็ตามพบว่า ผลการวิเคราะห์ของ CIRAD มีค่าสูงกว่าของห้องปฏิบัติการต่างๆ ในประเทศไทย เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 7.59 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.25
- ตัวอย่างอ้างอิงที่ 3 (K1) : จำนวนครั้งที่ห้องปฏิบัติการต่างๆ วิเคราะห์แตกต่างกันอยู่ในช่วง 20 - 30 ครั้ง พบว่า และมีค่ากลางอยู่ในช่วง 6.44 - 7.03 โดยมีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 0.63 - 6.86 % (ตารางที่ 5-5) ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายและผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงทั้งในและต่างประเทศ (ตารางที่ 5-1 และ 5-2) ไม่พบว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกับตัวอย่างอ้างอิงที่ 1 และ 2 อย่างไรก็ตามพบว่า ผลการวิเคราะห์ของ CIRAD มีค่าสูงกว่าของห้องปฏิบัติการต่างๆ ในประเทศไทย เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 6.80 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.24
- ตัวอย่างอ้างอิงที่ 4 (Kh) : จำนวนครั้งที่ห้องปฏิบัติการต่างๆ วิเคราะห์แตกต่างกันอยู่ในช่วง 20 - 25 ครั้ง และพบว่า มีค่ากลางอยู่ในช่วง 3.56 - 5.24 โดยมีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 1.23 - 6.65 % (ตารางที่ 5-6) ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายและผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงทั้งในและต่างประเทศ (ตารางที่ 5-1 และ 5-2) ไม่พบว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 4.96 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.24
- ตัวอย่างอ้างอิงที่ 5 (Ra) : จำนวนครั้งที่ห้องปฏิบัติการต่างๆ วิเคราะห์แตกต่างกันอยู่ในช่วง 20 - 23 ครั้ง และพบว่า ค่ากลางอยู่ในช่วง 3.68 - 4.35 โดยมีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 1.31 - 3.73 % (ตารางที่ 5-7) ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายและผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงทั้งในและต่างประเทศ (ตารางที่ 5-1 และ 5-2) ไม่พบว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 3.90 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.24

ตารางที่ 5-3 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินอ้างอิงที่ 1 (ดินชุดปากช่อง : Pc) ของห้องปฏิบัติการต่างๆ ในเครือข่ายหลัก
ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่ากลาง (mean) ของผลการวิเคราะห์ที่จำนวน n ครั้ง โดยได้แสดงค่าสัมประสิทธิ์
ความแปรปรวน (CV) ไว้ด้วย รหัส Lab## ระบุชื่อห้องปฏิบัติการแต่ละแห่ง

Parameter	Unit	Lab01			Lab02			Lab03		
		mean	CV	n	mean	CV	n	mean	CV	n
pH	H2O 1:1	7.68	1.40	20						
pH	H2O 1:2.5				7.70	0.86	25	7.31	1.04	20
EC 1:5	dS/m	0.12	5.70	20	0.11	9.31	25	0.15	3.49	20
Org. C	%	1.02	6.58	20	1.03	4.27	25			
OM	%	1.76	6.58	20	1.77	4.27	25			
Total N	%				0.09	3.90	5			
Avail. P	mg-P/kg	20.30	10.99	20	14.50	2.34	5	17.71	9.81	20
Avail. S	mg-S/kg				7.01	34.75	25	12.17		1
Exc. Na	mg/kg				18.66	13.17	20	24.24	29.60	20
Exc. K	mg/kg	174.71	7.12	20	199.14	8.42	25	141.00	3.08	20
Exc. Ca	mg/kg	3,251.91	8.60	20	2,277.0	10.85	5	3,169.90	5.25	20
Exc. Mg	mg/kg	169.87	9.68	20	114.37	7.03	22	164.77	3.60	20
CEC	cmol(+)/kg				15.27	6.17	25			
Ext. Fe	mg/kg	3.02	11.29	20	2.51	17.32	8	4.37	2.91	21
Ext. Mn	mg/kg	18.48	5.30	20	29.90	4.02	5	33.03	8.24	21
Ext. Cu	mg/kg	1.09	5.14	20	1.06	12.41	10	1.38	6.60	22
Ext. Zn	mg/kg	1.61	6.98	20	1.74	12.58	10	2.11	15.41	22
Avail. B	mg/kg							0.78	68.617	3
Sol. Cl	mg/kg									

Parameter	Unit	Lab04			Lab05			Lab06		
		mean	CV	n	mean	CV	n	mean	CV	n
pH	H2O 1:1	7.50	3.29	27	7.28	3.02	20	7.22	3.94	29
pH	H2O 1:2.5									
EC 1:5	dS/m	0.10	11.31	20	0.11	6.88	20	0.11	7.66	24
Org. C	%	0.94	9.24	25	1.08	6.36	20	1.02	5.70	23
OM	%	1.63	9.24	25	1.87	6.36	20	1.76	5.71	23
Total N	%									
Avail. P	mg-P/kg	20.74	6.93	25	18.66	8.29	20	21.20	8.19	40
Avail. S	mg-S/kg				27.00	15.12	10	4.34	8.56	5
Exc. Na	mg/kg	69.30	9.71	30	73.51	18.68	10	58.49	24.15	22
Exc. K	mg/kg	196.10	9.94	29	174.10	7.85	20	183.76	6.33	36
Exc. Ca	mg/kg	2,846.7	9.72	19	2,247.3	6.65	20	3,248.4	9.84	23
Exc. Mg	mg/kg	172.32	8.38	18	156.96	3.26	20	180.90	7.23	20
CEC	cmol(+)/kg				10.69	13.53	20	12.45	7.33	27
Ext. Fe	mg/kg	2.62	11.07	27	4.20	7.15	20	3.10	8.81	22
Ext. Mn	mg/kg	20.10	6.57	27	26.39	8.09	20	21.75	12.99	26
Ext. Cu	mg/kg	1.04	11.89	20	1.25	12.85	20	1.16	9.69	27
Ext. Zn	mg/kg	1.63	8.07	35	1.89	14.43	20	1.98	9.40	27
Avail. B	mg/kg									
Sol. Cl	mg/kg				159.77		10			

ตารางที่ 5-4 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินอ้างอิงที่ 2 (ดินชุดภาคใต้ : Tk) ของห้องปฏิบัติการต่างๆ ในเครือข่ายหลัก ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่ากลาง (mean) ของผลการวิเคราะห์จำนวน n ครั้ง โดยได้แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (CV) ไว้ด้วย รหัส Lab## ใช้แทนชื่อห้องปฏิบัติการแต่ละแห่ง

Parameter	Unit	Lab01			Lab02			Lab03		
		mean	CV	n	mean	CV	n	mean	CV	n
pH	H2O 1:1	7.79	1.88	20						
pH	H2O 1:2.5				7.72	0.99	25	7.44	0.84	20
EC 1:5	dS/m	0.19	3.66	20	0.16	5.47	25	0.16	1.91	20
Org. C	%	2.67	8.26	20	2.63	2.65	25	2.71	3.86	22
OM	%	4.61	8.26	20	4.54	2.65	25	4.67	3.86	22
Total N	%				0.23	3.13	5			
Avail. P	mg-P/kg	30.07	5.94	20	14.61	13.12	21	29.02	3.07	20
Avail. S	mg-S/kg				11.62	14.86	25	27.21		1
Exc. Na	mg/kg				26.98	9.05	25	22.08	11.08	20
Exc. K	mg/kg	226.17	10.54	20	246.29	3.96	25	264.07	5.36	20
Exc. Ca	mg/kg	7526	9.49	20	4959.77	30.01	25	8,704	5.13	20
Exc. Mg	mg/kg	197.87	7.54	20	146.85	7.11	25	197.98	4.16	20
CEC	cmol(+)/kg				38.49	6.39	25			
Ext. Fe	mg/kg	10.85	10.71	20	9.60	10.34	10	9.62	5.41	20
Ext. Mn	mg/kg	19.69	6.23	20	21.56	44.94	10	33.62	7.57	21
Ext. Cu	mg/kg	3.74	5.61	20	3.51	14.31	10	4.53	5.78	21
Ext. Zn	mg/kg	0.85	8.54	20	1.23	24.56	10	1.11	6.74	21
Avail. B	mg/kg							1.99	0.43	3
Sol. Cl	mg/kg									

Parameter	Unit	Lab04			Lab05			Lab06		
		mean	CV	n	mean	CV	n	mean	CV	n
pH	H2O 1:1	7.73	3.90	26	7.40	1.67	20	7.44	3.18	29
pH	H2O 1:2.5									
EC 1:5	dS/m	0.17	12.08	19	0.18	2.68	20	0.18	5.17	24
Org. C	%	2.65	4.92	18	2.80	2.47	20	2.82	4.87	30
OM	%	4.57	4.92	18	4.83	2.47	20	4.87	4.87	30
Avail. P	mg-P/kg	29.54	9.47	22	29.69	6.40	20	35.01	11.02	35
Avail. S	mg-S/kg				12.80	10.93	10	4.77	10.67	6
Exc. Na	mg/kg	85.74	9.87	16	78.84	4.79	10	54.58	22.38	30
Exc. K	mg/kg	239.30	8.97	22	212.95	11.09	20	239.01	13.26	34
Exc. Ca	mg/kg	8,447	10.06	22	6,355	5.86	20	7,700	11.01	26
Exc. Mg	mg/kg	239.47	7.81	18	198.17	5.41	20	228.04	6.04	25
CEC	cmol(+)/kg				22.69	8.82	20	31.53	4.45	26
Ext. Fe	mg/kg	9.12	5.24	19	13.05	4.27	20	10.17	9.20	28
Ext. Mn	mg/kg	17.95	6.02	20	23.92	6.66	20	19.59	9.55	28
Ext. Cu	mg/kg	3.36	10.17	27	4.02	5.14	20	3.81	6.41	28
Ext. Zn	mg/kg	0.93	11.35	17	0.93	7.74	20	0.98	9.92	28
Avail. B	mg/kg									
Sol. Cl	mg/kg				79.85	47.20	10			

ตารางที่ 5-5 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินอ้างอิงที่ 3 (ดินสุตกุลหรือ่งห้ : K) ของห้องปฏิบัติการต่างๆ ในเครือข่ายหลัก
ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่ากลาง (mean) ของผลการวิเคราะห์ที่จำนวน n ครั้ง โดยได้แสดงค่าสัมประสิทธิ์
ความแปรปรวน (CV) ไปด้วย รหัส Lab## ให้แทนชื่อห้องปฏิบัติการแต่ละแห่ง

Parameter	Unit	Lab01			Lab02			Lab03		
		mean	CV	n	mean	CV	n	mean	CV	n
pH	H2O 1:1	6.96	1.33	20						
pH	H2O 1:2.5				6.44	6.86	30	7.03	0.63	20
LR	kg-				58.16	24.12	11			
EC 1:5	dS/m	4.81	1.58	20	4.63	16.25	33	5.04	0.92	20
Org. C	%	0.22	8.53	20	0.26	10.70	33	0.23	6.54	21
OM	%	0.38	8.53	20	0.44	10.70	33	0.40	6.54	21
Total N	%				0.02	13.39	12			
Avail. P	mg-P/kg	3.34	13.74	20	2.50	10.51	35	3.13	5.58	21
Avail. S	mg-S/kg				4.66	50.37	30			
Exc. Na	mg/kg				4,570	14.21	30	4,626	4.51	20
Exc. K	mg/kg	26.91	10.88	20	31.97	5.32	35	37.46	12.49	20
Exc. Ca	mg/kg	480.88	12.44	20	395.32	23.70	30	445.27	4.03	20
Exc. Mg	mg/kg	33.55	7.78	20	27.61	10.43	30	32.64	2.62	20
CFC	cmol(+)/kg				6.82	11.96	30			
Ext. Fe	mg/kg	8.00	10.28	20	7.76	28.04	10	12.26	9.62	21
Ext. Mn	mg/kg	1.76	6.32	20	1.65	16.96	10	1.64	5.41	21
Ext. Cu	mg/kg	0.37	8.87	20	0.43	36.48	10	0.42	3.86	22
Ext. Zn	mg/kg	0.24	12.52	20	0.80	57.58	10	0.37	23.39	22
Avail. B	mg/kg							0.91	21.28	3
Sol. Cl	mg/kg									

Parameter	Unit	Lab04			Lab05			Lab06		
		mean	CV	n	mean	CV	n	mean	CV	n
pH	H2O 1:1	6.76	3.24	26	6.49	1.44	20	6.91	2.61	29
pH	H2O 1:2.5									
EC 1:5	dS/m	4.68	7.12	24	4.96	1.03	20	5.25	2.82	24
Org. C	%	0.20	10.85	18	0.23	14.57	20	0.24	8.28	36
OM	%	0.35	10.85	18	0.39	14.57	20	0.42	8.28	36
Avail. P	mg-P/kg	2.61	8.95	19	2.85	9.57	20	3.15	19.84	36
Avail. S	mg-S/kg				90.30	3.91	10	38.12	6.48	10
Exc. Na	mg/kg	6,759	7.99	22	5,603	1.57	10	5,008	6.31	32
Exc. K	mg/kg	20.78	9.33	20	25.48	7.87	20	21.76	13.60	31
Exc. Ca	mg/kg	528.94	6.50	18	516.69	5.44	20	511.50	5.53	22
Exc. Mg	mg/kg	33.38	7.36	21	35.82	7.12	20	33.66	8.09	26
CEC	cmol(+)/kg				4.15	18.31	20	3.61	9.35	27
Ext. Fe	mg/kg	8.83	8.12	21	9.10	5.51	20	9.23	8.04	26
Ext. Mn	mg/kg	1.50	5.55	21	1.72	4.34	20	1.75	7.98	26
Ext. Cu	mg/kg	0.35	9.45	25	0.41	14.93	20	0.35	13.83	26
Ext. Zn	mg/kg	0.27	10.22	18	0.27	18.47	20	0.23	19.70	26
Avail. B	mg/kg									
Sol. Cl	mg/kg				8694.1	0.4	10			

ตารางที่ 5-6 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินอ้างอิงที่ 4 (ดินชุดคองหงส์ : Kh) ของห้องปฏิบัติการต่างๆ ในเครือข่ายหลัก
ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่ากลาง (mean) ของผลการวิเคราะห์จำนวน n ครั้ง โดยได้แสดงค่าสัมประสิทธิ์
ความแปรปรวน (CV) ไว้ด้วย รหัส Lab## ใช้แทนชื่อห้องปฏิบัติการแต่ละแห่ง

Parameter	Unit	Lab01			Lab02			Lab03		
		mean	CV	n	mean	CV	n	mean	CV	n
pH	H2O 1:1	5.08	3.90	20						
pH	H2O 1:2.5				4.82	1.23	25	3.56	1.75	20
EC 1:5	dS/m	0.03	0.74	20	0.03	8.40	25	0.02	1.83	20
Org. C	%	0.63	6.04	20	0.59	2.57	25	0.68	4.11	20
OM	%	1.08	6.04	20	1.02	2.57	25	1.16	4.11	20
Total N	%				0.04	6.28	5			
Avail. P	mg-P/kg	4.07	13.53	20	3.90	20.83	25	4.33	5.00	20
Avail. S	mg-S/kg				9.04	34.45	25	9.06	93.76	20
Exc. Na	mg/kg				6.25	6.49	20	17.26	35.54	20
Exc. K	mg/kg	34.75	11.11	20	31.66	12.36	25	38.32	10.21	20
Exc. Ca	mg/kg	62.15	11.22	20	60.38	9.25	25	54.55	6.02	20
Exc. Mg	mg/kg	29.06	12.07	20	21.49	5.02	25	26.24	3.79	20
CFC	cmol(+)/kg				5.93	17.39	25			
Ext. Fe	mg/kg	41.01	5.69	20	50.86	12.35	25	73.65	4.92	20
Ext. Mn	mg/kg	0.95	3.51	20	0.86	13.98	25	1.02	2.49	20
Ext. Cu	mg/kg	0.22	8.33	20	0.13	19.85	25	0.20	9.17	20
Ext. Zn	mg/kg	0.11	16.07	20	1.02	49.33	25	0.13	46.89	20
Avail. B	mg/kg							2.92	70.21	3
Sol. Cl	mg/kg									

Parameter	Unit	Lab04			Lab05			Lab06		
		mean	CV	n	mean	CV	n	mean	CV	n
pH	H2O 1:1	4.81	6.65	22	5.24	2.00	20	4.92	2.34	20
pH	H2O 1:2.5									
LR	kg- CaCO ₃ /rai				350	43.97	20			
EC 1:5	dS/m	0.02	10.31	16	0.02	6.19	20	0.02	8.66	21
Org. C	%	0.68	9.23	18	0.66	13.84	20	0.63	6.94	28
OM	%	1.18	9.23	18	1.14	13.84	20	1.08	6.94	28
Avail. P	mg-P/kg	3.41	7.30	18	3.24	11.92	20	3.87	9.58	21
Avail. S	mg-S/kg									
Exc. Na	mg/kg	56.87	15.47	17	64.25	5.73	10	40.53	16.83	20
Exc. K	mg/kg	30.59	12.66	18	29.73	13.19	20	32.33	7.42	24
Exc. Ca	mg/kg	48.28	6.56	22	57.87	19.24	20	62.84	9.77	22
Exc. Mg	mg/kg	28.13	5.30	22	24.85	10.73	20	26.61	9.89	23
CFC	cmol(+)/kg				2.68	20.90	20	2.76	8.93	25
Ext. Fe	mg/kg	83.82	3.00	29	53.50	6.42	20	50.18	6.64	25
Ext. Mn	mg/kg	1.14	6.72	19	0.90	9.91	20	0.84	7.63	25
Ext. Cu	mg/kg	0.23	9.70	19	0.26	40.24	20	0.19	17.64	25
Ext. Zn	mg/kg	0.12	11.11	20	0.10	0.00	20	0.11	25.64	25
Avail. B	mg/kg									
Sol. Cl	mg/kg				58.5	28.65	10			

ตารางที่ 5-7 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินอ้างอิงที่ 5 (ดินชุดระแงะ - Rai) ของห้องปฏิบัติการต่างๆ ในเครือข่ายหลัก ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่ากลาง (mean) ของผลการวิเคราะห์จำนวน n ครั้ง โดยได้แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (CV) ไว้ด้วย รหัส Lab## ใช้แทนชื่อห้องปฏิบัติการแต่ละแห่ง

Parameter	Unit	Lab01			Lab02			Lab03		
		mean	CV	n	mean	CV	n	mean	CV	n
pH	H2O 1:1	3.84	1.72	20						
pH	H2O 1:2.5				3.76	1.31	23	4.35	1.75	20
LR	kg-				1,445.67	9.42	3			
EC 1:5	dS/m	0.38	1.67	20	0.38	3.92	23	0.35	4.07	20
Org. C	%	1.90	3.81	20	1.72	3.66	22	1.81	4.46	19
OM	%	3.28	3.81	20	2.93	3.80	22	3.13	4.46	19
Total N	%				0.11	2.08	5			
Avail. P	mg-P/kg	3.94	13.81	20	1.87	15.89	25	4.30	4.51	20
Avail. S	mg-S/kg				280.88	45.74	25	222.76	21.61	20
Exc. Na	mg/kg				102.58	4.81	24	118.65	3.86	20
Exc. K	mg/kg	75.41	16.43	20	72.39	3.79	22	76.55	6.67	20
Exc. Ca	mg/kg	206.76	19.51	20	162.58	17.77	22	225.89	3.86	20
Exc. Mg	mg/kg	140.78	9.10	20	114.60	6.37	22	119.69	2.40	20
CEC	cmol(+)/kg				21.79	6.02	20			
Ext. Fe	mg/kg	24.12	5.32	20	79.78	8.18	25	48.99	2.96	20
Ext. Mn	mg/kg	6.37	10.55	20	18.54	4.29	25	8.07	2.98	19
Ext. Cu	mg/kg	0.06	26.49	20	0.50	19.44	25	0.21	8.99	18
Ext. Zn	mg/kg	0.07	36.50	20	1.23	28.03	25	0.37	42.21	20
Avail. B	mg/kg							1.44	10.88	3
Sol. Cl	mg/kg									

Parameter	Unit	Lab04			Lab05			Lab06		
		mean	CV	n	mean	CV	n	mean	CV	n
pH	H2O 1:1	3.68	3.73	21	4.02	2.83	20	3.81	1.45	20
pH	H2O 1:2.5									
LR	kg-				1070.00	8.63	20			
LR	CaCO3/rai									
EC 1:5	dS/m	0.32	7.56	20	0.35	1.30	20	0.38	3.80	20
Org. C	%	1.62	9.73	20	1.75	7.60	20	1.76	6.22	23
OM	%	2.80	9.73	20	3.02	7.60	20	3.03	6.22	23
Avail. P	mg-P/kg	3.32	7.29	20	3.17	12.83	20	3.52	9.43	20
Avail. S	mg-S/kg				648.50	4.80	10			
Exc. Na	mg/kg	155.02	11.54	15	164.24	4.25	10	144.84	10.08	20
Exc. K	mg/kg	84.33	6.48	25	66.12	6.89	20	70.70	3.62	26
Exc. Ca	mg/kg	250.30	9.50	20	221.64	10.00	20	236.66	10.64	20
Exc. Mg	mg/kg	147.70	8.48	22	121.79	11.85	20	135.67	6.76	20
CEC	cmol(+)/kg				10.88	11.37	20	14.17	6.36	22
Ext. Fe	mg/kg	10.52	2.59	25	79.16	4.39	20	27.11	20.36	20
Ext. Mn	mg/kg	11.23	3.72	20	19.46	3.84	20	4.82	8.58	20
Ext. Cu	mg/kg	0.06	31.43	18	0.46	13.01	20	0.18	19.64	21
Ext. Zn	mg/kg	0.07	24.15	19	0.52	7.89	20	0.23	22.54	20
Avail. B	mg/kg									
Sol. Cl	mg/kg				53.20	0.00	10			

4.1.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักทั้ง 6 ห้องปฏิบัติการวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินโดยใช้อัตราส่วนดิน:น้ำ เท่ากับ 1:5 ในขณะที่ห้องปฏิบัติการอ้างอิงในประเทศวัดโดยใช้อัตราส่วน 1:1 ทำให้ไม่สามารถนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกันได้ โดยรวมพบว่าค่าการนำไฟฟ้าไม่มีความแตกต่างระหว่างห้องปฏิบัติการอย่างมีนัยสำคัญ และมีความแปรปรวนระหว่างผลการวิเคราะห์แต่ละครั้งของห้องปฏิบัติการเดียวกันต่ำ ยกเว้นห้องปฏิบัติการที่ 04 ผลการวิเคราะห์แต่ละตัวอย่างยังคงมีความแตกต่างระหว่างห้องปฏิบัติการดังนี้

- ตัวอย่างอ้างอิงที่ 1 (Pc) : จากการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการต่างๆ 20 - 25 ครั้ง พบว่า ค่ากลางของแต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง 0.08 - 0.15 dS/m โดยมีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 3.49 - 11.31 % (ตารางที่ 5-3) อย่างไรก็ตามพบว่า ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายต่ำกว่าผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 5-2) เมื่อนำข้อมูลของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายทั้งหมดมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 0.12 dS/m และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.02 dS/m
- ตัวอย่างอ้างอิงที่ 2 (Tk) : จากการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการต่างๆ 19 - 25 ครั้ง พบว่า ค่ากลางของแต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง 0.16 - 0.19 dS/m โดยมีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 1.91 - 12.08 % (ตารางที่ 5-4) อย่างไรก็ตามพบว่า ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายต่ำกว่าผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 5-2) เมื่อนำข้อมูลของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายทั้งหมดมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 0.17 dS/m และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.01 dS/m
- ตัวอย่างอ้างอิงที่ 3 (Ku) : จากการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการต่างๆ 20 - 33 ครั้ง พบว่า ค่ากลางของแต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง 4.63 - 5.25 dS/m โดยมีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 0.92 - 16.25 % (ตารางที่ 5-5) ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 02 ต่ำกว่าห้องปฏิบัติการอื่น และมีค่า CV สูงถึง 16.25 % ถึงแม้จะวัดค่าวิเคราะห์ที่แม่นยำซึ่งถือโลกไม่แล้วก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 5-2) เมื่อนำข้อมูลของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายทั้งหมดและห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 4.87 dS/m และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46 dS/m
- ตัวอย่างอ้างอิงที่ 4 (Kh) : จากการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการต่างๆ 16 - 25 ครั้ง พบว่า ค่ากลางของแต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง 0.02 - 0.03 dS/m โดยมีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 0.74 - 10.31 % (ตารางที่ 5-6) เมื่อเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 5-2) เมื่อนำข้อมูลของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายทั้งหมดและห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 0.02 dS/m และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.004 dS/m
- ตัวอย่างอ้างอิงที่ 5 (Rb) : จากการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการต่างๆ 20 - 23 ครั้ง พบว่า ค่ากลางของแต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง 0.32 - 0.38 dS/m โดยมีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 1.30 - 7.56 % (ตารางที่ 5-7) ถึงแม้ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศสูงกว่าค่ากลางของทุกห้องปฏิบัติการในเครือข่าย แต่ยังคงอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ (ตารางที่ 5-2) เมื่อนำข้อมูลของห้องปฏิบัติการในเครือข่าย

ชายทั้งหมดและหึ่งส ีปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศรวมทั้งพบ ว่า มีค่ากลางเท่ากับ 0.36 dS/m และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.03 dS/m

4.1.3 อินทรีย์วัตถุและอินทรีย์คาร์บอน (Organic C และ OM) ทุกห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักและห้องปฏิบัติการอ้างอิงวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุหรืออินทรีย์คาร์บอนด้วยวิธี Walkley and Black (Giessen and Moir, 1993; Nelson and Sommers 1996) แต่การรายงานผลแตกต่างกัน บางห้องปฏิบัติการรายงานผลเพียงค่าเดียวหนึ่ง ดังนั้นเพื่อให้ผลการวิเคราะห์สามารถเปรียบเทียบกันได้ จึงได้แปลงเป็นอีกค่าหนึ่งโดยอนุมานว่าอินทรีย์วัตถุในดินประกอบด้วยอินทรีย์คาร์บอน 58 % ซึ่งเป็นอนุมานที่ทุกห้องปฏิบัติการในเครือข่ายใช้ ในขั้นนี้จะนำเฉพาะผลการวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอนมาเปรียบเทียบ เนื่องจากผลการวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุเปลี่ยนแปลงไปด้วยกันโดยอัตโนมัติ ผลการวิเคราะห์แต่ละตัวอย่างอ้างอิงมีความแตกต่างกันระหว่างห้องปฏิบัติการดังนี้

- ตัวอย่างอ้างอิงที่ 1 (Pc) : จากการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการต่างๆ 20 - 25 ครั้ง พบว่าค่ากลางของผลการวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอนแต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง 0.94 - 1.08 % โดยมีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 4.27 - 9.24 % (ตารางที่ 5-3) ตัวอย่างดินนี้มีสีแดงเข้มที่สังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย โมเลกุลที่มีสี 1,10-phenanthroline เป็นอินดิเคเตอร์ ห้องปฏิบัติการที่ 03 ไม่ส่งผลการวิเคราะห์ให้โครงการ เนื่องจากไม่สามารถระบุจุดยุติของสารไทเทรตได้ อย่างไรก็ตามพบว่าผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายทั้ง 5 แห่ง ก็ใกล้เคียงกัน และไม่แตกต่างจากห้องปฏิบัติการอ้างอิงซึ่งส่งผลอย่างมีนัยสำคัญ ค่าของห้องปฏิบัติการอ้างอิงในประเทศค่อนข้างต่ำ เมื่อเทียบกับค่า meanar ของห้องปฏิบัติการในเครือข่าย ในขณะที่ค่าของห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศค่อนข้างสูง เมื่อนำข้อมูลของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายทั้งหมดและห้องปฏิบัติการอ้างอิงทั้งสองแห่งมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 1.02 % และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.08 %
- ตัวอย่างอ้างอิงที่ 2 (Tb) : จากการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการต่างๆ 18 - 30 ครั้ง พบว่าค่ากลางของผลการวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอนแต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง 2.63 - 2.82 % โดยมีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 2.47 - 8.26 % (ตารางที่ 5-4) ผลการวิเคราะห์หึ่งของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายและห้องปฏิบัติการอ้างอิงภายในประเทศมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ทางโครงการ จึงจัดข้อมูลออกไปนำมารวมเพื่อคำนวณหาค่ารับรองสาเหตุน่าจะเกิดจากการใช้วิธีที่แตกต่างกัน ห้องปฏิบัติการของ CIRAD วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง CN autoanalyzer ทำให้ความเข้มข้นของอินทรีย์คาร์บอนที่วิเคราะห์ได้มีผลมาจากสารประกอบคาร์บอนที่อยู่ในดินด้วย เมื่อนำข้อมูลของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายทั้งหมดและห้องปฏิบัติการอ้างอิงภายในประเทศมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 2.72 % และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.16 %
- ตัวอย่างอ้างอิงที่ 3 (Kt) : จากการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการต่างๆ 18 - 36 ครั้ง พบว่าค่ากลางของผลการวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอนแต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง 0.20 - 0.26 % โดยมีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 6.54 - 14.57 % (ตารางที่ 5-5) ดินตัวอย่างนี้เป็นดินเป็นดินทราย มีความเค็มสูง และมีอินทรีย์วัตถุต่ำ ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และไม่แตกต่างจากผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิง อย่างไรก็ตามพบว่าผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่

05 มีค่า CV สูงถึง 14.67 % ซึ่งถือว่ามีความแปรปรวนสูงกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ อย่างไรก็ตามพบว่าผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายไม่แตกต่างจากห้องปฏิบัติการอ้างอิงทั้งสองแห่งอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อนำข้อมูลของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายทั้งหมดและห้องปฏิบัติการอ้างอิงทั้งสองแห่งมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 0.23 % และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.03 %

- ตัวอย่างอ้างอิงที่ 4 (Kh) : จากการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการต่างๆ 18 - 25 ครั้ง พบว่าค่ากลางของผลการวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอนแต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง 0.59 - 0.68 % โดยมีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 2.57 - 13.84 % (ตารางที่ 5-6) ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายและห้องปฏิบัติการอ้างอิงทั้งสองไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อนำข้อมูลของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายทั้งหมดและห้องปฏิบัติการอ้างอิงทั้งสองมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 0.65 % และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.06 %
- ตัวอย่างอ้างอิงที่ 5 (Na) : จากการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการต่างๆ 19 - 23 ครั้ง พบว่าค่ากลางของผลการวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอนแต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง 1.62 - 1.90 % โดยมีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 3.66 - 9.73 % (ตารางที่ 5-7) ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายและห้องปฏิบัติการอ้างอิงทั้งสองไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อนำข้อมูลของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายทั้งหมดและห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 1.76 % และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.13 %

4.1.4 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avail. P) ทุกห้องปฏิบัติการทั้งในเครือข่าย และห้องปฏิบัติการอ้างอิงทั้งสองวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) โดยวิธี Bray No.2 ห้องปฏิบัติการที่ 36 วิเคราะห์โดยวิธี Olsen รวมด้วยในกรณีนี้ตัวอย่างนั้นเป็นดินตาง และเนื่องจากไม่สามารถเปรียบเทียบกับห้องปฏิบัติการอื่นได้ จึงไม่นำมารายงานผลในที่นี้ ผลการวิเคราะห์แต่ละตัวอย่างอ้างอิงมีความแตกต่างระหว่างห้องปฏิบัติการดังนี้

- ตัวอย่างอ้างอิงที่ 1 (Pc) : จากการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการต่างๆ ในเครือข่าย 5 - 40 ครั้ง พบว่าค่ากลางของแต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง 14.50 - 21.20 mg-P/kg โดยมีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 2.34 - 10.99 % (ตารางที่ 5-3) ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 02 ต่ำกว่าผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอื่นๆ แต่ผลการวิเคราะห์ใกล้เคียงกับห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศ ห้องปฏิบัติการที่ 02 ไม่สามารถยืนยันได้ว่าผลการวิเคราะห์หน้าเข็มนาฬิกา ทางโครงการฯ จึงไม่นำข้อมูลของห้องปฏิบัติการนี้และห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศมาคำนวณค่าแนวค้ำรับรอง เมื่อนำข้อมูลของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายที่เหลือและห้องปฏิบัติการอ้างอิงในประเทศมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 19.92 mg-P/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.20 mg-P/kg
- ตัวอย่างอ้างอิงที่ 2 (Tk) : จากการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการต่างๆ ในเครือข่าย 20 - 35 ครั้ง พบว่าค่ากลางของแต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง 14.61 - 35.01 mg-P/kg โดยมีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 3.07 - 13.12 % (ตารางที่ 5-4) ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 02 ต่ำกว่าผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังพบว่าผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศต่ำกว่าทุกห้องปฏิบัติการมาก ทางโครงการฯ จึงไม่นำข้อมูลของห้องปฏิบัติการนี้และห้องปฏิบัติการ

อ้างอิงจากประเทศมาเลเซียค่ารับรอง เมื่อนำข้อมูลของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายที่เหลือและห้องปฏิบัติการอ้างอิงในประเทศมาร่วมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 31.25 mg-P/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.64 mg-P/kg

- ตัวอย่างอ้างอิงที่ 3 (K1) : จากการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการต่างๆ ในเครือข่าย 19 - 36 ครั้ง พบว่าค่ากลางของแต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง 2.50 - 3.34 mg-P/kg โดยมีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 5.58 - 19.84 % (ตารางที่ 5-5) ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 02 ค่อนข้างต่ำกว่าผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอื่นในเครือข่าย แต่ยังคงอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงในประเทศสูงกว่าผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายยกเว้นรายสำคัญ (ตารางที่ 5-1) ทางโครงการฯ จึงไม่นำข้อมูลของห้องปฏิบัติการอ้างอิงในประเทศมาคำนวณค่ารับรอง เมื่อนำข้อมูลของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายและห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศมาร่วมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 2.99 mg P/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51 mg P/kg
- ตัวอย่างอ้างอิงที่ 4 (Kb) : จากการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการต่างๆ ในเครือข่าย 18 - 25 ครั้ง พบว่าค่ากลางของแต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง 3.24 - 4.33 mg-P/kg โดยมีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 5.00 - 20.83 % (ตารางที่ 5-6) ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงทั้งสองสูงกว่าผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นทางโครงการฯ จึงไม่นำผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงทั้งสองมาคำนวณค่ารับรอง เมื่อนำข้อมูลเฉพาะของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายมาร่วมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 3.80 mg-P/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.56 mg-P/kg
- ตัวอย่างอ้างอิงที่ 5 (Ra) : จากการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการต่างๆ ในเครือข่าย 20 - 36 ครั้ง พบว่าค่ากลางของแต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง 1.94 - 4.30 mg-P/kg โดยมีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 4.51 - 15.89 % (ตารางที่ 5-7) ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 02 ต่ำกว่าผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอื่นๆ ยกเว้นรายสำคัญ นอกจากนี้ยังพบว่า ผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการอ้างอิงในประเทศสูงกว่าห้องปฏิบัติการอื่นๆ และผลการวิเคราะห์ 2 ครั้ง ไม่สอดคล้องกัน (ตารางที่ 5-1) ดังนั้นทางโครงการฯ จึงไม่นำผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 02 และห้องปฏิบัติการอ้างอิงในประเทศมาคำนวณค่ารับรอง เมื่อนำข้อมูลที่เหลือมาร่วมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 3.65 mg-P/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 mg-P/kg

4.1.5 ค่ามาตรฐานที่เป็นประโยชน์ (Avail. S) ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายที่ให้ผลการวิเคราะห์ค่ามาตรฐานที่เป็นประโยชน์มีเพียง 4 ห้องปฏิบัติการ ทุกห้องปฏิบัติการให้วิธี turbidimetry ในการวิเคราะห์ความเข้มข้น โดยทั่วไปพบว่าการแปรปรวนระหว่างห้องปฏิบัติการมีสูงมาก เช่น ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างอ้างอิงที่ 1 มีค่ากลางของแต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง 4.34 - 27.00 mg-S/kg หรือผลการวิเคราะห์ตัวอย่างอ้างอิงที่ 5 มีค่ากลางของแต่ละห้องปฏิบัติการในช่วง 223 - 648 mg-S/kg เป็นต้น (ตารางที่ 5-3 และ ตารางที่ 5-7) นอกจากนี้ยังไม่มีข้อมูลจากห้องปฏิบัติการอ้างอิงทั้งสองแห่ง ทำให้ขาดข้อมูลอ้างอิง ทางโครงการฯ จึงไม่จัดทำค่ารับรองของค่ามาตรฐานดินทุกตัวอย่างอ้างอิง

4.1.6 โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ที่แลกเปลี่ยนได้ (Exo, Na, K, Ca, and Mg)

ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายทุกห้องปฏิบัติการวิเคราะห์โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ที่แลกเปลี่ยนได้ โดยวิธีสกัดด้วย 1 M NH_4OAc pH 7.0 จากนั้นวิเคราะห์ความเข้มข้นด้วยเครื่อง flame photometer (เฉพาะ Na และ K) หรือ atomic absorption spectrophotometer (AAS) รายละเอียดของจำนวนการวิเคราะห์ที่มีความแตกต่างกันในกองบรรณคดี เช่น ที่อัตราส่วนดิน:สารละลาย 1:10 หรือ 1:20 ใช้เวลาสกัดตั้งแต่ 5 นาที ไปจนถึงหึ่งชั่วโมง เป็นต้น รายละเอียดบางประเด็นเหล่านี้ อาจเป็นสาเหตุให้แต่ละห้องปฏิบัติการได้ผลการวิเคราะห์แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามขณะนี้ยังไม่มีข้อมูลสนับสนุน จึงเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการภายใต้ความแตกต่างดังกล่าว

ห้องปฏิบัติการที่ 01 และห้องปฏิบัติการอ้างอิงในประเทศไม่วิเคราะห์ Na ทำให้มีข้อมูลในการเปรียบเทียบน้อยกว่าธาตุอื่น ผลการวิเคราะห์แต่ละตัวอย่างอ้างอิงมีความแตกต่างระหว่างห้องปฏิบัติการดังนี้

- ตัวอย่างอ้างอิงที่ 1 (Pu) : จากการวิเคราะห์ 18 - 36 ครั้ง พบว่า

ค่ากลางของ Na แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	18.7 - 73.5	mg/kg
ค่ากลางของ K แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	141 - 199	mg/kg
ค่ากลางของ Ca แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	2,247 - 3,252	mg/kg
ค่ากลางของ Mg แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	114 - 180	mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Na ผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการมีปริมาณสูง อย่างไรก็ตามผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศอยู่ในระดับเดียวกับห้องปฏิบัติการในเครือข่าย (ตารางที่ 5-2 และ 5-3) เมื่อนำข้อมูลของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายและห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 48.7 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงถึง 241 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ K ระหว่างห้องปฏิบัติการแตกต่างกันไม่มาก และความแปรปรวนของข้อมูลแต่ละห้องปฏิบัติการต่ำ เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการในเครือข่าย และห้องปฏิบัติการอ้างอิงทั้งสองพบว่า ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 03 ค่าผิดปกติ (ตารางที่ 5-1 5-2 และ 5-3) จึงไม่นำผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการนี้มาคำนวณค่ารับรอง เมื่อนำข้อมูลที่เหลือมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 186 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 18 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Ca มีความแตกต่างระหว่างห้องปฏิบัติการในช่วงกว้าง (ตารางที่ 5-3) แต่ไม่สามารถระบุได้ว่าผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการใดผิดปกติ ทางโครงการฯ จึงนำข้อมูลทั้งหมดมาคำนวณค่ารับรองพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 3,125 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 290 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Mg มีความแตกต่างระหว่างห้องปฏิบัติการในช่วงกว้างเช่นเดียวกับแคลเซียม เมื่อนำผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงทั้งสองมาสนับสนุน ทางโครงการฯ จึงสรุปว่า ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 02 ค่าผิดปกติ (ตารางที่ 5-1 5-2 และ 5-3) จึงไม่นำผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการนี้มาคำนวณค่ารับรอง เมื่อนำข้อมูลที่เหลือมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 169 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 14 mg/kg

- ตัวอย่างอ้างอิงที่ 2 (Tk) : ตัวอย่างอ้างอิงนี้เป็นดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูงและเป็นดินด่าง ทำให้มีแคลเซียมสูง จากการวิเคราะห์ 10 - 34 ครั้ง พบว่า

ค่ากลางของ Na แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	22.1 - 85.7	mg/kg
ค่ากลางของ K แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	213 - 264	mg/kg
ค่ากลางของ Ca แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	4,960 - 8,704	mg/kg
ค่ากลางของ Mg แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	147 - 239	mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Na ผลการวิเคราะห์มีความแตกต่างกันระหว่างห้องปฏิบัติการในช่วงกว้าง (ตารางที่ 5-4) เมื่อนำผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศมาพิจารณา พบว่า ค่ากลางของ Na ไม่สามารถสรุปได้ว่า ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการใดผิดปกติ เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 48 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 25 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ K ผลการวิเคราะห์แตกต่างกันในช่วงแคบ และพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างห้องปฏิบัติการทั้งในเครือข่ายและห้องปฏิบัติการอ้างอิง (ตารางที่ 5-4) เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 239 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 27 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Ca ผลการวิเคราะห์มีค่าสูงสุดและต่ำสุดแตกต่างกันในช่วงกว้าง เมื่อนำผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงมาพิจารณาพบว่า ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 02 ต่ำผิดปกติ (ตารางที่ 5-1, 5-2 และ 5-4) จึงไม่นำผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการนี้มาคำนวณค่ารับรอง เมื่อนำข้อมูลที่เหลือมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 8,068 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 872 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Mg ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 02 ต่ำผิดปกติ จึงไม่นำผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการนี้มาคำนวณค่ารับรอง เมื่อนำข้อมูลที่เหลือมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 213 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 22 mg/kg

- ตัวอย่างอ้างอิงที่ 3 (K1) : ตัวอย่างดินอ้างอิงนี้เป็นดินเค็มที่ไม่ใช่โซเดียมสูง ถึงแม้จะมี pH ที่ปานกลาง เติบโตผลผลิตไม่ต่ำ จากการวิเคราะห์ 18 - 35 ครั้ง พบว่า

ค่ากลางของ Na แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	4,570 - 6,759	mg/kg
ค่ากลางของ K แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	20.8 - 37.5	mg/kg
ค่ากลางของ Ca แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	395 - 529	mg/kg
ค่ากลางของ Mg แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	27.6 - 35.8	mg/kg

ผลการวิเคราะห์ N ผลการวิเคราะห์แตกต่างกันระหว่างห้องปฏิบัติการในช่วงกว้าง แต่ข้อมูลที่มีอยู่ไม่อาจจะสรุปได้ว่าผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการใดผิดปกติ (ตารางที่ 5-5) เมื่อนำข้อมูลที่เหลือมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 5,218 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 923 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ K ผลการวิเคราะห์แตกต่างกันระหว่างห้องปฏิบัติการในช่วงกว้าง แต่ข้อมูลที่มีอยู่ไม่อาจจะสรุปได้ว่าผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการใดผิดปกติ (ตารางที่ 5-5) เมื่อนำข้อมูลที่เหลือมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 26.8 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.7 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Ca ผลการวิเคราะห์มีค่าสูงสุดและต่ำสุดแตกต่างกันในช่วงกว้าง เมื่อนำผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงมาพิจารณาพบว่า ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 02 ต่ำผิดปกติ (ตารางที่ 5-

1 5-2 และ 5-5) จึงไม่นำผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่มีค่าหน่วยคาร์บอนรอน เมื่อนำข้อมูลที่เหลือมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 498 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 47 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Mg ผลการวิเคราะห์ที่มีค่าสูงสุดและต่ำสุดแตกต่างกันในช่วงกว้าง เมื่อนำผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงมารวมพิจารณาพบว่า ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 02 จำกัดปกติ (ตารางที่ 5-1 5-2 และ 5-5) จึงไม่นำผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่มีค่าหน่วยคาร์บอนรอน เมื่อนำข้อมูลที่เหลือมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 32.5 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.6 mg/kg

- ตัวอย่างอ้างอิงที่ 4 (Kh) : ตัวอย่างดินอ้างอิงนี้เป็นดินกรดและมีธาตุอาหารต่ำ จากการวิเคราะห์ 10 - 25 ครั้ง พบว่า

ค่ากลางของ Na แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง 6.2 - 64.2 mg/kg

ค่ากลางของ K แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง 29.7 - 38.3 mg/kg

ค่ากลางของ Ca แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง 48.3 - 62.8 mg/kg

ค่ากลางของ Mg แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง 21.5 - 29.1 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Na ผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการแปรปรวนในช่วงกว้าง โดยค่าสูงสุดและต่ำสุดต่างกันถึง 10 เท่า นอกจากนี้ยังพบว่า ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างระดับต่ำกว่าค่าของห้องปฏิบัติการในเครือข่าย ทำให้ไม่สามารถระบุได้ว่าผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการใดผิดปกติ (ตารางที่ 5-2 และ 5-6) เมื่อนำข้อมูลที่เหลือมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 51.5 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 12.1 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ K ผลการวิเคราะห์ที่มีความแตกต่างระหว่างห้องปฏิบัติการในช่วงแคบ และใกล้เคียงกับผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงทั้งสอง เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 32.8 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.5 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Ca ผลการวิเคราะห์ที่มีความแตกต่างระหว่างห้องปฏิบัติการในช่วงกว้าง (ตารางที่ 5-6) เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 58 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Mg ผลการวิเคราะห์ที่มีความแตกต่างระหว่างห้องปฏิบัติการในช่วงกว้างเช่นเดียวกับแคลเซียม (ตารางที่ 5-6) เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 25.9 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.1 mg/kg

- ตัวอย่างอ้างอิงที่ 5 (Ra) : ตัวอย่างอ้างอิงนี้เป็นดินกรดจัดซัดเซต ทำให้มีความเข้มข้นของแคดไดออสที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำ จากการวิเคราะห์ตัวอย่างอ้างอิงนี้ 10 - 26 ครั้ง พบว่า

ค่ากลางของ Na แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	119 - 164	mg/kg
ค่ากลางของ K แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	66.1 - 84.3	mg/kg
ค่ากลางของ Ca แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	163 - 260	mg/kg
ค่ากลางของ Mg แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	116 - 148	mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Na ผลการวิเคราะห์มีความแตกต่างกันระหว่างห้องปฏิบัติการไม่มากนัก อาจเป็นเพราะความเข้มข้นของโซเดียมในดินตัวอย่างอยู่ในระดับที่ตรงกับวิธีวิเคราะห์ (ตารางที่ 5-7) ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศใกล้เคียงกับห้องปฏิบัติการในเครือข่าย เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 131 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 26 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ K ผลการวิเคราะห์มีความแตกต่างกันระหว่างห้องปฏิบัติการค่อนข้างมาก โดยผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงทั้งสองอยู่ประมาณกึ่งกลาง (ตารางที่ 5-1 5-2 และ 5-7) ทางโครงการฯ จึงไม่ได้ข้อมูลของห้องปฏิบัติการใดออก เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 74 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Ca ผลการวิเคราะห์มีความแตกต่างกันระหว่างห้องปฏิบัติการในช่วงกว้าง โดยผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงทั้งสองสูงกว่าค่ากลางห้องปฏิบัติการในเครือข่าย เมื่อนำผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงมารวมพิจารณาพบว่า ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 02 จำกัดปกติ จึงไม่นำผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการนี้มาคำนวณค่ารับรอง (ตารางที่ 5-1 5-2 และ 5-7) เมื่อนำข้อมูลที่เหลือมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 230 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 30 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Mg ผลการวิเคราะห์มีความแตกต่างกันระหว่างห้องปฏิบัติการในช่วงกว้าง โดยผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงทั้งสองค่อนข้างสูงกว่าห้องปฏิบัติการในเครือข่าย (ตารางที่ 5-1 5-2 และ 5-7) เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 131 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 16 mg/kg

4.1.7 แคตไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ (CEC) มีเพียง 3 ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายที่วิเคราะห์ CEC โดยวิธีสีล้างด้วย 1 N NH₄OAc แล้วแทนที่ด้วย NaCl ส่วนห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศวิเคราะห์ด้วยวิธีที่แตกต่างออกไป อย่างไรก็ตามโดยรวมพบว่า ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการทุกแห่งใกล้เคียงกัน

4.1.8 เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี (Ext.Fe, Mn, Cu and Zn) ทุกห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ Fe, Mn, Cu และ Zn โดยวิธีสกัดด้วยสารละลาย DIPA จากนั้นวิเคราะห์ความเข้มข้นของโลหะที่สกัดได้ด้วยเครื่อง AAS ผลการวิเคราะห์แต่ละตัวอย่างอ้างอิงมีความแตกต่างกันระหว่างห้องปฏิบัติการดังนี้

■ ตัวอย่างอ้างอิงที่ 1 (Pc) : จากผลการวิเคราะห์ 5 – 35 ครั้ง พบว่า

ค่ากลางของ Fe แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	2.5 – 4.4	mg/kg
ค่ากลางของ Mn แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	18.5 – 33.0	mg/kg
ค่ากลางของ Cu แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	1.0 – 1.4	mg/kg
ค่ากลางของ Zn แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	1.6 – 2.1	mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Fe ผลการวิเคราะห์มีความแตกต่างกันระหว่างห้องปฏิบัติการในช่วงกว้าง (ตารางที่ 5-3) เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 3.3 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Mn ผลการวิเคราะห์มีความแตกต่างกันระหว่างห้องปฏิบัติการในช่วงกว้างเช่นเดียวกับเหล็ก (ตารางที่ 5-3) เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 24 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Cu ผลการวิเคราะห์มีความแตกต่างกันระหว่างห้องปฏิบัติการในช่วงกว้าง แต่เนื่องจากห้องปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการมีความเข้มข้นต่ำ จึงเป็นไปได้อย่างที่วิเคราะห์ให้มีความแม่นยำ ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงทั้งสองใกล้เคียงกับผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่าย เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 1.2 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.2 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Zn ผลการวิเคราะห์มีความแตกต่างกันระหว่างห้องปฏิบัติการในช่วงกว้าง แต่เนื่องจากสังกะสีในตัวอย่างมีความเข้มข้นต่ำ จึงเป็นไปได้อย่างที่วิเคราะห์ให้มีความแม่นยำ ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศใกล้เคียงกับผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่าย เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 1.8 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.3 mg/kg

● ตัวอย่างอ้างอิงที่ 2 (TK) : จากผลการวิเคราะห์ 10 – 28 ครั้ง พบว่า

ค่ากลางของ Fe แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	9.1 – 13.1	mg/kg
ค่ากลางของ Mn แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	17.9 – 33.6	mg/kg
ค่ากลางของ Cu แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	3.4 – 4.5	mg/kg
ค่ากลางของ Zn แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	0.8 – 1.2	mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Fe ผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการในเครือข่ายมีความแปรปรวนในช่วงกว้าง (ตารางที่ 5-4) เมื่อนำผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงทั้งในและต่างประเทศมารวมพิจารณา (ตารางที่ 5-1 และ 5-2) ทางโครงการฯ สรุปว่าผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 04 ดำเนินปกติ จึงไม่นำผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการนี้มาคำนวณค่ารับรอง เมื่อนำข้อมูลที่เหลือมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 9.9 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.0 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Mn ผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการในเครือข่ายแปรปรวนอยู่ในช่วงกว้างเช่นเดียวกับเหล็ก แต่ไม่สามารถระบุได้ว่าผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการใดผิดปกติ (ตารางที่ 5-1 5-2 และ 5-4) เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 22.8 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.2 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Cu ผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการในเครือข่ายแตกต่างกันในช่วงกว้าง โดยมีผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศค่อนข้างต่ำ ทางโครงการฯ ไม่สามารถระบุได้ว่าผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการใดผิดปกติก (ตารางที่ 5-1 5-2 และ 5-4) เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 3.8 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.5 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Zn ผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการในเครือข่ายแตกต่างกันในช่วงกว้างเช่นเดียวกับทองแดง โดยมีผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงทั้งสองอยู่ในช่วงเดียวกับผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่าย ดังนั้นจึงเมื่อจะระบุได้ว่าผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการใดผิดปกติก (ตารางที่ 5-1 5-2 และ 5-4) เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 1.0 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.2 mg/kg

● ตัวอย่างอ้างอิงที่ 3 (Kj) : จากผลการวิเคราะห์ 10 – 26 ครั้ง พบว่า

ค่ากลางของ Fe แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	7.8 - 12.3	mg/kg
ค่ากลางของ Mn แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	1.5 - 1.8	mg/kg
ค่ากลางของ Cu แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	0.35 - 0.43	mg/kg
ค่ากลางของ Zn แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	0.23 - 0.80	mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Fe ผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการในเครือข่ายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อนำผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงทั้งสองมาประกอบการพิจารณาพบว่า ห้องปฏิบัติการที่ 03 มีผลการวิเคราะห์ที่สูงผิดปกติ และห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศมีผลการวิเคราะห์ที่ต่ำผิดปกติ (ตารางที่ 5-1 5-2 และ 5-5) ทางโครงการฯ จึงตัดข้อมูลของทั้งสองห้องปฏิบัติการออก เมื่อนำข้อมูลที่เหลือมารวมกันและคำนวณค่ารับรองพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 8.7 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.1 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Mn ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายและห้องปฏิบัติการอ้างอิงทั้งสองมีค่าอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 5-1 5-2 และ 5-5) เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันและคำนวณค่ารับรองพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 1.6 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.2 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Cu ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศมีค่าผิดปกติ (ตารางที่ 5-1 5-2 และ 5-5) ทางโครงการฯ จึงตัดข้อมูลของห้องปฏิบัติการนี้ออก เมื่อนำข้อมูลที่เหลือมารวมกันและคำนวณค่ารับรองพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 0.38 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.05 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Zn ผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการในเครือข่ายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อนำผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงทั้งสองมาประกอบการพิจารณาพบว่า ห้องปฏิบัติการที่ 02 มีผลการวิเคราะห์ที่สูงผิดปกติ (ตารางที่ 5-1 5-2 และ 5-5) ทางโครงการฯ จึงตัดข้อมูลของห้องปฏิบัติการนี้ออก เมื่อนำข้อมูลที่เหลือมารวมกันและคำนวณค่ารับรองพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 0.27 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.07 mg/kg

● ตัวอย่างอ้างอิงที่ 4 (Kb) : จากผลการวิเคราะห์ 19-29 ครั้ง พบว่า

ค่ากลางของ Fe แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	41 - 84	mg/kg
ค่ากลางของ Mn แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	0.8 - 1.1	mg/kg
ค่ากลางของ Cu แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	0.13 - 0.26	mg/kg
ค่ากลางของ Zn แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	0.10 - 1.02	mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Fe ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายแตกต่างกันอยู่ในช่วงกว้างมาก โดยค่าสูงสุดและค่าสุดแตกต่างกันกว่า 2 เท่า เมื่อนำผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงมารวมพิจารณาพบว่า ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 04 สูงผิดปกติ (ตารางที่ 5-1 5-2 และ 5-6) ทางโครงการฯ จึงจัดข้อมูลของห้องปฏิบัติการนี้ออก เมื่อนำข้อมูลที่เหลือมารวมกันและคำนวณค่ารับรองพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 53 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Mn ผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการในเครือข่ายแปรปรวนอยู่ในช่วงกว้าง ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงทั้งสองค่อนข้างไปทางสูงเมื่อเทียบกับห้องปฏิบัติการในเครือข่าย แต่ไม่สามารถระบุได้ว่าผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการใดผิดปกติ (ตารางที่ 5-1 5-2 และ 5-6) เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันและคำนวณค่ารับรองพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 0.9 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.1 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Cu ผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการแปรปรวนอยู่ในช่วงกว้าง แต่ไม่สามารถระบุได้ว่าห้องปฏิบัติการใดมีผลการวิเคราะห์ผิดปกติ เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันและคำนวณค่ารับรองพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 0.19 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.04 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ Zn ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 02 สูงกว่าผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอื่นทั้งในเครือข่ายและห้องปฏิบัติการอ้างอิงอย่างเห็นได้ชัด ทางโครงการฯ จึงตัดข้อมูลของห้องปฏิบัติการนี้ออก เมื่อนำข้อมูลที่เหลือมารวมกันและคำนวณค่ารับรองพบว่า มีค่ากลางเท่ากับ 0.11 mg/kg และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.03 mg/kg

• ตัวอย่างอ้างอิงที่ b (Ba) : จากผลการวิเคราะห์ 18 - 26 ครั้ง พบว่า

ค่ากลางของ Fe แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	10 - 80	mg/kg
ค่ากลางของ Mn แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	4.8 - 19.5	mg/kg
ค่ากลางของ Cu แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	0.06 - 0.50	mg/kg
ค่ากลางของ Zn แต่ละห้องปฏิบัติการอยู่ในช่วง	0.07 - 1.23	mg/kg

ผลการวิเคราะห์ธาตุทั้งสี่ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายพบว่า มีความแปรปรวนสูงมากทั้งภายในแต่ละห้องปฏิบัติการ และระหว่างห้องปฏิบัติการ ทำให้ไม่สามารถตัดค่ารับรองให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่ทางโครงการฯ กำหนดไว้ได้ (ความแปรปรวน (CV) ไม่มากกว่า 10 - 15 %)

4.1.9 โบรมีน มีเพียงห้องปฏิบัติการที่ 03 เพียงห้องปฏิบัติการเดียวที่วิเคราะห์โบรมีน และผลการวิเคราะห์ต่างจากผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศอย่างมีนัยสำคัญ ทางโครงการฯ จึงไม่จัดทำค่ารับรองเช่นกัน เนื่องจากไม่มีข้อมูลจากพหุที่จะนำมาเปรียบเทียบ

4.2 การร่วมทดสอบตัวอย่างพืช : การร่วมทดสอบตัวอย่างพืชได้ดำเนินการเช่นเดียวกับการรวมทดสอบตัวอย่างดิน โดยได้จัดส่งตัวอย่างอ้างอิงที่ทางโครงการฯ จัดทำขึ้น (รายละเอียดการจัดทำปรากฏในบทที่ 4) ให้แก่ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักทุกห้องปฏิบัติการ ทำการวิเคราะห์พร้อมกับการให้บริการตามปกติ โดยกำหนดเป้าหมายว่าควรวิเคราะห์ให้มีจำนวนครั้งมากกว่า 20 ครั้ง เพื่อให้มีข้อมูลมากพอที่จะนำมาประมวลผลทางสถิติได้ หลังเสร็จสิ้นงวดที่ 3 ทางโครงการฯ ได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ เปรียบเทียบข้อมูลที่นำมาเชื่อมโยง ทางโครงการฯ ได้กำหนดให้ห้องปฏิบัติการนั้นๆ ค้นหาข้อบกพร่อง ปฏิบัติการวิเคราะห์เพิ่มเติมจนได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และจัดข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือต่ำออก ผลการวิเคราะห์ที่ได้แสดงในตารางที่ 5-9

เพื่อให้เกิดความมั่นใจในผลการวิเคราะห์มากขึ้น ทางโครงการฯ ได้จัดส่งตัวอย่างอ้างอิงเดียวกันไปให้ห้องปฏิบัติการอื่นที่นำเชื้อดินนอกโครงการฯ ทำการวิเคราะห์แล้วนำผลมาเปรียบเทียบ ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่าย ทางโครงการฯ ได้แบ่งตัวอย่างอ้างอิงออกเป็น 3 ตัวอย่างย่อย ก่อนส่งให้ห้องปฏิบัติการอ้างอิงในประเทศ และแบ่งตัวอย่างอ้างอิงออกเป็น 2 ตัวอย่างย่อย ก่อนส่งให้ห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศ ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงทั้งสองแสดงในตารางที่ 5-8 ความแม่นยำโดยทั่วไปของห้องปฏิบัติการทั้งสองอยู่ในเกณฑ์ดี (df น้อยกว่า 10%) ยกเว้นผลการวิเคราะห์สังกะสีของห้องปฏิบัติการอ้างอิงในประเทศ ซึ่งพบว่ามีความแปรปรวนสูง และต่างจากผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศมาก

ตารางที่ 5-8 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างพืชอ้างอิงตัวอย่างเดียวกัน สำหรับห้องปฏิบัติการอ้างอิงในประเทศ (Thai) ทางโครงการฯ ได้แบ่งตัวอย่างอ้างอิงออกเป็น 3 ตัวอย่างย่อย และห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศ (CIRAD) ประเทศฝรั่งเศส) ทางโครงการฯ ได้แบ่งตัวอย่างอ้างอิงออกเป็น 2 ตัวอย่างย่อย

Parameter	Unit	Thai					CIRAD			
		1	2	3	mean	df (%)	1	2	mean	df (%)
N	%	1.82	1.82	1.82	1.82	0.00	1.917	1.877	1.897	2.11
P	%	0.12	0.12	0.12	0.12	0.00	0.13	0.13	0.13	0.00
K	%	0.50	0.51	0.52	0.51	3.92	0.563	0.561	0.562	0.36
Ca	%	0.95	0.98	0.99	0.97	4.11	1.000	1.005	1.003	0.50
Mg	%	0.23	0.24	0.24	0.24	4.23	0.255	0.254	0.255	0.39
S	%						0.199	0.203	0.201	1.99
Fe	mg/kg	86.8	86.1	85.1	86.0	1.98	97.3	104.5	100.9	7.14
Mn	mg/kg	1,094	1,111	1,139	1,115	4.04	1286.8	1242.4	1264.6	3.51
Cu	mg/kg						9.6	8.9	9.3	7.57
Zn	mg/kg	22.9	26.5	28.5	26.0	21.57	13.1	13.2	13.2	0.76
B	mg/kg						28.7	28.3	28.5	1.40

หมายเหตุ df = 100(max - min)/mean.

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างพืชอ้างอิงของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเมื่อเทียบกับห้องปฏิบัติการอ้างอิงเป็นดังนี้

- **ไนโตรเจน (N)** : ค่ากลางที่ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักวิเคราะห์ได้อยู่ในช่วง 1.55 - 1.78 % โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 1.62 - 8.54 % (ตารางที่ 5-9) ในขณะที่ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงในประเทศไทยและต่างประเทศ มีค่ากลางเป็น 1.82 % และ 1.897 % ตามลำดับ (ตารางที่ 5-8) ทุกห้องปฏิบัติการได้ผลการวิเคราะห์ต่ำกว่าของห้องปฏิบัติการอ้างอิง จากการสำรวจห้องปฏิบัติการพบว่า ห้องปฏิบัติการที่ 02 ย่อยตัวอย่างพืชด้วยวิธี Kjeldahl เช่นเดียวกับห้องปฏิบัติการอื่นๆ ในเครือข่าย แต่นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์ความเข้มข้นของ NH_4^+ ด้วยวิธี auto-analyzer ในขณะที่ห้องปฏิบัติการอื่นๆ วิเคราะห์ด้วยวิธีกลั่นและไทเทรต ห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศ (CIRAD) วิเคราะห์ด้วยวิธี CN autoanalyser (Dumas's method) ซึ่งการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้จะรวมไนโตรเจนที่อยู่ในรูปพันธะ N-O เช่น NO_2 ด้วย ค่าที่วิเคราะห์ได้จึงสูงกว่าห้องปฏิบัติการอื่นๆ ในประเทศไทย
- **ฟอสฟอรัส (P)** : ค่ากลางที่ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักวิเคราะห์ได้อยู่ในช่วง 0.12 - 0.14 % โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 2.55 - 12.10 % (ตารางที่ 5-9) ในขณะที่ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงในประเทศไทยและต่างประเทศมีค่ากลางเป็น 0.12 % และ 0.13 % ตามลำดับ (ตารางที่ 5-8) ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการทุกแห่งแปรปรวนอยู่ในช่วงแคบๆ ยกเว้นห้องปฏิบัติการที่ 02 ซึ่งมีค่า CV สูงถึง 12.1 %
- **โพแทสเซียม (K)** : ค่ากลางที่ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักวิเคราะห์ได้อยู่ในช่วง 0.42 - 0.64 % โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 1.01 - 14.98 % (ตารางที่ 5-9) ในขณะที่ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงในประเทศไทยและต่างประเทศมีค่ากลางเป็น 0.51 % และ 0.562 % ตามลำดับ (ตารางที่ 5-8)
- **แคลเซียม (Ca)** : ค่ากลางที่ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักวิเคราะห์ได้อยู่ในช่วง 0.91 - 1.12 % โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 4.22 - 9.62 % (ตารางที่ 5-9) ในขณะที่ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงในประเทศไทยและต่างประเทศมีค่ากลางเป็น 0.97 % และ 1.003 % ตามลำดับ (ตารางที่ 5-8)
- **แมกนีเซียม (Mg)** : ค่ากลางที่ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักวิเคราะห์ได้อยู่ในช่วง 0.24 - 0.27 % โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 1.50 - 8.20 % (ตารางที่ 5-9) ในขณะที่ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงในประเทศไทยและต่างประเทศมีค่ากลางเป็น 0.24 % และ 0.255 % ตามลำดับ (ตารางที่ 5-8)
- **กำมะถัน (S)** : มีห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักเพียง 3 ห้องปฏิบัติการเท่านั้นที่วิเคราะห์กำมะถันในตัวอย่างพืช ห้องปฏิบัติการอ้างอิงในประเทศไทยที่โครงการฯ นำผลมาใช้อ้างอิงก็ไม่ได้ มีการวิเคราะห์กำมะถันเช่นกัน ค่ากลางที่ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักวิเคราะห์ได้ก็อยู่ในช่วง 0.17 - 0.26 % โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 8.39 - 54.22 % (ตารางที่ 5-9) การเปรียบเทียบระหว่างห้องปฏิบัติการไม่

สามารถบอกได้ว่าค่าของห้องปฏิบัติการใดมีค่าปกติ แต่เมื่อเทียบกับผลการวิเคราะห์ของ CIRAD พบว่า ห้องปฏิบัติการที่ 04 มีผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างไปมากที่สุด

- **เหล็ก (Fe) :** ค่ากลางที่ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักวิเคราะห์ได้อยู่ในช่วง 103.2 - 117.7 mg/kg โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 4.0 - 16.1 % (ตารางที่ 5-9) ในขณะที่ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงในประเทศและต่างประเทศมีค่ากลางเป็น 86 mg/kg และ 100.9 mg/kg ตามลำดับ (ตารางที่ 5-8) ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงในประเทศแตกต่างจากผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอื่นอย่างมีนัยสำคัญ
- **แมงกานีส (Mn) :** ค่ากลางที่ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักวิเคราะห์ได้อยู่ในช่วง 1,052 - 1,309 mg/kg โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 2.8 - 8.0 % (ตารางที่ 5-9) ในขณะที่ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงในประเทศและต่างประเทศมีค่ากลางเป็น 1,114 mg/kg และ 1,264 mg/kg ตามลำดับ (ตารางที่ 5-8)
- **ทองแดง (Cu) :** ค่ากลางที่ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักวิเคราะห์ได้อยู่ในช่วง 8.7 - 10.2 mg/kg โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 5.5 - 18.7 % (ตารางที่ 5-9) ในขณะที่ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศมีค่ากลางเป็น 9.3 mg/kg ส่วนห้องปฏิบัติการอ้างอิงในประเทศไม่ได้มีการวิเคราะห์ (ตารางที่ 5-8)
- **สังกะสี (Zn) :** ค่ากลางที่ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักวิเคราะห์ได้อยู่ในช่วง 11.1 - 14.7 mg/kg โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) อยู่ในช่วง 8.5 - 17.7 % (ตารางที่ 5-9) ในขณะที่ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงในประเทศและต่างประเทศมีค่ากลางเป็น 26.0 mg/kg และ 13.2 mg/kg ตามลำดับ (ตารางที่ 5-8) ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงในประเทศแตกต่างจากผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอื่นอย่างมีนัยสำคัญ
- **โบรอน (B) :** ห้องปฏิบัติการที่วิเคราะห์โบรอนในพืชมีเพียง 2 ห้องปฏิบัติการ และทำการวิเคราะห์น้อยครั้ง อย่างไรก็ตามพบว่า ผลการวิเคราะห์ใกล้เคียงกับผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศ (ตารางที่ 5-8 และ 5-9)

ตารางที่ 5-9 ผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่องพีชกำลังยิ่งด้วยเครื่องวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการเคมีเครื่องหลัก 6 ห้องปฏิบัติการ
ค่าที่แสดงเป็นผลการวิเคราะห์จำนวน n ครั้ง และค่าที่ไม่น่าเชื่อถือออกแล้ว

Parameter	Unit	Lab01			Lab02			Lab03		
		mean	CV(%)	n	mean	CV(%)	n	mean	CV(%)	n
N	%	1.71	6.01	20	1.73	2.44	23	1.78	8.54	18
P	%	0.12	6.30	20	0.12	12.10	18	0.14	2.55	25
K	%	0.47	9.61	20	0.64	3.56	31	0.49	1.01	25
Ca	%	1.11	9.62	20	1.08	8.31	13	0.98	4.34	25
Mg	%	0.27	6.16	20	0.26	5.71	28	0.25	1.50	25
S	%									
Fe	mg/kg	112.9	4.0	20	111.4	9.2	18	103.2	16.1	20
Mn	mg/kg	1,117	6.0	20	1,309	8.0	17	1,059	2.8	20
Cu	mg/kg	9.7	8.8	20	9.7	11.2	16	8.9	5.5	20
Zn	mg/kg	13.0	11.7	20	14.7	17.7	15	11.1	8.7	20
B	mg/kg							28.0	15.4	3

Parameter	Unit	Lab04			Lab05			Lab06		
		mean	CV(%)	n	mean	CV(%)	n	mean	CV(%)	n
N	%	1.55	2.98	25	1.77	1.62	46	1.74	2.53	32
P	%	0.14	3.14	24	0.13	4.13	46	0.12	3.23	32
K	%	0.42	14.98	24	0.50	6.49	46	0.49	12.14	32
Ca	%	0.91	4.22	22	0.99	5.70	46	1.12	8.31	32
Mg	%	0.24	8.20	24	0.25	4.71	46	0.24	4.98	32
S	%	0.17	54.22	20	0.24	8.39	28	0.26	15.48	32
Fe	mg/kg	117.7	7.9	25	102.8	7.3	40	110.0	6.4	20
Mn	mg/kg	1,084	4.4	22	1,117	5.8	40	1,052	3.3	20
Cu	mg/kg	10.2	9.1	23	10.2	8.9	40	8.7	17.7	20
Zn	mg/kg	14.6	6.5	22	12.1	11.2	28	12.5	10.3	20
B	mg/kg				24.5	8.7	2			

5. การทดสอบประสิทธิภาพ (performance test)

โครงการ ได้สมัครเป็นสมาชิก Wageningen Evaluating Programmes for Analytical Laboratory (WEPAL) ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2545 โดยใช้รหัส Thalaonot ทางโครงการ จะต้องชำระค่าสมาชิกเพื่อกรทดสอบประสิทธิภาพทั้งดินและพืชรวมกันในปี 2545 เป็นเงิน 900 ยูโรปี (ประมาณ 36,900 บาท/ปี) ในปี 2546 เป็นเงิน 950 ยูโรปี (ประมาณ 40,850 บาท/ปี) และในปี 2547 เป็นเงิน 970 ยูโรปี (ประมาณ 43,650 บาท/ปี) จะเห็นได้ว่า WEPAL พิมพ์ตรา ค่าสมาชิกทุกปี ทำให้ทางโครงการ มีภาระการเงินในส่วนนี้สูงมากประมาณที่เสนอขอต่อ สวท. มาก เนื่องจากเสนอขอโดยใช้อัตราสมาชิกปี 2543 WEPAL กำหนดให้สมาชิกจะต้องทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ ปีละ 4 ครั้ง ในแต่ละครั้งทางโครงการ ได้รับตัวอย่างดิน 4 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 100 กรัม และตัวอย่างพืช 4 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 20 กรัม ปริมาณตัวอย่างที่ได้รับไม่เพียงพอที่จะกระจายให้ทุกห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ ดังนั้นทางโครงการ จึงได้ใช้วิธีหมุนเวียนกันทดสอบตามความพร้อมของห้องปฏิบัติการนั้นๆ ทางโครงการได้เข้าร่วมทดสอบประสิทธิภาพกับเครือข่ายนานาชาติทั้งหมด 9 ชาติ (หมดสถานะภาพการเป็นสมาชิกในเดือนธันวาคม 2547) แต่ละห้องปฏิบัติการได้รับการทดสอบอย่างน้อย 1 ชาติ ส่วนในครั้งที่ 2 เข้าร่วมทดสอบด้วยความสมัครใจของห้องปฏิบัติการนั้นๆ เนื่องจากหมดระยะเวลาดำเนินการทางโครงการ ลำดับการทดสอบเป็นดังนี้

- งวดที่ 4/2002 วิเคราะห์ตัวอย่างดินโดยห้องปฏิบัติการที่ 04 และวิเคราะห์ตัวอย่างพืชโดยห้องปฏิบัติการที่ 02
- งวดที่ 1/2003 วิเคราะห์ทั้งตัวอย่างดินและพืชโดยห้องปฏิบัติการที่ 05
- งวดที่ 2/2003 วิเคราะห์ทั้งตัวอย่างดินและพืชโดยห้องปฏิบัติการที่ 06
- งวดที่ 3/2003 วิเคราะห์ทั้งตัวอย่างดินและพืชโดยห้องปฏิบัติการที่ 01
- งวดที่ 4/2003 วิเคราะห์ทั้งตัวอย่าง ดินและพืชโดยห้องปฏิบัติการที่ 03
- งวดที่ 1/2004 วิเคราะห์ตัวอย่างดินโดยห้องปฏิบัติการที่ 02 และวิเคราะห์ตัวอย่างพืชโดยห้องปฏิบัติการที่ 04
- งวดที่ 2/2004 วิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืชโดยห้องปฏิบัติการละ 2 ตัวอย่าง โดยห้องปฏิบัติการที่ 05 และห้องปฏิบัติการที่ 06
- งวดที่ 3/2004 วิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืชอย่างละละ 2 ตัวอย่าง โดยห้องปฏิบัติการที่ 01 วิเคราะห์ตัวอย่างดิน 2 ตัวอย่าง โดยห้องปฏิบัติการที่ 04 และพืช 2 ตัวอย่างโดยห้องปฏิบัติการที่ 02
- งวดที่ 4/2004 วิเคราะห์ตัวอย่างดิน 4 ตัวอย่าง โดยห้องปฏิบัติการที่ 03 และวิเคราะห์ตัวอย่างพืช 1 ตัวอย่าง โดยห้องปฏิบัติการที่ 05

การทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ที่สามารถทำได้ทุกวิธีวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายสามารถวิเคราะห์ได้ ส่วนการวิเคราะห์ดินไม่สามารถแยกวิเคราะห์ Fe Mn Ni และ Zn ได้ เนื่องจาก WEPAL ไม่ได้กำหนดให้วิธี DTPA เป็นวิธีทดสอบประสิทธิภาพของเครือข่าย

5.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ครั้งที่ 4/2002

การทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ตัวอย่างดินงวดที่ 4/2002 ดำเนินการโดยห้องปฏิบัติการที่ 04 ผลการวิเคราะห์พบว่าแตกต่างจากผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายนานาชาติอย่างมีนัยสำคัญ 10 ค่า จากจำนวนที่วิเคราะห์ทั้งหมด 28 ค่า (ร้อยละ 36.7) การวิเคราะห์ดินของห้องปฏิบัติการนี้ถือได้ว่าเป็นความถูกต้องแม่นยำมี 3 รายการ คือ ค่าการนำไฟฟ้า อิเล็กทริคัลคอนดักติวิตี และเคลซียม (ตารางที่ 5-10 บน)

การทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ตัวอย่างพืชงวดที่ 4/2002 ดำเนินการโดยห้องปฏิบัติการที่ 02 ผลการวิเคราะห์พบว่าแตกต่างจากผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายนานาชาติอย่างมีนัยสำคัญ 36 ค่า จากจำนวนที่วิเคราะห์ทั้งหมด 48 ค่า (ร้อยละ 75) การวิเคราะห์พืชของห้องปฏิบัติการนี้ถือได้ว่าเป็นความถูกต้องแม่นยำมีเพียง 1 รายการ คือ การวิเคราะห์แมงกานีส (ตารางที่ 5-10 ล่าง)

ตารางที่ 5-10 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ครั้งที่ 4/2002 ตารางบน คือผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน ส่วนตารางล่าง คือผลการวิเคราะห์ตัวอย่างพืช Labnet หมายถึงผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่าย หรือ median หมายถึงค่า median ของผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่าย WEPAL หลังจากตัดค่าที่มีความเบี่ยงเบนสูง (outliner) ออกแล้ว

Soil Parameter	Unit	Sample							
		1		2		3		4	
		Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median
pH in H ₂ O		6.78**	7.50	3.31**	3.89	7.06**	7.65	5.31**	6.00
EC 1:5	mS/m	28.7	28.7	9.26	8.89	27.9	27.1	13.9	13.3
Org. C	g/kg	28.5	28.7	47.9	52.2	19.4	17.9	13.1	12.9
Bray II P	mg-P/kg	110.4	59.3	6.02	5.53	55.19**	4.03	23.3**	8.0
NH ₄ OAc Na	cmol(+)/kg								
NH ₄ OAc K	cmol(+)/kg	0.34	0.38	0.08	0.10	0.08**	0.82	0.22	0.22
NH ₄ OAc Ca	cmol(+)/kg	32.3	32.2	0.16	0.15	35.3	35.7	7.79	7.89
NH ₄ OAc Mg	cmol(+)/kg	0.14**	1.67	0.00	0.08	0.18**	1.88	0.06**	0.65
CEC	cmol(+)/kg								
Hot water B	µg/kg								

Plant Parameter	Unit	Sample							
		1		2		3		4	
		Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median
Kj-N	mmol/kg	1840**	2857	1197**	1922	1080**	1857	1273**	2089
P	mmol/kg	116**	123	113**	75.6	194**	139	161**	124
K	nmol/kg	2375**	1550	1025**	677	2196**	1364	748**	667
Ca	mmol/kg	301	317	463**	572	403	407	104	137
Mg	mmol/kg	95**	130	47.5**	67.1	106**	150	50.1**	82.3
S	mmol/kg	56**	105	34.9**	92.7	36.2**	71.1	54**	103
Na	mmol/kg	34.5**	24.6	15.69**	8.69	214**	158	180**	145
Fe	mg/kg	173**	251	178**	229	95**	175	381**	509
Mn	mg/kg	51.7	48.4	43.5	40.1	92.5	90.6	77.1	79.6
Cu	mg/kg	7.4**	10.4	5.14	4.3	5.09	4.40	5.68**	7.5
Zn	mg/kg	21.3**	42.6	11.9**	20.0	32.3**	54.8	18.0**	33.0
B	mg/kg	31.0	32.2	30.00	34.40	30.00	31.80	8.00**	9.55

หมายเหตุ * หมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างจากค่า median อย่างมีนัยสำคัญ (warning range)

** หมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างจากค่า median อย่างมีนัยสำคัญ

5.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ห้วงที่ 1/2003

การทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ห้วงที่ 1/2003 ดำเนินการโดยห้องปฏิบัติการที่ 05 ทั้งตัวอย่างดินและพืช ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินพบว่า แตกต่างจากผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายนานาชาติอย่างน้อยสำคัญ 8 ค่า จากจำนวนที่วิเคราะห์ทั้งหมด 36 ค่า (ร้อยละ 22) การวิเคราะห์ดินของห้องปฏิบัติการนี้ถือว่ามีความถูกต้องแม่นยำมี 6 รายการ คือ ค่าการนำไฟฟ้า อินทรีย์คาร์บอน ไนโตรเจน ดินเหนียว แคลเซียม แมกนีเซียม และ CEC (ตารางที่ 5-11 บน)

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ตัวอย่างพืชพบว่า แตกต่างจากผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายนานาชาติอย่างน้อยสำคัญ 17 ค่า จากจำนวนที่วิเคราะห์ทั้งหมด 48 ค่า (ร้อยละ 35) การวิเคราะห์พืชของห้องปฏิบัติการนี้ถือว่ามีความถูกต้องแม่นยำ 4 รายการ คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม และโบรอน (ตารางที่ 5-11 ล่าง)

ตารางที่ 5-11 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ห้วงที่ 1/2003 ตมระบบ คือ ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน ส่วนตารางล่าง คือ ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างพืช Labnet หมายถึงผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลัก median หมายถึงค่า median ของผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่าย WEPAL หลังจากตัดค่าที่มีความเบี่ยงเบนสูง (outlier) ออกแล้ว

Soil Parameter	Unit	Sample							
		1		2		3		4	
		Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median
pH in H ₂ O		7.10	7.49	5.00	5.10	7.20**	8.10	6.80**	7.52
EC 1:5	mS/m	17.7	18.2	27.1	28.7	14.6	16.1	28.6	29.9
Org.C	g/kg	34.9	33.1	9.74	8.65	7.42	6.49	31.3	29.0
Bray II P	mg-P/kg	120.3	81.9	21.3	15.5	37.30**	0.90	114.0**	31.9
NH ₄ OAc Na	cmol(-)/kg	0.64**	0.26	0.51**	0.13	0.51**	0.12	0.56**	0.19
NH ₄ OAc K	cmol(+)/kg	0.44	0.45	0.36	0.34	0.26	0.26	0.33	0.38
NH ₄ OAc Ca	cmol(+)/kg	28.0	29.7	0.96	1.07	37.4	38	33.2	33.4
NH ₄ OAc Mg	cmol(+)/kg	1.48	1.66	0.36	0.34	1.06	1.09	1.54	1.57
CEC	cmol(+)/kg	11.2	16.6	2.60	3.37	16.7	17.8	13.3	18.4
Hot water B	ug/kg								

Plant Parameter	Unit	Sample							
		1		2		3		4	
		Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median
Kj-N	mmol/kg	242	243	1213	1176	1941	1915	2099	2081
P	mmol/kg	24.5	25.5	58.1	58.2	74.3	75.5	118	124
K	mmol/kg	272	256	755**	887	613**	678	614	665
Ca	mmol/kg	86**	108	668	662	570	567	128	137
Mg	mmol/kg	25.5	24.8	93.0	90.5	67.0	66.8	83.9	82.3
S	mmol/kg	40.5**	11.0	115.4**	37.0	146.6**	20.2	162**	33.0
Na	mmol/kg	33.5**	21.8	32.6	27.9	15.20**	8.99	89**	143
Fe	ng/kg	60.0	64.9	2255**	1082	274	228	998**	510
Mn	ng/kg	2.00**	6.90	42	44.9	35	40	74	79.6
Cu	ng/kg	4.00**	2.20	7.00**	5.31	5.00	4.35	9.00**	7.47
Zn	mg/kg	16.8**	11.1	40.3	37.0	19.0	20.2	38.3	33.0
B	mg/kg	2.00	3.07	22.0	23.8	31.0	34.4	9.00	9.73

หมายเหตุ * หมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างจากค่า median อย่างน้อยสองสัปดาห์ (warning range)

** หมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างจากค่า median อย่างน้อยสำคัญ

5.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ครั้งที่ 2/2003

การทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ครั้งที่ 2/2003 ดำเนินการโดยห้องปฏิบัติการที่ 06 ทั้งตัวอย่างดินและพืช ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินพบว่า แตกต่างจากผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายนานาชาติอย่างมีนัยสำคัญ 7 ค่า (ร้อยละ 16) และอยู่ในข่ายน่าสงสัย 7 ค่า (ร้อยละ 16) การวิเคราะห์ดินของห้องปฏิบัติการนี้ถือได้ว่าเป็นความถูกต้องแม่นยำมี 4 รายการ คือ ค่าการนำไฟฟ้า อินทรีย์คาร์บอน แมกนีเซียม และ CEC (ตารางที่ 5-12 บน)

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ตัวอย่างพืชพบว่า แตกต่างจากผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายนานาชาติอย่างมีนัยสำคัญ 8 ค่า (ร้อยละ 20) และอยู่ในข่ายน่าสงสัย 4 ค่า (ร้อยละ 10) การวิเคราะห์พืชของห้องปฏิบัติการนี้ถือได้ว่าเป็นความถูกต้องแม่นยำ 5 รายการ คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และแมงกานีส (ตารางที่ 5-12 ล่าง)

ตารางที่ 5-12 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ครั้งที่ 2/2003 ตารางบน คือผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน ส่วนตารางล่าง คือผลการวิเคราะห์ตัวอย่างพืช Labnet หมายถึงผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลัก median หมายถึงค่า median ของผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่าย WEPAL หลังจากตัดค่าที่มีความเบี่ยงเบนสูง (outlier) ออกแล้ว

Soil Parameter	Unit	Sample							
		1		2		3		4	
		Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median
pH in H ₂ O		7.35	7.59	5.30*	5.67	4.40	4.71	7.20	7.41
pH in KCl		6.95	7.10	4.55*	4.70	4.10	4.20	6.85	7.02
EC 1:5	mS/m	28.45	28.6	5.21	6.05	6.19	7.21	17.71	17.2
Org.C	g/kg	15.56	13.8	18.16	15.9	15.96	13.9	36.24	35.1
Bray II P	mg-P/kg	321**	117	8.0	4.38	356.5**	170	247**	91.6
Olsen P	mg-P/kg	108*	88.5	5.0	3.32	157.5**	115	255.5**	174
NH ₄ OAc Na	cmol(+)/kg	0.35*	0.22	0.22**	0.04	0.14*	0.06	0.43**	0.25
NH ₄ OAc K	cmol(+)/kg	0.64*	0.59	0.26	0.26	0.16	0.16	0.47	0.45
NH ₄ OAc Ca	cmol(+)/kg	23.03	25.6	6.69*	5.41	0.28	0.3	22.61	25.3
NH ₄ OAc Mg	cmol(-)/kg	1.87	1.94	3.82	4.01	0.08	0.08	1.95	1.81
CFC	cmol(-)/kg	21.60	18.5	16.03	15.2	5.71	5.65	17.41	16.7

Plant Parameter	Unit	Sample							
		1		2		3		4	
		Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median
Kj-N	mmol/kg	17727.7	1736	1820.6	1910	806.8	836	999.5	1028
P	mmol/kg	126.24	139	66.51	75.8	40.68	48.5	57.15	65.8
K	mmol/kg	601.0	585	682.8	673	191.8	204	626.6	597
Ca	mmol/kg	688.6	695	586.3	572	45.4	46.6	296.9	287
Mg	mmol/kg	137.0	135	65.0	67.7	43.6	47.5	63.3	65.8
S	mmol/kg	124.1**	89.6	137.9**	92.6	35.2**	29.4	61.8**	39.0
Na	mmol/kg								
Fe	mg/kg	129*	155	176*	225	161*	193	179	207
Mn	mg/kg	212	213	38.7	40.2	108	123	18.7	20.2
Cu	mg/kg	1.4**	7.01	0.05**	4.31	5.7	6.58	5.1*	6.75
Zn	mg/kg	45.8**	58.5	12.5**	20.0	42.5	47.8	100.7	105
B	mg/kg								

หมายเหตุ * หมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างจากค่า median อย่างน่าสงสัย (warning range)

** หมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างจากค่า median อย่างมีนัยสำคัญ

5.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์งวดที่ 3/2003

การทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์งวดที่ 3/2003 ดำเนินการโดยห้องปฏิบัติการที่ 01 ผลการวิเคราะห์ดิน พบว่า ส่วนใหญ่ใกล้เคียงกับผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอื่นในเครือข่ายนานาชาติ ยกเว้นผลการวิเคราะห์ ฟอสฟอรัสตัวอย่างที่ 1 และ 2 การวิเคราะห์ดินของห้องปฏิบัติการนี้ถือได้ว่า มีความถูกต้องแม่นยำ มี 6 รายการ คือ pH ค่าการนำไฟฟ้า อินทรีย์คาร์บอน โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม (ตารางที่ 5-13 บน)

การทดสอบผลการวิเคราะห์ที่พบว่ามี ความแตกต่างจากห้องปฏิบัติการอื่นในเครือข่ายนานาชาติอย่างมีนัยสำคัญ 5 คน (ร้อยละ 14 ของจำนวนวิเคราะห์ทั้งหมด) (ตารางที่ 5-13 ล่าง) อย่างไรก็ตาม ในงวดที่ 3/2003 ไม่ได้ทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์โซเดียมและกำมะถัน ซึ่งเป็นธาตุที่มีปัญหาในงวดก่อนๆ การวิเคราะห์พืชของห้องปฏิบัติการนี้ถือได้ว่ามีความถูกต้องแม่นยำ 5 รายการ คือ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และแมงกานีส

ตารางที่ 5-13 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์งวดที่ 3/2003 ตารางบน คือผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน ส่วนตารางล่าง คือผลการวิเคราะห์ตัวอย่างพืช Labnet หมายถึงผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลัก median หมายถึงค่า median ของผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่าย WEPAL หลังจากตัดค่าที่มีความเบี่ยงเบนสูง (outlier) ออไปแล้ว

Soil Parameter	Unit	Sample							
		1		2		3		4	
		Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median
pH in H ₂ O		5.78	5.93	7.32	7.45	5.52	5.40	3.86	3.87
EC 1:5	mS/m	11.2	11.9	17.5	17.1	7.38	7.39	10.30	9.67
Org.C	g/kg	21.9	21.9	35.7	34.0	23.2	16.8	56.6	51.7
Bray II P	mg-P/kg	154.8**	42.7	247.8**	89.7	336	324	12.4	11.1
NH ₄ OAc Na	cmol(+)/kg								
NH ₄ OAc K	cmol(-)/kg	0.89	1.04	0.36	0.44	0.18	0.20	0.06	0.09
NH ₄ OAc Ca	cmol(+)/kg	22.4	21.9	25.5	26.0	2.25	2.51	0.19	0.16
NH ₄ OAc Mg	cmol(+)/kg	8.3	11.3	1.38	1.68	0.27	0.29	0.08	0.07
CEC	cmol(+)/kg								
Hot water B	ug/kg								

Plant Parameter	Unit	Sample							
		1		2		3		4	
		Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median
Kj-N	mmol/kg	1934	1907	2127**	1850	1113**	928	763	793
P	mmol/kg	70.7	75.3	120	141	39.7	45.2	57.8	64.7
K	mmol/kg	636	671	1230	1357	222	230	128	138
Ca	mmol/kg	626**	570	451**	404	59.6*	66.3	399	370
Mg	mmol/kg	65.4	67.1	141	150	56.8	55.8	51.4	43.4
S	mmol/kg								
Na	mmol/kg								
Fe	mg/kg	220	226	173	174	556	524	303	311
Mn	mg/kg	40.4	40.0	85.4	89.6	183	182	371	397
Cu	mg/kg	4.27	4.37	6.11**	4.38	10.6	11.2	7.55	8.06
Zn	mg/kg	22.3	19.9	58.9	54.5	67.5	61.7	63.7*	54.5
B	mg/kg								

หมายเหตุ * หมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างจากค่า median ออกนอกรังสี (warning range)

** หมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างจากค่า median ออกนอกรังสีสำคัญ

5.5 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์งวดที่ 4/2003

การทดสอบประสิทธิภาพงวดที่ 4/2003 ดำเนินการโดยห้องปฏิบัติการที่ 03 ทั้งตัวอย่างดินและพืช ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินพบว่า ผลการวิเคราะห์ pH ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม ต่างจากผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายนานาชาติอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ 4 ค่า จากจำนวนทดสอบทั้งหมด 32 ค่า (ร้อยละ 12.5) และมีผลการวิเคราะห์ที่อยู่ในข่ายน่าสงสัยอีก 2 ค่า (ตารางที่ 15.14.1a) การวิเคราะห์ดินของห้องปฏิบัติการนี้ถือได้ว่ามีความถูกต้องแม่นยำมี 6 รายการ คือ ค่าการนำไฟฟ้า ดินทรีย์คาร์บอน ซีลีเนียม โพแทสเซียม และแคลเซียม

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของการวิเคราะห์พืชของห้องปฏิบัติการที่ 03 พบว่า มีผลการวิเคราะห์แตกต่างจากผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายนานาชาติอย่างมีนัยสำคัญมากถึง 8 ค่า จากจำนวนที่วิเคราะห์ทั้งหมด 32 ค่า (ร้อยละ 26) และมีผลการวิเคราะห์ที่อยู่ในข่ายน่าสงสัยอีก 1 ค่า การวิเคราะห์พืชของห้องปฏิบัติการนี้ถือได้ว่ามีความถูกต้องแม่นยำมี 3 รายการ คือ แมกนีเซียม เหล็ก และทองแดง (ตารางที่ 15.14.1a-g)

ตารางที่ 5-14 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์งวดที่ 4/2003 ตารางบน คือผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน ส่วนตารางล่าง คือผลการวิเคราะห์ตัวอย่างพืช Labnet หมายถึงผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลัก median หมายถึงค่า median ของผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่าย: WIPAT, หลังจากตัดค่าที่มีความเบี่ยงเบนสูง (outlier) ออกแล้ว

Soil Parameter	Unit	Sample							
		1		2		3		4	
		Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median
pH in H ₂ O		7.24	7.72	5.36**	6.03	7.02**	7.5	4.00*	4.71
EC 1:5	mS/m	25.2	27.1	12.1	12.9	16.6	17.3	5.54	7.33
Org.C	g/kg	19.6	19.2	14.2	13.3	34.8	34.5	15.3	14.5
Bray II P	mg-P/kg	33.5	9.9	27.2**	10	105.4	78.8	31.5	191
NH ₄ OAc Na	cmol(+)/kg	0.23	0.18	0.14	0.1	0.31	0.27	0.09	0.07
NH ₄ OAc K	cmol(+)/kg	0.88	0.8	0.22	0.21	0.54	0.45	0.14	0.15
NH ₄ OAc Ca	cmol(+)/kg	41.9	37.9	7.89	8.03	30.7	26.6	0.22	0.27
NH ₄ OAc Mg	cmol(+)/kg	1.21*	1.89	0.40**	0.67	1.08	1.67	0.05	0.08

Plant Parameter	Unit	Sample							
		1		2		3		4	
		Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median
Kj-N	mmol/kg								
P	mmol/kg	26.6	29.2	63.7	65.4	108	187	70.7*	76.0
K	mmol/kg	100	116	403**	598	380**	557	439**	668
Ca	mmol/kg	404	406	332**	289	108.9**	55.3	603	574
Mg	mmol/kg	49	48.5	70.2	66	77.3	76.3	68.8	67.9
Fe	mg/kg	459	447	237	205	2822	2998	224	228
Mn	mg/kg	589	615	23.5	20.3	51.6**	39.4	41.0	40.1
Cu	mg/kg	9.42	8.74	7.34	6.71	10.6	10.2	4.69	4.26
Zn	mg/kg	91.4	88.1	108	107	39.0**	58.0	15.2**	20.0
B	mg/kg								

หมายเหตุ * หมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างจากค่า median อย่างมีนัยสำคัญ (warning range)

** หมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างจากค่า median อย่างมีนัยสำคัญ

5.6 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์งวดที่ 1/2004

การทดสอบประสิทธิภาพงวดที่ 1/2004 ดำเนินการโดยห้องปฏิบัติการที่ 02 สำหรับตัวอย่างดิน และห้องปฏิบัติการที่ 04 สำหรับตัวอย่างพืช ผลการทดสอบประสิทธิภาพของการวิเคราะห์ดินพบว่า ผลการวิเคราะห์ ค่าการนำไฟฟ้า ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ต่างจากผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายนานาชาติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 5-15 บน) โดยมีผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ 10 ค่า จากจำนวนการวิเคราะห์ทั้งหมด 32 ค่า (ร้อยละ 31) ผลการวิเคราะห์ pH อินทรีย์คาร์บอน แคลเซียม แมกนีเซียม และ CEC ของห้องปฏิบัติการนี้ถือว่า มีความถูกต้องแม่นยำในระดับที่น่าเชื่อถือ

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของการวิเคราะห์พืชของห้องปฏิบัติการที่ 04 พบว่า มีผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างจากผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายนานาชาติอย่างมีนัยสำคัญมากถึง 26 ค่า จากจำนวนการวิเคราะห์ทั้งหมด 40 ค่า (ร้อยละ 65) และมีผลการวิเคราะห์ที่อยู่ในช่วงน่าสงสัยอีก 3 ค่า (ร้อยละ 7.5) ไม่มีรายการวิเคราะห์ใดที่สามารถสรุปได้ว่า ห้องปฏิบัติการนี้สามารถวิเคราะห์ได้ถูกต้องแม่นยำเลย (ตารางที่ 5-15 ล่าง)

ตารางที่ 5-15 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์งวดที่ 1/2004 ตารางบน คือผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน ส่วนตารางล่าง คือผลการวิเคราะห์ตัวอย่างพืช Labnet หมายถึงผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลัก median หมายถึงค่า median ของผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่าย WEPAT. หลังจากตัดค่าที่มีความเบี่ยงเบนสูง (outliner) ออกแล้ว

Soil Parameter	Unit	Sample							
		1		2		3		4	
		Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median
pH in H ₂ O		7.60	7.70	7.25	7.39	7.35	7.50	7.50	7.61
EC 1:5	mS/m	28.8**	18.3	32.0	24.7	28.0**	17.4	46.8	38.0
Org.C	g/kg	19.0	18.0	38.7	45.0	33.3	36.0	31.0	31.0
Bray II P	mg-P/kg	72.00**	5.35	168.5	78.7	157.0	72.1	148.0**	14.8
NH ₄ OAc K	cmol(+)/kg	0.90**	0.44	0.99**	0.49	0.99**	0.47	0.77**	0.28
NH ₄ OAc Ca	cmol(-)/kg	23.8	27.8	24.7	27.4	22.0	24.7	24.4	26.9
NH ₄ OAc Mg	cmol(+)/kg	1.01	1.30	1.96	2.58	1.44	1.72	0.97	1.03
CFC	cmol(+)/kg	19.7	15.8	27.3	25.0	21.40	18.5	18.9	18.7
Hot water B	ug/kg								

Plant Parameter	Unit	Sample							
		1		2		3		4	
		Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median
Kj-N	mmol/kg	1794**	2089	807**	940	1649**	1929	1533**	1767
P	mmol/kg	112	124	83.6**	97.1	63.6**	75.1	172*	194
K	mmol/kg	843**	664	811**	618	869**	670	1310**	1092
Ca	mmol/kg	133	137	55.9**	41.5	577	571	2312	2089
Mg	mmol/kg	84.9	82.0	58.2**	39.3	83.7**	67.0	514	490
S	mmol/kg	145**	103	79.8**	40.2	135.5**	92.4	296*	252
Fe	mg/kg	458	505	94.0*	65.6	193	222	319	372
Mn	mg/kg	66.0**	79.6	4.00**	5.75	37.5	40.0	197	215
Cu	mg/kg	12.00**	7.49	7.50**	4.00	6.00**	4.28	13.0**	10.0
Zn	mg/kg	43.0**	33.1	37.0**	15.8	43.0**	19.9	95.0**	80.1
B	mg/kg								

หมายเหตุ * หมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างจากค่า median อย่างน่าสงสัย (warning range)

** หมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างจากค่า median อย่างมีนัยสำคัญ

5.7 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์งวดที่ 2/2004

การทดสอบประสิทธิภาพงวดที่ 2/2004 ดำเนินการโดยห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลัก 2 ห้องปฏิบัติการ โดยแต่ละห้องปฏิบัติการได้ทำการทดสอบตัวอย่างดิน 2 ตัวอย่าง และตัวอย่างพืช 2 ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินของห้องปฏิบัติการที่ 05 (ตัวอย่างที่ 1 และ 2) ผลการวิเคราะห์แตกต่างจากผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายนานาชาติอย่างน้อยสำคัญ 6 ค่า จากจำนวนวิเคราะห์ทั้งหมด 16 ค่า (ร้อยละ 37.5) การวิเคราะห์ดินของห้องปฏิบัติการนี้ถือว่ามีความถูกต้องแม่นยำ 4 รายการ คือ ค่าคาร์บอนไฟฟฟ้า อินทรีย์คาร์บอน โพแทสเซียม และแคลเซียม (ตารางที่ 5-16 บน)

ตารางที่ 5-16 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์งวดที่ 2/2004 ตารางบน คือผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน ส่วนตารางล่าง คือผลการวิเคราะห์ตัวอย่างพืช Labnet หมายถึงผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลัก median หมายถึงค่า median ของผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่าย WEPAL หลังจากรตัดค่าที่มีความเบี่ยงเบนสูง (outlier) ออกแล้ว

Soil Parameter	Unit	Sample							
		1		2		3		4	
		Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median
pH in H ₂ O		6.40**	6.98	6.90**	7.39	4.50	5.06	7.41	7.62
EC 1:5	mS/m	34.4	35.3	29.9	25.0	31.9	28.8	29.8	28.5
Org.C	g/kg	29.0	25.6	50.6	41.7	9.55	8.90	21.5	18.3
Bray II P	mg-P/kg	480**	148	148.0	80.2	24.0	14.3	41.46**	4.50
Olsen P	mg-P/kg					17.8*	9.3	50.3	45.6
NH ₄ OAc Na	cmol(-)/kg	0.64**	0.12	1.02**	0.27	0.32**	0.13	0.30	0.19
NH ₄ OAc K	cmol(+)/kg	0.15	0.13	0.43	0.49	0.30	0.35	0.80	0.83
NH ₄ OAc Ca	cmol(+)/kg	9.8	11.0	39.3	32.0	1.21	1.10	40.0	36.6
NH ₄ OAc Mg	cmol(+)/kg	0.74**	1.11	2.48	2.50	0.32	0.36	1.84	1.94
CEC	cmol(+)/kg					3.40	3.75	21.5	20.7
Hot water B	ug/kg								

Plant Parameter	Unit	Sample							
		1		2		3		4	
		Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median
Kj-N	mmol/kg	2120	2082	844	845	1020	1057	970	979
P	mmol/kg	121	124	71.3	73.0	213	223	132	126
K	mmol/kg	632	666	454	496	508**	1171	130**	153
Ca	mmol/kg	132	137	20.5	21.8	507	495	19.4*	24.5
Mg	mmol/kg	81.4	82.4	36.2	36.4	126**	146	42.0**	51.0
S	mmol/kg	113	103	46.5	42.5	102.9**	83.9	28.1**	42.5
Na	mmol/kg								
Fe	mg/kg	471	509	209	216	863**	1329	50.3**	87.5
Mn	mg/kg	84.2	79.7	4.33**	7.80	104**	142.0	7.00**	9.64
Cu	mg/kg	7.33	7.50	3.83	3.81	6.00	5.88	5.50	5.04
Zn	mg/kg	34.2	33.3	14.3	15.6	71.0	78.8	23.3**	26.8
B	mg/kg								

หมายเหตุ * หมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างจากค่า median อย่างน่าสงสัย (warning range)

** หมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างจากค่า median อย่างมีนัยสำคัญ

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ตัวอย่างดินของห้องปฏิบัติการที่ 06 (ตัวอย่างที่ 3 และ 4) พบว่า ผลการวิเคราะห์แตกต่างจากการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายนานาชาติอย่างน้อยมีนัยสำคัญ 2 ค่า จากจำนวนที่วิเคราะห์ทั้งหมด 20 ค่า (ร้อยละ 10) และมีผลการวิเคราะห์อยู่ในข่ายน่าสงสัยอีก 1 ค่า การวิเคราะห์ดินของห้องปฏิบัติการนี้ถือได้ว่ามีความถูกต้องแม่นยำมี 7 รายการ คือ pH ค่าการนำไฟฟ้า อินทรีย์คาร์บอน โพลเฮลเซียม แคตซียม แมกนีเซียมและ CEC (ตารางที่ 5-16 1พ)

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ตัวอย่างพืชของห้องปฏิบัติการที่ 05 (ตัวอย่างที่ 1 และ 2) พบว่า ผลการวิเคราะห์แตกต่างจากการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายนานาชาติอย่างน้อยมีนัยสำคัญเพียง 1 ค่า จากจำนวนที่วิเคราะห์ทั้งหมด 20 ค่า (ร้อยละ 5) ในขณะที่ผลการทดสอบของห้องปฏิบัติการที่ 06 (ตัวอย่างที่ 3 และ 4) มีผลการวิเคราะห์แตกต่างจากการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายนานาชาติอย่างน้อยมีนัยสำคัญมากถึง 11 ค่า จากจำนวนที่วิเคราะห์ทั้งหมด 20 ค่า (ร้อยละ 55) และมีผลการวิเคราะห์อยู่ในข่ายน่าสงสัยอีก 1 ค่า การวิเคราะห์พืชของห้องปฏิบัติการนี้ถือได้ว่ามีความถูกต้องแม่นยำมี 3 รายการ คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และทองแดง

5.5 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์งวดที่ 3/2004

การทดสอบประสิทธิภาพงวดที่ 3/2004 ดำเนินการโดยห้องปฏิบัติการในเครือข่ายอีก 2 ห้องปฏิบัติการ ได้แก่ แต่ละห้องปฏิบัติการได้ทำการทดสอบตัวอย่างดิน 2 ตัวอย่าง และตัวอย่างพืช 2 ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินพบว่า ห้องปฏิบัติการที่ 04 ซึ่งรับผิดชอบวิเคราะห์ตัวอย่างที่ 1 และ 2 มีผลการวิเคราะห์ pH ฟอสฟอรัส และโซเดียมต่างไปจากการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายนานาชาติอย่างน้อยมีนัยสำคัญ โดยเมื่จำนวนผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างอย่างน้อยมีนัยสำคัญมากถึง 7 ค่า จากจำนวนที่ทดสอบทั้งหมด 16 ค่า (ร้อยละ 44 ของจำนวนผลการวิเคราะห์ทั้งหมด) ในขณะที่ห้องปฏิบัติการที่ 01 ซึ่งรับผิดชอบวิเคราะห์ตัวอย่างที่ 3 และ 4 มีปัญหาเฉพาะผลการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสและโพลเฮลเซียม ที่อยู่ในข่ายน่าสงสัย (warning range) เพียง 3 ค่า จากจำนวนที่ทดสอบทั้งหมด 14 ค่า (ร้อยละ 21) (ตารางที่ 5-17 1พ)

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างพืชพบว่า ห้องปฏิบัติการที่ 04 ซึ่งรับผิดชอบวิเคราะห์ตัวอย่างที่ 1 และ 2 มีผลการวิเคราะห์ที่ต่างไปจากการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายนานาชาติอย่างน้อยมีนัยสำคัญมากถึง 8 ค่า จากจำนวนที่ทดสอบทั้งหมด 20 ค่า (ร้อยละ 40 ของจำนวนผลการวิเคราะห์ทั้งหมด) และอยู่ในข่ายน่าสงสัยอีก 2 ค่า (ร้อยละ 10 ของจำนวนผลการวิเคราะห์ทั้งหมด) ในขณะที่ห้องปฏิบัติการที่ 01 ซึ่งรับผิดชอบวิเคราะห์ตัวอย่างที่ 3 และ 4 มีผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างอย่างน้อยมีนัยสำคัญเฉพาะโพลเฮลเซียม ตัวอย่างที่ 3 เพียงตัวอย่างเดียว และอยู่ในข่ายน่าสงสัย 4 ค่า จากจำนวนที่ทดสอบทั้งหมด 18 ค่า (ร้อยละ 22) (ตารางที่ 5-17 2พ)

ตารางที่ 5-17 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์งวดที่ 3/2004 ตารางบน คือผลสารวิเคราะห์ตัวอย่างดิน ส่วนตารางล่าง คือผลการวิเคราะห์ตัวอย่างพืช Labnet หมายถึงผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่าย รหัส median หมายถึงค่า median ของผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่าย WEPAI หลังจากตัดค่าที่มีความเบี่ยงเบนสูง (outlier) ออกจากแล้ว

Soil Parameter	Unit	Sample							
		1		2		3		4	
		Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median
pH in H ₂ O		6.77**	7.59	6.80**	7.50	5.15	5.32	7.13	7.33
EC 1:5	mS/m	29.2	28.5	26.7	29.1	6.58	7.25	21.5	24.2
Org.C	g/kg	16.6	13.9	30.5	29.5	16.3	16.4	45.1	42.8
Bray II P	mg-P/kg	338**	107	142**	30.9	395*	228	140*	59.5
NH ₄ OAc Na	cmol(+)/kg	1.23**	0.24	1.69**	0.20				
NH ₄ OAc K	cmol(+)/kg	0.65	0.61	0.46**	0.40	0.18	0.21	0.43*	0.50
NH ₄ OAc Ca	cmol(+)/kg	29.2	26.2	40.9	30.5	2.25	2.50	29.9	32.6
NH ₄ OAc Mg	cmol(+)/kg	1.91	1.92	1.71	1.69	0.31	0.32	2.56	2.69
CLC	cmol(+)/kg								
Hot water B	ug/kg								

Plant Parameter	Unit	Sample							
		1		2		3		4	
		Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median
Kj-N	mmol/kg	842	883	1856**	2076	2049	2021	1949	1900
P	mmol/kg	90.4**	75.9	113*	124	74.3*	80.6	38.7*	52.0
K	mmol/kg	135	148	577**	661	327**	441	253	266
Ca	mmol/kg	187**	241	145	137	329	334	150	156
Mg	mmol/kg	65.8	65.1	78.2	82.3	94.6	99.0	98.7*	112
S	mmol/kg								
Na	mmol/kg	18.7**	15.1	75.9**	143				
Fe	mg/kg	1937	1666	607*	510	243	237	104.2	47.9
Mn	mg/kg	39.7	45.0	72.4	79.1	63.9	69.6	296	315
Cu	mg/kg	5.75	6.21	7.99	7.50	5.84*	5.07	5.70	5.92
Zn	mg/kg	14.5**	30.0	26.5**	33.0	62.2	65.9	17.4	18.6
B	mg/kg								

หมายเหตุ * หมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างจากค่า median อย่างน้อยสองครั้ง (warning range)

** หมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างจากค่า median อย่างน้อยสี่ครั้ง

5.9 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์งวดที่ 4/2004

การทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ดินงวดที่ 4/2004 ดำเนินการโดยห้องปฏิบัติการที่ 03 ห้องปฏิบัติการที่เคยทดสอบประสิทธิภาพแล้วครั้งหนึ่งในงวดที่ 4/2003 ผลการทดสอบประสิทธิภาพครั้งนี้พบว่า ห้องปฏิบัติการนี้ขาดความแม่นยำในการทดสอบ pH ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม สำหรับการทดสอบงวดที่ 4/2004 พบว่าห้องปฏิบัติการนี้มีผลการวิเคราะห์แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากค่า median เพียงค่าเดียว คือผลการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสเท่านั้น (ตารางที่ 5-9) แสดงให้เห็นถึงการปรับปรุงประสิทธิภาพการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการนี้ไปในทางที่ดีขึ้น

การทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์พืชงวดที่ 4/2004 ดำเนินการโดยห้องปฏิบัติการที่ 05 ห้องปฏิบัติการที่เคยทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์กับเครือข่ายนานาชาติ WEPAI มาแล้ว 2 ครั้ง คืองวดที่ 1/2003 และ 2/2004 ผลการทดสอบครั้งนี้พบว่า ห้องปฏิบัติการนี้มีผลการวิเคราะห์แตกต่างจากค่า median อย่างมีนัยสำคัญ 11 ค่า จากจำนวนผลการวิเคราะห์ทั้งหมด 48 ค่า (ร้อยละ 22.9) และมีผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างจากค่า median อย่างน้อยสองครั้ง

อีก 2 ค่า ในภาพรวมห้องปฏิบัติการนี้ยังคงมีปัญหา การวิเคราะห์ที่กะเมถัน โซเดียม และจุลธาตุ ซึ่งจำเป็นต้องหาสาเหตุ และปรับปรุงแก้ไข

ตารางที่ 5-18 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์งวดที่ 4/2004 ตารางบน คือผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน ส่วนตารางล่าง คือผลการวิเคราะห์ตัวอย่างพืช Labnet หมายถึงผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือช่าย หลัก median หมายถึงค่า median ของผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือช่าย WEPAL 7 ครั้ง จากจุดค่าที่มีความเบี่ยงเบนสูง (outlier) ยกแล้ว

Soil Parameter	Unit	Sample							
		1		2		3		4	
		Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median
pH in H ₂ O		4.28	4.70	6.77	6.90	3.66	3.95	7.17	7.29
EC 1:5	mS/m	6.10	6.63	32.8	35.7	25.5	25.8	23.8	24.0
Org.C	g/kg	15.6	14.0	29.4	25.0	17.0	17.0	42.0	45.2
Bray II P	mg-P/kg	308	194	456**	164	1.81	1.44	136.2	91.3
NH ₄ OAc Na	cmol(+)/kg	0.10	0.07	0.15	0.11	0.08	0.06	0.34	0.28
NH ₄ OAc K	cmol(+)/kg	0.17	0.16	0.16	0.13	0.10	0.09	0.53	0.49
NH ₄ OAc Ca	cmol(+)/kg	0.30	0.28	10.2	10.4	0.32	0.32	39.4	32.8
NH ₄ OAc Mg	cmol(+)/kg	0.08	0.09	1.10	1.10	0.11	0.12	2.60	2.64
CEC	cmol(+)/kg								
Hot water B	ug/kg								

Plant Parameter	Unit	Sample							
		1		2		3		4	
		Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median	Labnet	median
Kj-N	mmol/kg	2063	2115	1999	2088	1149	1071	1313	1254
P	mmol/kg	101	106	119	124	220	225	63.3	66.6
K	mmol/kg	847	902	664	664	1084	1160	885	933
Ca	mmol/kg	347	367	135	137	490	487	729	726
Mg	mmol/kg	74.0	78.2	79.0	82.3	142	145	194	204
S	mmol/kg	109	130	99	104	131.0**	84.5	166**	198
Na	mmol/kg	20.9**	11.6	115**	145	32.6**	48.5	16.53**	3.13
Fe	mg/kg	528	555	438**	512	1268	1320	170	166
Mn	mg/kg	25.0	27.6	76.0	79.0	140	140	28.5	31.0
Cu	mg/kg	9.5	10.6	6.00**	7.48	6.00	5.88	8.50	9.83
Zn	mg/kg	54.5	59.2	27.5**	33.0	85.5*	77.4	100.0	95.3
B	mg/kg	34.0*	41.0	6.00**	9.68	57.0**	75.3	38.0	43.0

หมายเหตุ * หมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างจากค่า median อย่างน่าสงสัย (warning range)

** หมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างจากค่า median อย่างมีนัยสำคัญ

6. สรุป

การดำเนินงานด้านการรักษาคูณภาพเบื้องต้นกับห้องปฏิบัติการเครื่องมือช่วยหลัก ทำให้ค้นพบประเด็นปัญหาต่างๆ ของการวิเคราะห์และการบริหารห้องปฏิบัติการ แผนภูมิควบคุมคุณภาพเป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพในการบังคับการแปรปรวนของการวิเคราะห์และรายการของห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งได้เป็นอย่างดี การร่วมทดสอบ (collaborative test) ระหว่างห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลัก เป็นเครื่องมือที่ใช้ระบุความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับห้องปฏิบัติการใดห้องปฏิบัติการหนึ่งเป็นอย่างดี ถึงแม้ห้องปฏิบัติการนั้นจะมีผลการวิเคราะห์ที่มีความแปรปรวนต่ำ แต่หากผลการวิเคราะห์ต่างไปจากห้องปฏิบัติการอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ย่อมชี้ให้เห็นว่า กระบวนการวิเคราะห์ที่มีจุดบกพร่อง ซึ่งห้องปฏิบัติการต่างๆ ได้ดำเนินการค้นหาและแก้ไขได้แล้วบางส่วน เช่น ห้องปฏิบัติการแห่งหนึ่งพบว่า ความแตกต่างเกิดจากการเตรียมสารละลายมาตรฐานผิดพลาด เมื่อปรับปรุงกระบวนการเตรียมสารละลายมาตรฐานใหม่ ผลการวิเคราะห์ก็ใกล้เคียงกับห้องปฏิบัติการอื่นๆ เป็นต้น การทดสอบประสิทธิภาพกับเครือข่ายนานาชาติ (performance test) ช่วยให้ทราบว่าห้องปฏิบัติการนั้นๆ สามารถให้บริการวิเคราะห์ได้ถูกต้องแม่นยำในรายการใด

รายการวิเคราะห์ที่พบว่ามีความแปรปรวนต่ำ คือ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) การนำไฟฟ้า และอินทรีย์วัตถุ การวิเคราะห์ธาตุที่เป็นโลหะ ซึ่งต้องใช้เครื่อง atomic absorption spectrophotometer (AAS) พบว่า มีความแปรปรวนสูง ถึงแม้จะจัดทำค่ารับรองได้แต่มีความเชื่อมั่นต่ำ ส่วนการวิเคราะห์ค่าเมทัลพบว่ามีค่าแปรปรวนสูงมาก และมีความแตกต่างระหว่างห้องปฏิบัติการมากจนไม่สามารถจัดทำค่ารับรองได้ ความแปรปรวนน่าจะเกิดจากธรรมชาติของวิธีที่ใช้วิเคราะห์

7. เอกสารอ้างอิง

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. เยี่ยมชมเมื่อ 28 ตุลาคม 2547.

Fallavier, G., Llimous, H., Breysse, M. and Cazeville, P. 1996. Quality assurance and control in a plant analysis laboratory. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 27:441-450.

Hanlon, E.A. 1996. Laboratory quality : A method for change. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 27:307-326.

Houba, V.J.G., Novozamsky, I. And van der Lee, J.J. 1994. Standardization and validation of methods of soil and plant analysis as condition for accreditation. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 25:827-841.

Houba, V.J.G., Uittenbogaard, J. and Pelien, P. 1996. Wageningen evaluating programmes for analytical laboratories (WEPAL), organization and purpose. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 27:421-431.

ISO. Visited 28 October 2004. International Standard ISO/IEC 17025. <http://www.iso.org>.

Jones, J.B. and White, W.C. 1994. An accreditation program for soil and plant analysis laboratories. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 25:843-857.

- Miller, R.O., Kotchy-Amacher, J. and Dellavalle, N.B. 1996. A proficiency testing program for the agricultural laboratory industry results of the 1994 program. *Commun. Soil Sci. Plant Anal* 27:451-461.
- Nelson, D.W. and Sommers, L.E. 1996. Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter, *In: Soil Testing and Plant Analysis Part 3*, Sparks, D.L. eds. Soil Science Society of America, and American Society of Agronomy. p.961-1010
- Schnug, E. 1996. Quality of soil and plant analyses in relation to sustainable agriculture. *Commun. Soil Sci. Plant Anal* 27:277-288.
- Tiessen, H. and Moir, J.O. 1993. Total and Organic Carbon. *In: Soil Sampling and Methods of Analysis*, Carter, M.R. ed. Lewis Publishers, Boca Raton. p. 187-199.
- Wolf, A.M., Jones, J.B. and Hood, T. 1996. Proficiency testing for improving analytical performance in soil testing laboratories : A summary of results from the Council's Soil and Plant Analysis Proficiency Testing Programs. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 27:1611-1622.
- van Reeuwijk L.P. 1998. Guidelines for Quality Management in Soil and Plant Laboratories : FAO Soils Bulletin No. 74. FAO Rome.



การทดสอบเครื่อง atomic absorption spectrophotometer ระหว่างห้องปฏิบัติการ

- คำนำ
- วัตถุประสงค์
- ผลการทดสอบและวิจารณ์ผลครั้งที่ 1
- ผลการทดสอบและวิจารณ์ผลครั้งที่ 2
- ปัญหาในการใช้เครื่อง
- ความแตกต่างระหว่างยี่ห้อ
- สรุป
- เอกสารอ้างอิง

1. คำนำ

atomic absorption spectrophotometer (AAS) เป็นเครื่องมือในห้องปฏิบัติการโมเลกุลหรือย้ายหลักทุกห้องปฏิบัติการมีใช้ เพื่อวิเคราะห์ธาตุอาหารรองและจุลธาตุที่เป็นโลหะ ทั้งนี้เพราะ AAS มีราคาไม่สูงเกินไปนักสำหรับงบประมาณของหน่วยงานราชการไทย สามารถวิเคราะห์ได้รวดเร็ว สามารถวิเคราะห์ได้หลายธาตุ และมีค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ต่ำ ถึงแม้ AAS ไม่สามารถวิเคราะห์ธาตุหลายธาตุได้พร้อมกัน แต่ก็ไม่ใช่อุปกรณ์ของห้องปฏิบัติการต่างๆ ทั้งนี้เพราะห้องปฏิบัติการมักวิเคราะห์ตัวอย่างจำนวนเล็กน้อยในแต่ละครั้ง AAS มีช่วงความเข้มข้นของธาตุต่างๆ ที่วิเคราะห์ได้ (working range) ค่อนข้างแคบ ทำให้การวิเคราะห์แต่ละครั้งมักมีตัวอย่างจำนวนหนึ่งต้องนำมาปรับความเข้มข้นใหม่ ทำให้เสียเวลาและเป็นอุปสรรคต่อการใช้เครื่องส่งตัวอย่างอัตโนมัติ (auto-sampler) ห้องปฏิบัติการที่มีงบประมาณเพียงพอจึงหันไปใช้เครื่อง inductively coupled plasma atomic emission spectrophotometer (ICP-AES) แทน ซึ่งช่วยให้เครื่องส่งตัวอย่างอัตโนมัติทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพมากกว่า ลดค่าใช้จ่ายด้านแรงงานของผู้วิเคราะห์ห้อง และวิเคราะห์ตัวอย่างจำนวนมากได้เร็วขึ้น

AAS จากผู้ผลิตทุกรายมีหลักการทำงานและส่วนประกอบพื้นฐานเหมือนกัน แต่ผู้ผลิตแต่ละรายออกแบบให้อุปกรณ์มีรายละเอียดแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับเหตุผลและวัตถุประสงค์ของผู้ผลิตแต่ละราย เช่น ต้องการลดต้นทุน เพื่อให้เครื่องมีราคาถูกลง ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานบางอย่าง หรือเพื่อความปลอดภัย เป็นต้น ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง AAS แตกต่างกันไปในแต่ละรุ่นแต่ละยี่ห้อ นอกจากนี้ในขณะที่ใช้งาน ผู้ผลิตยังออกแบบเครื่องให้ผู้วิเคราะห์สามารถปรับแต่งเงื่อนไขต่างๆ ให้เหมาะสมกับธาตุที่ต้องการวัด และลักษณะของตัวอย่างที่วัด ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง AAS แตกต่างกันไปในแต่ละห้องปฏิบัติการ ความแตกต่างเหล่านั้น ได้แก่

- **ทางเดินของลำแสง** เครื่อง AAS มีทางเดินของลำแสง 2 ประเภท คือ ลำแสงเดี่ยว (single beam) และ ลำแสงคู่ (double beam) เครื่องประเภทลำแสงเดี่ยวมีอุปกรณ์น้อยกว่า และการประมวลผลสัญญาณง่ายกว่า ทำให้มีราคาต่ำกว่า แต่เกิด base-line shift ได้ง่ายกว่า โดยเฉพาะในกรณีที่มีแหล่งกำเนิดไฟฟ้ามีแรงดันไม่คงที่ และต้องใช้เวลาอุ่นเครื่องนานกว่า (Pecsok et al., 1976; Ewing, 1985; Skoog and Leary, 1992)
- **ความเข้มและขนาดของลำแสง** เครื่อง AAS จำเป็นต้องใช้แสงจากหลอดกำเนิดแสงประเภท hollow cathode lamp (HCL) ผู้ผลิตบางรายออกแบบหลอด HCL ให้มีความเข้มสูงและขนาดลำแสงใหญ่ ซึ่งจะช่วยให้การวิเคราะห์หิมเสถียรมากขึ้น เนื่องจากไม่ต้องใช้กำลังขยายสัญญาณสูง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของเปลวไฟและตำแหน่งความเข้มข้นของไดอะแกรม ไม่มีผลต่อการวัดมากนัก ประสิทธิภาพการวิเคราะห์ของเครื่อง AAS ที่ติดตั้งหลอด HCL ชนิดนี้จึงดีกว่าด้วย อย่างไรก็ตามหลอด HCL ประเภทนี้มีราคาแพง ทำให้ไม่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน
- **ใบพัดผสมละอองสารละลาย (flow spoiler)** การติดตั้งใบพัดผสมละอองสารละลายภายใน mixing chamber ช่วยให้ละอองของสารละลายตัวอย่างเข้าสู่เปลวไฟอย่างสม่ำเสมอ สัญญาณจากภาควัดจึงมีเสถียรมากขึ้น ในขณะที่เดียวกันก็ทำให้สัดส่วนของตัวอย่างที่เข้าสู่เปลวไฟต่ำลง ความไวในการวิเคราะห์จึงด้อยลงไปด้วย (Pecsok et al., 1976; Ewing, 1985; Skoog and Leary, 1992) ผู้ผลิตทำให้ผู้ใช้เป็นผู้เลือกขณะใช้งานว่าจะติดตั้งหรือไม่ติดตั้ง ดังนั้น การเลือกที่แตกต่างกันทำให้ผลการวัดของแต่ละห้องปฏิบัติการแตกต่างกันออกไป
- **อัตราการดูดสารละลายเข้าสู่เปลวไฟ** อัตราการดูดสารละลายที่ต่ำเกินไปย่อมทำให้ความไวในการวิเคราะห์ต่ำลงไปด้วย แต่อัตราที่สูงเกินไปก็ทำให้สัญญาณจากภาควัดมีความแปรปรวนสูง และประสิทธิภาพการเกิดไดอะแกรมต่ำลง (Pecsok et al., 1976; Ewing, 1985; Skoog and Leary, 1992) ผู้ผลิตมักออกแบบเครื่องให้ผู้ใช้สามารถปรับแต่งได้ขณะใช้งาน โดยผู้ผลิตเป็นผู้กำหนดอัตราสูงสุด การปรับแต่งที่แตกต่างกันทำให้ผลการวัดของแต่ละห้องปฏิบัติการแตกต่างกันออกไป
- **อุณหภูมิของเปลวไฟ** อุณหภูมิสูงสุดที่เป็นไปได้ของเปลวไฟถูกกำหนดโดยชนิดของแก๊สที่ใช้ อย่างไรก็ตามอุณหภูมิยังเปลี่ยนแปลงตามอัตราส่วนของแก๊สที่ใช้อีกด้วย วัสดุแต่ละวัสดุต้องการชนิดและสัดส่วนของแก๊สที่เหมาะสมต่างกัน (Pecsok et al., 1976; Ewing, 1985; Skoog and Leary, 1992) การปรับอัตราส่วนของแก๊สที่แตกต่างกันทำให้ผลการวัดของแต่ละห้องปฏิบัติการแตกต่างกันออกไป
- **สารละลายมาตรฐาน** สารละลายมาตรฐานเป็นสิ่งที่ผู้วิเคราะห์ต้องจัดเตรียมขึ้นเองก่อนการวิเคราะห์ตัวอย่าง ทำให้แต่ละห้องปฏิบัติการแต่ละแห่ง หรือแม้แต่การวัดแต่ละครั้งของห้องปฏิบัติการเดียวกัน ใช้สารละลายมาตรฐานที่แตกต่างกัน ความแตกต่างเหล่านี้ ได้แก่ ความเข้มข้น ความแม่นยำ ความหนืด และสิ่งปนเปื้อน เป็นต้น ส่งผลให้ผลการวิเคราะห์แตกต่างกัน
- **วิธีประมวลผลสัญญาณและสร้างกราฟมาตรฐาน** ในปัจจุบันเครื่อง AAS ส่วนใหญ่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยประมวลผลติดตั้งมาพร้อมด้วย ผู้ผลิตแต่ละรายอาจมีเทคนิคและวิธีการประมวลผลสัญญาณ

และสร้างกราฟมาตรฐานแตกต่างกัน โดยอาจแจ้งและไม่แจ้งวิธีการหรือเทคนิคเหล่านั้นให้ผู้จัดทำ ความแตกต่างเหล่านี้ทำให้ผลการวัดของแต่ละห้องปฏิบัติการแตกต่างกันออกไป

ตารางที่ 6-1 ผลการวิเคราะห์เมงกานีสและสังกะสีในดินตัวอย่างข้างเคียงเดียวกันจำนวน 19 ครั้ง ของห้องปฏิบัติการต่างๆ ในเครือข่ายหลัก (หน่วย mg/kg)

No	Lab 1		Lab 2		Lab 3	
	Mn	Zn	Mn	Zn	Mn	Zn
1	7.44	0.01	18.49	1.26	8.02	0.56
2	7.53	0.02	19.00	1.35	8.64	0.41
3	5.45	0.07	18.38	1.09	8.20	0.23
4	5.44	0.04	19.63	1.69	7.95	0.40
5	7.22	0.08	18.43	1.46	8.27	0.23
6	7.22	0.09	19.55	1.82	8.17	0.24
7	6.66	0.14	19.18	1.18	8.30	0.22
8	6.62	0.10	19.53	1.98	7.93	0.70
9	6.00	0.07	19.67	1.33	7.70	0.39
10	5.70	0.08	19.06	1.09	7.85	0.69
11	5.96	0.06	19.62	1.06	8.08	0.23
12	5.96	0.10	19.07	1.51	8.32	0.28
13	6.24	0.11	19.12	0.95	8.23	0.31
14	6.00	0.06	18.26	1.23	8.23	0.31
15	5.92	0.09	18.76	1.04	7.82	0.22
16	5.96	0.09	18.27	1.01	7.99	0.34
17	7.00	0.08	18.20	1.18	8.16	0.49
18	7.12	0.16	16.85	1.92	7.72	0.51
19	6.06	0.04	17.88	1.14	7.83	0.23
mean	6.39	0.08	18.79	1.33	8.07	0.37
SD	0.68	0.04	0.73	0.32	0.24	0.16
%RSD	10.61	47.19	3.89	23.79	2.98	42.21

No	Lab 4		Lab 5		Lab 6	
	Mn	Zn	Mn	Zn	Mn	Zn
1	11.46	0.06	20.10	0.50	5.10	0.30
2	11.25	0.07	20.10	0.50	4.10	0.20
3	10.95	0.06	19.60	0.50	4.70	0.20
4	11.34	0.06	19.30	0.60	5.10	0.20
5	11.40	0.06	21.00	0.50	4.40	0.30
6	11.07	0.05	21.20	0.50	5.20	0.20
7	11.27	0.06	20.00	0.50	4.70	0.20
8	11.28	0.07	19.20	0.50	4.60	0.20
9	11.27	0.05	19.60	0.50	4.70	0.20
10	11.06	0.05	19.40	0.50	4.60	0.22
11	11.58	0.08	18.90	0.50	5.80	0.13
12	11.34	0.09	19.20	0.50	4.50	0.19
13	10.68	0.06	18.30	0.60	5.60	0.30
14	10.16	0.09	18.70	0.50	4.40	0.28
15	10.56	0.05	19.20	0.50	4.60	0.29
16	11.71	0.10	19.40	0.60	4.80	0.15
17	11.70	0.09	18.30	0.50	4.60	0.27
18	12.00	0.05	19.10	0.50	4.90	0.25
19	11.33	0.05	19.20	0.60	4.70	0.20
mean	11.23	0.07	19.46	0.52	4.79	0.23
SD	0.43	0.02	0.77	0.04	0.41	0.05
%RSD	3.82	24.15	3.94	8.04	8.64	23.07

จากการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ตัวอย่างอ้างอิงระหว่างห้องปฏิบัติการทั้งเครื่องหลักและเครื่องถ่ายเสริม พบว่า ผลการวิเคราะห์ธาตุที่เป็นโลหะ ซึ่งวิเคราะห์ด้วยเครื่อง AAS มีความแปรปรวนสูง และบางกรณีพบว่า ความแปรปรวนภายในห้องปฏิบัติการเดียวกันสูงด้วยเช่นกัน (รายละเอียดได้กล่าวไว้ในบทที่ 5) ตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์แมงกานีสและสังกะสีในตัวอย่างอ้างอิงที่ 5 (ตัวอย่างดินชุดระแนง : Ra) (ตารางที่ 6-1) ในกรณีของแมงกานีสพบว่า ผลการวิเคราะห์มีความแปรปรวนภายในห้องปฏิบัติการเดียวกันต่ำกว่าในสังกะสีมาก ทุกห้องปฏิบัติการมีผลการวิเคราะห์ต่ำกว่าหรือใกล้เคียง 10 %RSD ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่ยอมรับได้ แต่เมื่อนำผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการมาเปรียบเทียบพบว่า ผลการวิเคราะห์มีความแตกต่างกันในช่วงกว้าง โดยมีค่ากลางต่างกันในช่วง 4.79 - 19.46 mg/kg ทำให้ยากที่จะสรุปว่า ผลการวิเคราะห์แมงกานีสของดินตัวอย่างนี้มีค่าน่าเชื่อถืออยู่ที่ระดับใด ในกรณีของสังกะสีพบว่า ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการ 5 แห่ง มีความแปรปรวนมากที่สุด (สูงกว่า 10 %RSD) นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการก็มีความแตกต่างในช่วงกว้างด้วยเช่นกัน โดยอยู่ในช่วง 0.87 - 1.33 mg/kg ด้วยเหตุนี้คณะนักวิจัยจึงมีความเห็นว่า การค้นหาสาเหตุที่แท้จริง และแสดงให้เห็นให้เครื่อง AAS สามารถวิเคราะห์ได้ถูกต้องตรงกัน โดยได้กำหนดให้มีการทดสอบเครื่อง AAS ที่ห้องปฏิบัติการต่างๆ ในเครือข่ายหลักใช้อยู่ในหัวข้อต่อไปนี้

- Base-line shift (blank shift) : โดยพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงค่า absorbance (Abs) ของ blank ก่อนและหลังอ่านค่าของสารละลายตัวอย่างไปเรื่อย ๆ 10 ครั้ง
- Sensitivity shift : พิจารณาจากความแตกต่างของค่า Abs ของสารละลายมาตรฐานที่อ่านได้ก่อนและหลังการวิเคราะห์สารละลายตัวอย่าง
- Signal stability : พิจารณาจากความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์สารละลายตัวอย่างเดียวกัน 10 ครั้ง
- Precision of standard : พิจารณาจากค่า R square ของกราฟมาตรฐาน
- Sensitivity : พิจารณาจากค่า characteristic concentration ของแต่ละธาตุ โดยใช้ความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างที่เป็นเกณฑ์
- Calibration curve พิจารณาจากความแตกต่างระหว่างผลการคำนวณโดยสมการคณิตศาสตร์ที่ผู้ผลิตกำหนด และสมการ quadratic
- ปัญหาในการซิงค์เครื่อง : พิจารณาจากปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างใช้เครื่อง และอาจเป็นสาเหตุให้ผลการวิเคราะห์ผิดพลาด
- ความแตกต่างระหว่างวิธีหาค่า : พิจารณาจากความแตกต่างที่เด่นชัดระหว่างวิธีหาค่า ในรายการเปรียบเทียบข้างต้น

หลังจากการทดสอบในครั้งแรกพบว่า ข้อมูลจากการทดสอบไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ เนื่องจากห้องปฏิบัติการบางแห่งมีปัญหาในการทดสอบบ้างออกไปจากที่กำหนดไว้ เนื่องจากปัญหาในการสื่อสาร ทำให้มีความเข้าใจไม่ตรงกัน ดังนั้น จึงได้ดำเนินการทดสอบใหม่เป็นครั้งที่ 2 เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนขึ้น

2. วิธีวัดและวิธีการ

2.1 การสอบเทียบครั้งที่ 1

ทางโครงการฯ ได้มอบหมายให้ห้องปฏิบัติการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เตรียมสารละลาย 2 ชนิด โดยสารละลายชนิดที่ 1 ประกอบด้วย Fe, Mn, Cu, และ Zn และสารละลายที่ 2 ประกอบด้วย Mg โดยให้ความเข้มข้นของแต่ละธาตุอยู่ในช่วงที่สามารถวัดได้โดยตรงด้วย AAS โดยไม่ต้องเจือจางอีก การเตรียมสารละลายแต่ละชนิดทำเพียงครั้งเดียว แล้วแบ่งให้ห้องปฏิบัติการต่างๆ ทั่วไปใช้ทดสอบ การดำเนินการเช่นนี้เพื่อให้เห็นว่าได้ว่าสารละลายตัวอย่างที่ห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งได้รับ มีความเข้มข้นเท่ากัน ทางโครงการได้กำหนดวิธีทดสอบดังนี้

- 2.1 วัดห้องปฏิบัติการต่างๆ ปรับแต่งเครื่อง AAS สำหรับวิเคราะห์สารละลายแต่ละธาตุตามวิธีปกติของห้องปฏิบัติการนั้นๆ
- 2.2 กำหนดให้เครื่องอ่านค่าเป็น 0 Abs ด้วยน้ำ แล้วอ่านค่า Abs ของสารละลายมาตรฐานที่ห้องปฏิบัติการนั้นๆ ใช้งานตามปกติ พร้อมทั้งกำหนดความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน เพื่อให้เครื่องสามารถวัดค่าความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างได้โดยอัตโนมัติ
- 2.3 อ่านค่า Abs และความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างที่ได้รับจากห้องปฏิบัติการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 10 ครั้ง สมมติการอ่านค่าความเข้มข้นของตัวอย่างตามปกติ
- 2.4 อ่านค่า Abs และความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานซ้ำอีกครั้ง โดยไม่ต้องกำหนดให้เครื่องอ่านค่าเป็น 0 ใหม่

2.1 การสอบเทียบครั้งที่ 2

ทางโครงการฯ ยังคงได้มอบหมายให้ห้องปฏิบัติการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เตรียมสารละลายตัวอย่างเช่นเดิม โดยเตรียมเพียง 1 ตัวอย่าง ภายในสารละลายที่เตรียมขึ้น ประกอบด้วยธาตุ Fe, Mn, และ Zn เพียง 3 ธาตุ เนื่องจากผลการทดสอบครั้งแรกพบว่า ห้องปฏิบัติการทั้ง 6 แห่ง มีผลการวิเคราะห์ธาตุ Cu และ Mg สอดคล้องกัน นอกจากนี้ยังกำหนดให้ผู้เตรียมสารละลายตัวอย่าง เตรียมสารละลายให้มีค่าความเข้มข้นของแต่ละธาตุที่ไม่รบกวน และปรับเปลี่ยนความเข้มข้นในจุดที่เหมาะสมกับ working range ที่ห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งใช้อยู่ จากนั้นแบ่งสารละลายที่เตรียมขึ้นส่งให้แก่ห้องปฏิบัติการต่างๆ ดำเนินการทดสอบตามวิธีการเดิม

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล : ผลการทดสอบครั้งที่ 1

3.1 Base-line shift (blank shift)

มีห้องปฏิบัติการที่ทดสอบตามวิธีที่กำหนดเพียง 4 ห้องปฏิบัติการ เนื่องจากความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน โดยทั่วไปพบว่า base-line shift ไม่เกิน 0.003 Abs unit ยกเว้นการวิเคราะห์ Mg ของห้องปฏิบัติการภาคิวิฑาหรือวิทยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยขอนแก่น (KKU) ซึ่งพบว่า base line shift ไปมากถึง 0.032 Abs unit ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี สำนักวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (DOA1) ไม่ได้กำหนดให้เครื่องอ่านค่าเป็น 0 Abs unit ก่อน ทำให้ค่าอ่านค่าได้สูงกว่าห้องปฏิบัติการอื่น แต่ไม่พบว่า base-line shift ไปมาก (ตารางที่ 6-1)

ตารางที่ 6-1 ค่า Abs ของน้ำที่เปลี่ยนไปก่อนและหลังวัดตัวอย่าง 10 ครั้ง

ธาตุ	DOA1		KKU		KU		WU	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
Fe	0.0023	0.0012	-0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000
Mn	0.0058	0.0029	0.001	-0.002	0.002	0.000	0.000	0.003
Cu	0.0014	0.0011	0.001	-0.001	-0.002	0.000	0.000	0.000
Zn	0.0061	0.0059	0.000	0.001	-0.003	0.000	0.000	-0.003
Mg			0.000	0.032	0.002	0.000	0.000	0.000

หมายเหตุ DOA1 = ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน สำนักวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

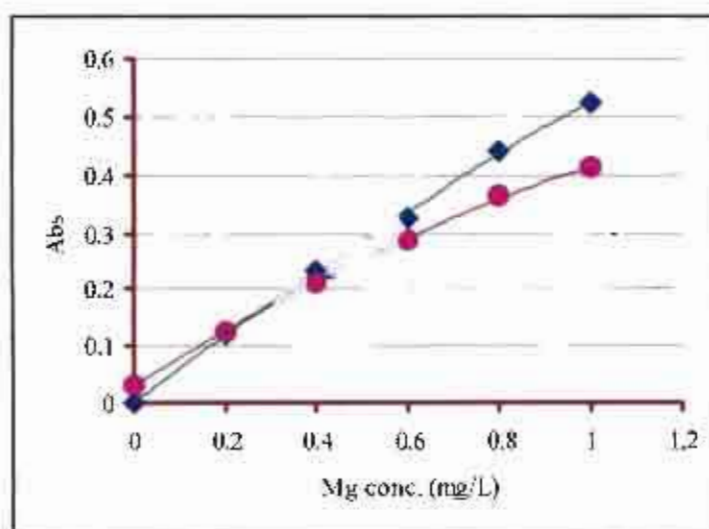
KU = ห้องปฏิบัติการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตร

KKU = ห้องปฏิบัติการภาควิทยาศาสตร์การที่ดินและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยขอนแก่น

WU = ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

3.2 Sensitivity shift

sensitivity shift เป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งของการใช้ AAS เมื่อวัดตัวอย่างไปหลายๆ ตัวอย่างมักพบว่า sensitivity เปลี่ยนไป ทำให้อ่านค่าความเข้มข้นของสารละลายที่ทำงานได้สูงขึ้นหรือต่ำลง ผู้ใช้จึงจำเป็นต้องตรวจสอบ sensitivity ของเครื่องเป็นระยะๆ โดยปกติมักมีการตรวจสอบทุกๆ 10 - 20 ตัวอย่าง การทดสอบ sensitivity shift ทำได้โดยเปรียบเทียบค่า Abs ของสารละลายมาตรฐานก่อนและหลังจากวิเคราะห์ตัวอย่าง 10 ครั้ง โดยเฉลี่ยพบว่า sensitivity ของเครื่อง AAS เปลี่ยนไปประมาณ 3.7 % โดยพบว่า sensitivity สูงสุดที่ดำเนินการวิเคราะห์ทดลองของห้องปฏิบัติการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตร (KU) และการวิเคราะห์แบบเชื่อมโยงของห้องปฏิบัติการภาควิทยาศาสตร์การที่ดินและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยขอนแก่น (KKU) (ตารางที่ 6-2 และรูปที่ 6-1)



รูปที่ 6-1 สันนิษฐานมาตรฐานที่เปลี่ยนไปเนื่องจาก sensitivity shift กรณีการวิเคราะห์แบบเชื่อมโยงของห้องปฏิบัติการภาควิทยาศาสตร์การที่ดินและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตารางที่ 6-2 ค่า Abs ของสารละลายมาตรฐานก่อนและหลังวัดสารละลายตัวอย่าง 10 ครั้ง

ธาตุ	DOA1			KKU			KU		
	ก่อน	หลัง	%	ก่อน	หลัง	%	ก่อน	หลัง	%
Fe	0.1327	0.1289	2.9	0.056	0.055	1.8	0.009	0.010	11.1
	0.2550	0.2493	2.2	0.111	0.110	0.9	0.019	0.019	0.0
	0.6165	0.6096	1.1	0.179	0.172	3.9	0.038	0.037	2.6
	0.7332	0.7160	2.3	0.239	0.226	5.4	0.052	0.050	3.8
	0.8140	0.7941	2.4	0.301	0.289	4.0	0.091	0.089	2.2
Mn	0.0918	0.0999	8.8	0.065	0.063	3.1	0.018	0.016	11.1
	0.1908	0.1862	2.4	0.124	0.129	4.0	0.038	0.036	5.3
	0.3888	0.3703	4.8	0.188	0.188	0.0	0.077	0.073	5.2
	0.7027	0.7377	5.0	0.244	0.250	2.5	0.114	0.112	1.8
	0.8308	0.8725	5.0	0.302	0.307	1.7	0.188	0.185	1.6
Cu	0.0956	0.0952	0.4	0.052	0.050	3.8	0.010	0.006	40.0
	0.1903	0.1910	0.4	0.103	0.098	4.9	0.021	0.012	42.9
	0.3683	0.3564	3.2	0.148	0.144	2.7	0.033	0.033	0.0
	0.6916	0.6778	2.0	0.199	0.197	1.0	0.043	0.046	7.0
	0.8185	0.8259	0.9	0.243	0.241	0.8	0.057	0.060	5.3
Zn	0.0691	0.0678	1.9	0.062	0.059	4.8	0.034	0.038	11.8
	0.1408	0.1348	4.3	0.116	0.114	1.7	0.070	0.072	2.9
	0.2651	0.2565	3.2	0.170	0.166	2.4	0.105	0.107	1.9
	0.4680	0.4587	2.0	0.218	0.211	3.2	0.138	0.138	0.0
	0.5585	0.5469	2.1	0.266	0.254	4.5	0.181	0.182	0.6
Mg				0.122	0.125	2.5	0.144	0.148	2.8
				0.232	0.213	8.2	0.281	0.288	2.5
				0.327	0.289	11.6	0.416	0.416	0.0
				0.442	0.365	17.4	0.538	0.539	0.2
				0.524	0.411	21.6	0.648	0.653	0.8

ธาตุ	MJU			WU					
	ก่อน	หลัง	%	ก่อน	หลัง	%			
Fe	0.063	0.065	3.2	0.043	0.040	7.0			
	0.305	0.307	0.7	0.085	0.079	7.1			
	0.539	0.538	0.2	0.125	0.118	5.6			
	0.703	0.699	0.6	0.163	0.154	5.5			
Mn	0.083	0.082	1.2	0.048	0.047	2.1			
	0.160	0.159	0.6	0.093	0.092	1.1			
	0.467	0.449	3.9	0.136	0.135	0.7			
	0.718	0.693	3.5	0.178	0.178	0.0			
Cu				0.217	0.217	0.0			
				0.257	0.256	0.4			
	0.052	0.054	3.8	0.023	0.024	4.3			
	0.103	0.104	1.0	0.046	0.046	0.0			
Zn	0.149	0.158	6.0	0.069	0.069	0.0			
	0.196	0.203	3.6	0.092	0.091	1.1			
				0.113	0.113	0.0			
Mg	0.191	0.188	1.6	0.120	0.114	5.0			
	0.329	0.342	4.0	0.234	0.221	5.6			
	0.458	0.463	1.1	0.338	0.321	5.0			
	0.563	0.564	0.2	0.429	0.417	2.8			
Mg				0.521	0.512	1.7			
	0.429	0.431	0.5	0.124	0.125	0.8			
	0.656	0.663	1.1	0.241	0.238	1.2			
Mg	0.795	0.797	0.3	0.358	0.358	0.0			
	0.939	0.940	0.1	0.467	0.455	2.6			
				0.576	0.569	1.2			

หมายเหตุ MJU = ห้องปฏิบัติการภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้

3.3 Signal stability

การศึกษาในประเด็นนี้ต้องการศึกษาเสถียรภาพของสัญญาณเมื่ออ่านค่าความเข้มข้นหรือ Abs ของสารละลาย ตัวอย่างเดียวกันหลายๆ ครั้ง ค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือรุ่นหนึ่งมักไม่ได้เป็นสัญญาณโดยตรง แต่เป็นสัญญาณที่ผ่านการประมวลผลระดับหนึ่งแล้ว จกมวิธีที่ผู้ผลิตเป็นผู้กำหนด ค่าที่อ่านได้จึงมักมีเสถียรภาพดีกว่าสัญญาณที่มาจกเครื่องโดยตรง การปรับแต่งพารามิเตอร์ที่ใช้ประมวลผลสัญญาณ เช่น integration time, หรือจำนวนข้อมูลดิบที่นำมาเฉลี่ย เป็นต้น ก่อนส่งผลให้ค่าที่อ่านได้มีเสถียรภาพแตกต่างกันออกไป โดยทั่วไปความแปรปรวนของสัญญาณไม่ควรเกิน 2% (%CV) จึงจะถือว่าเสถียรภาพของสัญญาณอยู่ในระดับที่น่าพอใจ จากการศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่มีความแปรปรวนไม่เกินระดับดังกล่าว ยกเว้น การวิเคราะห์เหล็กของห้องปฏิบัติการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตร (KU) และห้องปฏิบัติการภาคีวิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยขอนแก่น (KKU)

ตารางที่ 6-3 ค่า Abs ของสารละลายตัวอย่างเดียวกันเมื่ออ่านต่อเนื่องกัน 10 ครั้ง โดยใช้เครื่อง AAS ของห้องปฏิบัติการต่างๆ

	ห้องปฏิบัติการ					
	DOA1	DOA2	KKU	KU	MJU	WU
Fe	0.2852	0.0779	0.072	0.045	0.136	0.047
	0.2815	0.0762	0.070	0.046	0.140	0.047
	0.2832	0.0784	0.068	0.047	0.142	0.048
	0.2797	0.0778	0.069	0.047	0.141	0.048
	0.2838	0.0777	0.066	0.048	0.138	0.048
	0.2845	0.0777	0.063	0.048	0.141	0.048
	0.2860	0.0770	0.064	0.050	0.137	0.048
	0.2874	0.0757	0.064	0.049	0.142	0.048
	0.2801	0.0774	0.062	0.050	0.138	0.048
	0.2781	0.0769	0.062	0.050	0.138	0.049
mean	0.283	0.077	0.066	0.048	0.139	0.048
SD	0.003	0.001	0.004	0.002	0.002	0.001
%CV	1.065	1.071	5.392	3.675	1.553	1.185
Mn	0.4010	0.1475	0.143	0.079	0.315	0.052
	0.4020	0.1476	0.145	0.079	0.315	0.052
	0.4146	0.1494	0.145	0.079	0.315	0.053
	0.4182	0.1463	0.144	0.079	0.314	0.053
	0.4265	0.1460	0.143	0.079	0.312	0.053
	0.4276	0.1475	0.147	0.079	0.309	0.053
	0.4443	0.1459	0.142	0.079	0.317	0.053
	0.4439	0.1471	0.145	0.079	0.316	0.053
	0.4393	0.1470	0.147	0.079	0.313	0.053
	0.4397	0.1457	0.138	0.077	0.313	0.053
mean	0.426	0.147	0.144	0.079	0.314	0.053
SD	0.016	0.001	0.003	0.001	0.002	0.000
%CV	3.847	0.753	1.837	0.803	0.727	0.799

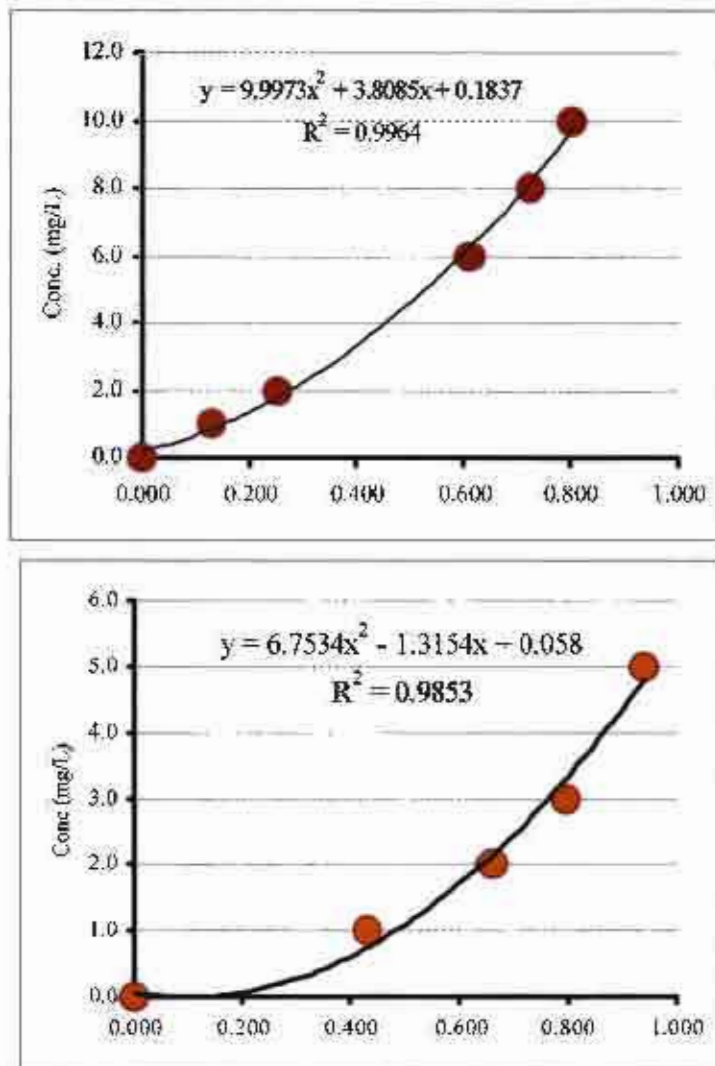
ตารางที่ 8-3 (ต่อ)

	ห้องปฏิบัติการ					
	DOA1	DOA2	KKU	KU	MJU	WU
Cu	0.3017	0.0391	0.079	0.048	0.153	0.068
	0.3005	0.0389	0.078	0.048	0.153	0.068
	0.3027	0.0389	0.079	0.047	0.151	0.069
	0.3026	0.0388	0.078	0.048	0.151	0.069
	0.3024	0.0391	0.078	0.048	0.150	0.068
	0.3048	0.0392	0.077	0.047	0.153	0.069
	0.3001	0.0388	0.078	0.047	0.151	0.070
	0.3015	0.0385	0.079	0.046	0.150	0.069
	0.3012	0.039	0.076	0.046	0.149	0.069
	0.3051	0.0389	0.076	0.046	0.150	0.069
mean	0.302	0.039	0.078	0.047	0.151	0.069
SD	0.002	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001
%CV	0.547	0.511	1.459	1.859	0.959	0.919
Zn	0.3571	0.1696	0.136	0.092	0.358	0.414
	0.3585	0.1686	0.142	0.090	0.349	0.413
	0.3623	0.1693	0.136	0.090	0.349	0.415
	0.3623	0.1685	0.139	0.089	0.351	0.413
	0.3608	0.1686	0.137	0.089	0.347	0.416
	0.3577	0.1685	0.138	0.088	0.354	0.416
	0.3554	0.1693	0.138	0.088	0.350	0.416
	0.3591	0.1696	0.139	0.087	0.345	0.413
	0.3558	0.1701	0.138	0.087	0.341	0.415
	0.3572	0.1695	0.135	0.086	0.353	0.413
mean	0.359	0.169	0.138	0.089	0.350	0.414
SD	0.002	0.001	0.002	0.002	0.005	0.001
%CV	0.693	0.337	1.443	2.005	1.368	0.326
Mg		0.0200	0.472	0.346	0.407	0.258
		0.0204	0.470	0.342	0.398	0.259
		0.0206	0.478	0.339	0.384	0.250
		0.0204	0.476	0.339	0.384	0.248
		0.0204	0.463	0.336	0.384	0.245
		0.0205	0.467	0.335	0.380	0.244
		0.0204	0.481	0.334	0.376	0.244
		0.0203	0.481	0.333	0.374	0.243
		0.0200	0.492	0.334	0.379	0.244
		0.0201	0.466	0.332	0.374	0.244
mean		0.020	0.475	0.337	0.384	0.248
SD		0.000	0.009	0.004	0.011	0.006
%CV		1.024	1.848	1.320	2.786	2.416

3.4 Precision of standard

สารละลายมาตรฐานในห้องปฏิบัติการต่างๆ เตรียมขึ้นควรมีความแม่นยำสูง เนื่องจากใช้จำนวนน้อย ห้องปฏิบัติการต่างๆ มักใช้สารละลายมาตรฐานในการวิเคราะห์แต่ละชุดไม่เกิน 10 สารละลาย ดังนั้นกราฟมาตรฐานควรมีค่า square of error (R-square) ไม่ต่ำกว่า 0.999 จากการศึกษาพบว่า การวิเคราะห์ส่วนใหญ่ของทุกห้องปฏิบัติการเป็นไปตามเกณฑ์ทั่วไปดังกล่าว ยกเว้น การวิเคราะห์เหล็กของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน สำนักวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (DOA1) และการวิเคราะห์แมกนีเซียมของห้องปฏิบัติการภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (MJU) (รูปที่ 6-2) ซึ่งหากพบเหตุการณ์เช่นนี้ ทางโครงการฯ ได้แนะนำให้ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเตรียมสารละลายมาตรฐานใหม่



รูปที่ 6-2 กราฟมาตรฐานที่เกิดจากสารละลายมาตรฐานมีความแม่นยำต่ำ (บน) กราฟมาตรฐานจากการวิเคราะห์เหล็กของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน สำนักวิจัยและพัฒนางานวิจัยการผลิตทางการเกษตร (ล่าง) กราฟมาตรฐานจากการวิเคราะห์แมงกานีสของห้องปฏิบัติการภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้

3.5 Sensitivity

ความไวในการวิเคราะห์ธาตุแต่ละธาตุของเครื่อง AAS ขึ้นอยู่กับการปรับแต่งเครื่องของผู้ใช้ และการออกแบบของผู้ผลิต โดยทั่วไปเมื่อปรับแต่งให้เครื่องมีความไวมากขึ้น มักทำให้สปีดของสัญญาณต่ำลง ดังนั้นระดับความไวที่เหมาะสมจึงเป็นดุลยพินิจของผู้ใช้และผู้ผลิต ทางโครงการฯ ได้ศึกษาความไวของเครื่อง AAS ที่ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักแต่ละแห่งใช้โดยวิธีเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นที่ทำให้เกิดการดูดกลืนแสง 1% (characteristic concentration) โดยใช้ความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างที่แตกต่างให้ที่ในเกณฑ์ในการคำนวณ จากการศึกษาพบว่า

เครื่อง AAS ของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน สำนักวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (DOA1) ถูกปรับแต่งให้มีความไวสูงกว่าเครื่องของห้องปฏิบัติการอื่นทุกภาคส่วนเครื่องของห้องปฏิบัติการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรฯ และห้องปฏิบัติการศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ถูกปรับแต่งให้มีความไวต่ำกว่าห้องปฏิบัติการอื่น (ตารางที่ 6-4) ยกเว้นกรณีเมกนีเซียม ซึ่งพบว่าห้องปฏิบัติการวิเคราะห์พืช สำนักวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (DOA2) ปรับแต่งเครื่องให้มีความไวต่ำกว่าห้องปฏิบัติการอื่นอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 6-4)

ตารางที่ 6-4 ค่าความเข้มข้นที่ทำให้เกิดการดูดกลืนแสง 1% ของธาตุต่างๆ โดยเครื่อง AAS ที่ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักแต่ละแห่งไว้อยู่ (หน่วย mg/L)

	ห้องปฏิบัติการ					
	DOA1	DOA2	KKU	KU	MJU	WU
Fe	0.036	0.119	0.156	0.244	0.071	0.241
Mn	0.024	0.062	0.070	0.115	0.028	0.185
Cu	0.024	0.171	0.085	0.159	0.044	0.096
Zn	0.007	0.033	0.038	0.050	0.014	0.020
Mg		0.219	0.006	0.013	0.010	0.018

3.6 Calibration curve

เครื่อง AAS ไม่สามารถอ่านค่าความเข้มข้นของสารละลายที่วัดได้โดยตรง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องสร้างกราฟมาตรฐาน (calibration curve) จากค่าที่เครื่องอ่านได้โดยตรง (Abs) กับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน จากนั้นเครื่องจึงจะสามารถอ่านค่าความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างได้ วิธีสร้างเส้นกราฟมีอยู่หลายวิธี ผู้ผลิตเครื่องแต่ละรายอาจเลือกวิธีที่ไม่เหมือนกัน ผู้ผลิตบางราย เช่น PerkinElmer อาจแจ้งให้ผู้ซื้อทราบว่าจะสร้างเส้นกราฟด้วยวิธีใด แต่ผู้ผลิตบางรายไม่แจ้งผู้ซื้อ หรือผู้ใช้ไม่สนใจที่จะรู้ โดยทั่วไปผู้ผลิตมักกำหนดให้ผู้ซื้อเลือกวิธีสร้างเส้นกราฟโดยวิธีใดวิธีหนึ่งในสองวิธี คือ วิธีเส้นตรง (linear) และวิธีไม่เส้นตรง (non-linear) นอกจากนี้ในแต่ละวิธีดังกล่าว ผู้ผลิตยังอาจกำหนดให้ผู้ซื้อเลือกสร้างเส้นกราฟผ่านจุดเริ่มต้น (zero-intercept) หรือไม่ผ่านจุดเริ่มต้น (non-zero-intercept) ซึ่งสร้างความสับสนให้ผู้ซื้อพอสมควร เพราะผู้ใช้ไม่เข้าใจหลักการพื้นฐานในการเลือก วิธีสร้างเส้นกราฟที่ต่างกันย่อมส่งผลให้ผลการคำนวณค่าความเข้มข้นของตัวอย่างต่างกัน ซึ่งความแตกต่างมีสาเหตุมาจากทั้งตัวแปรที่ผู้ผลิตกำหนดให้ผู้ซื้อเลือก และวิธีสร้างเส้นกราฟที่ผู้ซื้อเลือก ดังนั้นทางโครงการฯ จึงได้ทดสอบความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างที่คำนวณได้จากเครื่อง AAS ที่แต่ละห้องปฏิบัติการไว้อยู่ กับความเข้มข้นที่คำนวณได้โดยใช้สมการ quadratic ($C = a + bA + cA^2$ เมื่อ a, b, และ c เป็นค่าคงที่ของสมการ C คือความเข้มข้นของสารละลาย และ A คือ Abs ที่อ่านได้จากเครื่องมือ) ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 6-5 ซึ่งแต่ละภาคสรุปว่า

- **เหล็ก** ผลการคำนวณความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง 2 วิธี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในกรณีของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน สำนักวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (DOA1) ห้องปฏิบัติการภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (MJU) และห้องปฏิบัติการศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ (WU) ทั้งนี้จะเนื่องมาจากวิธีที่เครื่อง AAS ของแต่ละห้องปฏิบัติการใช้ในการคำนวณต่างจาก quadratic เช่น เครื่อง AAS ของ WU คำนวณโดยใช้สมการ $C = (aA + bA^2)/(cA - 1)$ (เมื่อ a, b, และ c เป็นค่าคงที่ของสมการ C คือความเข้มข้นของสารละลาย และ A คือ Abs ที่อ่านได้จากเครื่องมือ) และกำหนดขอบเขตในการคำนวณเป็นแบบ 'zero-intercept' ในขณะที่การคำนวณด้วยสมการ quadratic ไม่ได้กำหนดขอบเขตเช่นนี้

- **แมงกานีส** ผลการคำนวณความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง 2 วิธี แตกต่างกันไม่เกิน 5% ทุกห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกับค่า Abs ที่อ่านได้จากเครื่องมือเกือบจะเป็นเส้นตรง ทำให้ไม่มีความแตกต่างระหว่างวิธีที่ใช้ในการคำนวณ
- **ทองแดง** ผลการคำนวณความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง 2 วิธี แตกต่างกันไม่เกิน 6% ทุกห้องปฏิบัติการเช่นเดียวกับแมงกานีส และน่าจะมีเหตุผลเดียวกับแมงกานีส
- **สังกะสี** ผลการคำนวณความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง 2 วิธี แตกต่างกันไม่เกิน 6% ทุกห้องปฏิบัติการเช่นเดียวกับแมงกานีส และน่าจะมีเหตุผลเดียวกับแมงกานีส
- **แมกนีเซียม** ผลการคำนวณความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง 2 วิธี แตกต่างกันกว่า 30% ในขณะที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ทั้งนี้จะเนื่องมาจากห้องปฏิบัติการนี้ปรับแต่งเครื่องให้มีความไวสูง แต่ใช้ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานในช่วงกว้าง เส้นกราฟมาตรฐานจึงมีความโค้งมาก ผลการคำนวณด้วยวิธีที่ต่างกันทำให้ได้ค่าความเข้มข้นที่ต่างกันมาก (รูปที่ 6-2 ล่าง)

ตารางที่ 6-5 ผลการคำนวณความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างเดียวกันโดยเครื่อง AAS ของแต่ละห้องปฏิบัติการ เปรียบเทียบกับผลการคำนวณโดยสมการ quadratic Instrument หมายถึงค่าความเข้มข้นที่อ่านได้จากเครื่องมือ Quadratic หมายถึงค่าความเข้มข้นที่ได้จากการคำนวณด้วยสมการ quadratic และ Diff. หมายถึงผลต่าง (หน่วย mg/L)

	DOA1			DOA2			KKU		
	Instrument	Quadratic	Diff.	Instrument	Quadratic	Diff.	Instrument	Quadratic	Diff.
Fe	2.313	2.062	0.251	2.082	2.036	0.046	2.345	2.350	0.005
Mn	2.332	2.262	0.070	2.082	2.040	0.042	2.287	2.291	0.004
Cu	1.631	1.633	0.001				1.503	1.513	0.010
Zn	0.576	0.387	0.011				1.186	1.190	0.004
Mg				1.012	1.000	0.012	0.888	0.887	0.000

	KU			MJU			WU		
	Instrument	Quadratic	Diff.	Instrument	Quadratic	Diff.	Instrument	Quadratic	Diff.
Fe	2.657	2.656	0.002	2.246	1.953	0.293	2.619	2.419	0.200
Mn	2.068	2.069	0.000	1.991	1.989	0.002	2.218	2.219	0.000
Cu	1.700	1.713	0.014	1.521	1.482	0.039	1.495	1.497	0.002
Zn	1.012	1.020	0.008	1.081	1.052	0.029	1.904	1.913	0.009
Mg	0.998	0.980	0.018	0.896	0.549	0.347	1.022	1.024	0.001

3.7 ผลการวิเคราะห์

ถึงแม้ห้องปฏิบัติการต่างๆ ในเครือข่ายจะวิเคราะห์ตัวอย่างที่เป็นสารละลาย ซึ่งเตรียมขึ้นในครั้งเดียวกัน ตั้งนั้นสารละลายตัวอย่างที่ใช้ทดสอบจึงเชื่อได้ว่ามีความเป็นเนื้อเดียวกันสูง ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบพบว่า มีความแตกต่างกันในช่วงประมาณ 5 - 33 % (%CV) (ตารางที่ 6-6 และ 6-7) แสดงให้เห็นว่า แม้จะใช้ตัวอย่างที่มีความเป็นเนื้อเดียวกัน ก็ยังคงมีความแตกต่างระหว่างห้องปฏิบัติการอยู่ระดับหนึ่งโดยธรรมชาติ ชาติ ถือว่าความแปรปรวนที่ต่ำกว่า 10 % (%CV) ถือว่าเป็นค่าปกติ ดังนั้นผลการวิเคราะห์สังกะสีและแมกนีเซียมถือว่า มีความแปรปรวนสูงผิดปกติ ผลการวิเคราะห์สังกะสีของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน สำนักวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (DOA1) ต่ำกว่าห้องปฏิบัติการอื่นมาก และผลการวิเคราะห์แมกนีเซียมของห้องปฏิบัติการห้องปฏิบัติการอาชีวศึกษาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (MJU) ต่ำกว่าห้องปฏิบัติการอื่นมากเช่นกัน โดยเฉพาะเมื่อคำนวณโดยใช้สมการ quadratic (ตารางที่ 6-7)

ตารางที่ 6-6 ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบในสารละลายตัวอย่างที่เตรียมขึ้น ความเข้มข้นที่แสดงเป็นผลจากการคำนวณโดยสมการสร้างกราฟมาตรฐานของเครื่อง AAS ของห้องปฏิบัติการนั้นๆ เอง

ห้องปฏิบัติการ	ความเข้มข้น (mg/L)				
	Fe	Mn	Cu	Zn	Mg
DOA1	2.313	2.332	1.635	0.576	
DOA2	2.082	2.082	1.509	1.266	1.012
KKU	2.345	2.287	1.503	1.186	0.888
KU	2.657	2.068	1.700	1.012	0.998
MJU	2.246	1.991	1.525	1.081	0.896
WU	2.619	2.218	1.495	1.904	1.022
LDD	2.33	2.25	1.48	1.40	1.01
mean	2.370	2.175	1.548	1.204	0.971
SD	0.203	0.128	0.083	0.404	0.062
%CV	8.580	5.893	5.384	33.561	6.356

ตารางที่ 6-7 ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุต่างๆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบในสารละลาย ตัวอย่างที่เตรียมขึ้น ความเข้มข้นที่แสดงเป็นผลจากการนำค่า Abs ที่อ่านได้จากเครื่อง AAS ของห้องปฏิบัติการต่างๆ มาคำนวณใหม่โดยใช้สมการ quadratic

ห้องปฏิบัติการ	ความเข้มข้น (mg/L)				
	Fe	Mn	Cu	Zn	Mg
DOA1	2.062	2.262	1.633	0.587	
DOA2	2.036	2.040	1.524	1.173	1.000
KKU	2.350	2.291	1.513	1.190	0.887
KU	2.656	2.069	1.713	1.020	0.980
MJU	1.353	1.989	1.482	1.052	0.549
WU	2.419	2.219	1.497	1.913	1.024
LDD	2.13	2.22	1.41	1.28	1.47
mean	2.229	2.156	1.533	1.174	0.985
SD	0.253	0.120	0.101	0.395	0.296
%CV	11.350	5.568	6.588	33.741	30.003

4. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล : ผลการทดสอบครั้งที่ 2

การทดสอบครั้งที่ 2 ยังคงมีปัญหาที่เกิดจากห้องปฏิบัติการบางแห่ง ไม่ได้ดำเนินการทดสอบทุกหัวข้อมุมที่กำหนดไว้ ทำให้ข้อมูลขาดความสมบูรณ์ ทั้งนี้เนื่องจากเครื่อง AAS บางยี่ห้อบางรุ่น ไม่สามารถทดสอบตามวิธีที่กำหนดได้ หรืออาจเกิดจากผู้ใช้เครื่อง ไม่ได้ปฏิบัติตามผลการทดสอบที่ได้มีดังนี้

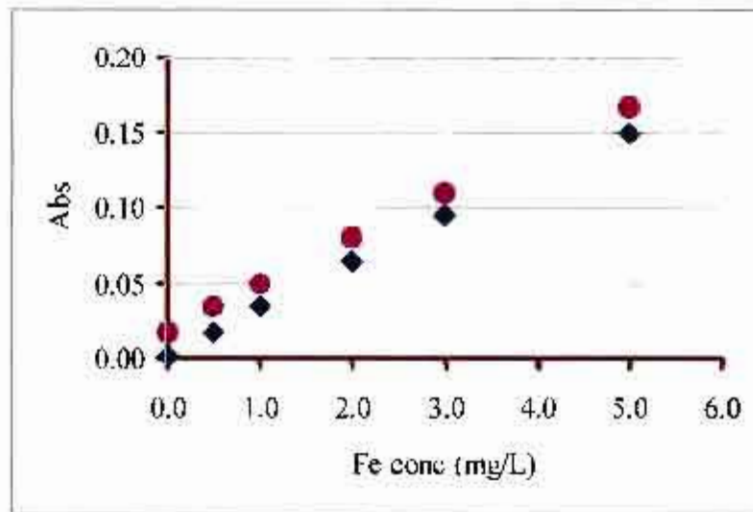
4.1 Base-line shift (blank shift)

มีห้องปฏิบัติการเพียง 4 แห่ง ที่ให้ข้อมูลผลการทดสอบ (ตารางที่ 6-8) ผลการทดสอบพบว่า เครื่อง AAS ของห้องปฏิบัติการ KU มีค่า base-line shift มากที่สุด ซึ่งจากการทดสอบครั้งแรกไม่พบปัญหานี้ base-line shift เกิดได้จากหลายสาเหตุ ได้แก่ แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าไม่มีเสถียรภาพ ระยะเวลาอุ่นเครื่องน้อยเกินไป โดยเฉพาะในเครื่องแบบ single-beam หรือหลอด HCL เสื่อมคุณภาพ เป็นต้น

ตารางที่ 6-8 ค่า Abs ของน้ำที่เปลี่ยนไปก่อนและหลังวัดสารละลายตัวอย่าง 10 ครั้ง

ห้องปฏิบัติการ	Fe		Mn		Zn	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
LDD1	0.000	0.002	0.000	0.001	0.000	-0.007
KU	0.001	0.018	0.000	-0.004	0.000	0.033
KKU	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001
MJU	0.000	-0.002	0.000	0.000	0.000	0.006

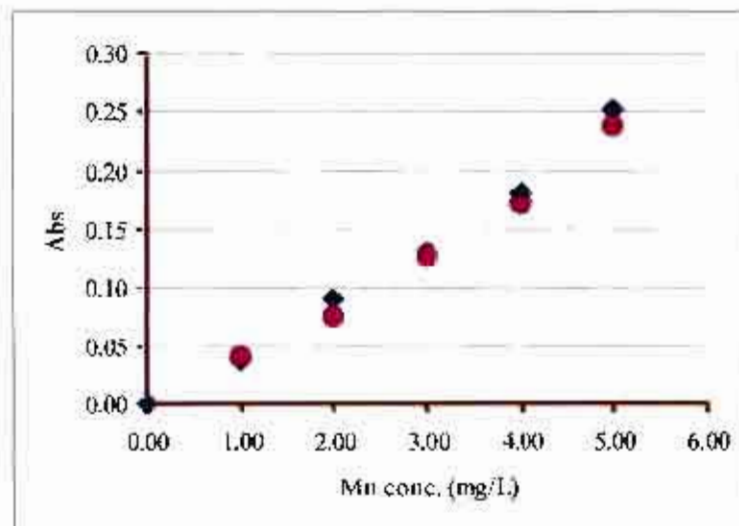
หมายเหตุ LDD1 = ห้องปฏิบัติการวิเวาระห์ดิน สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน



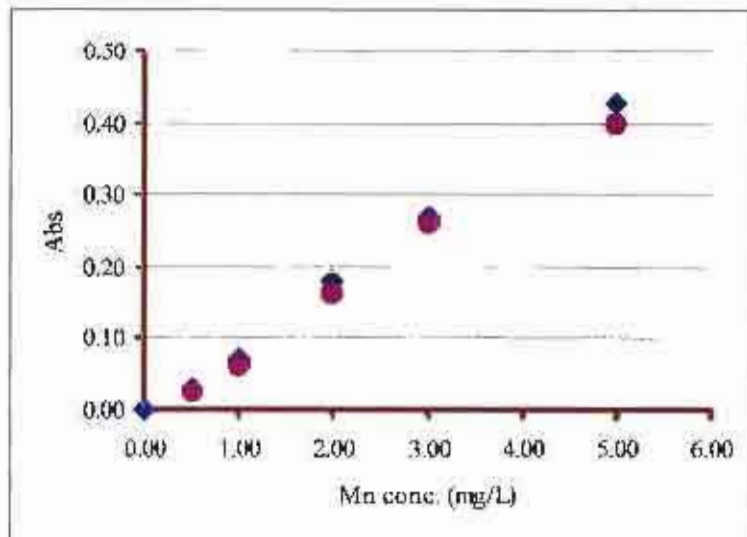
รูปที่ 6-3 เส้นกราฟมาตรฐานที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจาก base-line shift กรณีการวิเคราะห์เหล็ก ของห้องปฏิบัติการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (KU)

4.2 Sensitivity shift

เครื่อง AAS ของห้องปฏิบัติการฯ แห่งที่ทดสอบมีค่า sensitivity shift อยู่ในระดับเดียวกับการทดสอบครั้งเก่า และพบว่า มีค่า sensitivity shift สูงในการวิเคราะห์แมงกานีสของห้องปฏิบัติการ LDD2 และ KU ซึ่งมีค่า sensitivity shift เฉลี่ยตลอดช่วงเส้นกราฟคือ 7.6 และ 10.9 ตามลำดับ (รูปที่ 6-4 และ 6-5)



รูปที่ 6-4 เส้นกราฟมาตรฐานที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจาก sensitivity shift กรณีการวิเคราะห์แมงกานีส ของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์พืช สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน วามพัฒนาที่ดิน (LDD2)



รูปที่ 6-5 เส้นกราฟมาตรฐานที่เปลี่ยนไปเนื่องจาก sensitivity shift การเฝ้าระวังวิเคราะห์แมงกานีส ของห้องปฏิบัติการ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (KU)

4.3 Signal stability

ผลการทดสอบพบว่า สัญญาณมีความแปรปรวนน้อยกว่า 2% (%CV) ซึ่งถือว่าเป็นความแปรปรวนที่อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ความแปรปรวนที่สูงกว่าระดับนี้พบในกรณีการวิเคราะห์เหล็กและแมงกานีสของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์พืช กรมพัฒนาที่ดิน (LDD2) และห้องปฏิบัติการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (KU) ส่วนความแปรปรวนที่สูงมากในการวิเคราะห์เหล็กของห้องปฏิบัติการ KCU เป็นผลมาจากค่า Abs ที่ต่ำมากอย่างไม่ปกติ (ตารางที่ 6-9 6-10 และ 6-11)

ตารางที่ 6-9 ค่า Abs ของสารละลายตัวอย่างเดียวกันเมื่ออ่านค่าต่อเนื่อง 10 ครั้ง โดยใช้เครื่อง AAS ของห้องปฏิบัติการต่างๆ ในกรณีวิเคราะห์เหล็ก

No.	ห้องปฏิบัติการ						
	DOA1	DOA2	LDD1	LDD2	KU	KKU	MJU
1	0.239	0.056	0.062	0.080	0.074	0.007	0.096
2	0.232	0.056	0.063	0.090	0.075	0.006	0.098
3	0.227	0.056	0.061	0.091	0.075	0.007	0.096
4	0.225	0.057	0.063	0.086	0.077	0.005	0.096
5	0.229	0.056	0.063	0.089	0.077	0.006	0.097
6	0.229	0.056	0.063	0.088	0.078	0.006	0.097
7	0.229	0.056	0.061	0.084	0.079	0.006	0.099
8	0.229	0.056	0.062	0.084	0.079	0.006	0.099
9	0.231	0.056	0.062	0.081	0.081	0.006	0.098
10	0.232	0.056	0.062	0.084	0.082	0.007	0.096
mean	0.230	0.056	0.062	0.087	0.078	0.006	0.097
SD	0.004	0.000	0.001	0.000	0.003	0.001	0.001
%CV	1.560	0.692	1.242	3.885	3.381	10.201	1.205

ตารางที่ 6-10 ค่า Abs ของสารละลายตัวอย่างเดียวกันเมื่ออ่านค่าต่อเนื่อง 10 ครั้ง โดยใช้เครื่อง AAS ของห้องปฏิบัติการต่างๆ ในกรณีวิเคราะห์หิ้งแมงกานีส

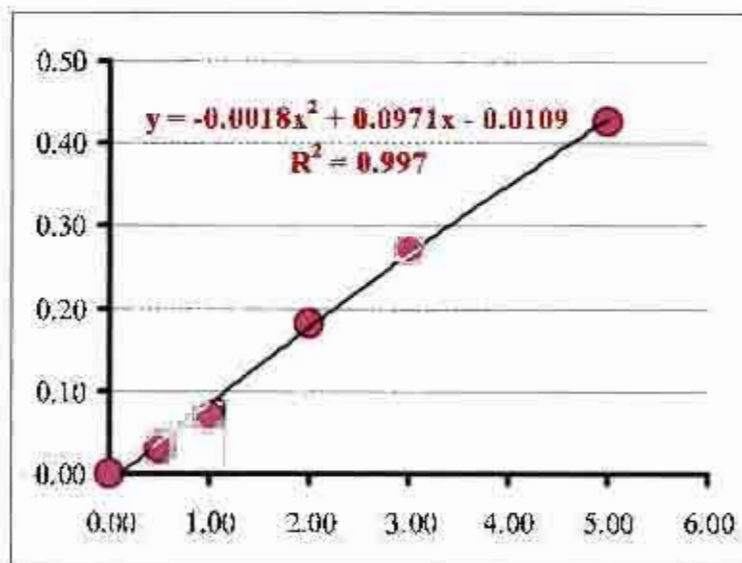
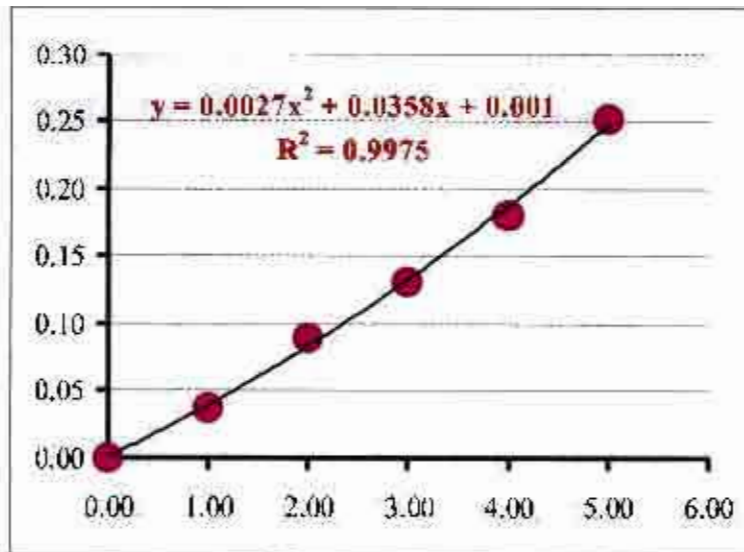
No.	ห้องปฏิบัติการ						
	DOA1	DOA2	LDD1	LDD2	KU	KKU	MJU
1	0.550	0.217	0.085	0.212	0.243	0.142	0.512
2	0.556	0.217	0.086	0.211	0.249	0.141	0.500
3	0.554	0.216	0.084	0.214	0.239	0.142	0.514
4	0.556	0.217	0.086	0.217	0.233	0.143	0.502
5	0.553	0.217	0.087	0.214	0.237	0.143	0.498
6	0.552	0.215	0.086	0.201	0.236	0.141	0.501
7	0.554	0.216	0.084	0.199	0.237	0.142	0.505
8	0.554	0.214	0.085	0.198	0.232	0.145	0.504
9	0.543	0.218	0.085	0.206	0.237	0.143	0.503
10	0.538	0.218	0.094	0.200	0.239	0.141	0.507
mean	0.551	0.216	0.086	0.207	0.238	0.142	0.505
SD	0.006	0.001	0.001	0.007	0.005	0.001	0.005
%CV	1.057	0.668	1.212	3.486	2.055	0.880	1.016

ตารางที่ 6-11 ค่า Abs ของสารละลายตัวอย่างเดียวกันเมื่ออ่านค่าต่อเนื่อง 10 ครั้ง โดยใช้เครื่อง AAS ของห้องปฏิบัติการต่างๆ ในกรณีวิเคราะห์หิ้งสังกะสี

No.	ห้องปฏิบัติการ						
	DOA1	DOA2	LDD1	LDD2	KU	KKU	MJU
1	0.464	0.221	0.196	0.663	0.263	0.165	0.443
2	0.462	0.222	0.195	0.665	0.261	0.164	0.444
3	0.462	0.218	0.195	0.660	0.260	0.164	0.442
4	0.462	0.219	0.193	0.673	0.260	0.164	0.441
5	0.459	0.220	0.194	0.682	0.259	0.164	0.438
6	0.463	0.219	0.194	0.683	0.262	0.166	0.440
7	0.460	0.222	0.194	0.674	0.260	0.166	0.439
8	0.459	0.222	0.193	0.674	0.260	0.166	0.441
9	0.460	0.220	0.192	0.676	0.260	0.164	0.440
10	0.461	0.220	0.194	0.676	0.262	0.166	0.443
mean	0.461	0.220	0.194	0.672	0.261	0.166	0.441
SD	0.002	0.001	0.001	0.008	0.001	0.001	0.002
%CV	0.342	0.656	0.595	1.131	0.480	0.600	0.466

4.4 Precision of standard

ในการทดสอบครั้งที่ 2 พบว่าการเตรียมสารละลายมาตรฐานของห้องปฏิบัติการต่างๆ มีค่า square of error (R-square) ต่ำกว่า 0.999 ในหลายกรณี แต่ทุกกรณีค่า R-square ยังคงสูงกว่า 0.99 การใช้สารละลายมาตรฐานที่มีความแม่นยำต่ำ ทำให้ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีมีความแม่นยำต่ำไปด้วย



รูปที่ 6-6 ตัวอย่างกราฟมาตรฐานที่เกิดจากสารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้นต่าง

(บน) กราฟมาตรฐานของการวิเคราะห์เมงกานีสของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์พืช กรมพัฒนาที่ดิน (LDD2)

(ล่าง) กราฟมาตรฐานของการวิเคราะห์เมงกานีสของห้องปฏิบัติการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (KU)

4.5 Sensitivity

ความไวในการวิเคราะห์เป็นตัวแปรที่มีความแปรปรวนสูง ทั้งความแปรปรวนระหว่างธาตุวิเคราะห์ และความแปรปรวนระหว่างห้องปฏิบัติการ (ตารางที่ 6-12) ไม่น่าประหลาดใจ เครื่อง AAS ของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน สำนักวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร (DOA1) มีความไวสูงกว่าเครื่องในห้องปฏิบัติการอื่นๆ ความผิดปกติที่พบในการทดสอบครั้งนี้ พบว่าเครื่อง AAS ของห้องปฏิบัติการทรัพยากรที่ดินฯ คง

เกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (KKU) มีความไวในการวิเคราะห์เหล็กต่ำผิดปกติ ซึ่งน่าจะมีสาเหตุมาจากการปรับค่าความยาวคลื่นในการวิเคราะห์ไม่ถูกต้อง ทั้งนี้เนื่องจากเหล็กมีความยาวคลื่น 2 ค่า ที่ใกล้เคียงกันมาก คือ 248.3 และ 248.8 นาโนเมตร (Perker-Elmer, 1976, Skoog and Loary, 1992) ทำให้มีโอกาสดีดพลาดได้ง่ายหากไม่ตรวจสอบการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 248.8 นาโนเมตร มีความไวต่ำกว่า 248.3 นาโนเมตร การเลือกวิเคราะห์ที่ความยาวคลื่น 248.8 นาโนเมตร จึงทำให้ความไวต่ำลง

ตารางที่ 6-12 ค่าความเข้มข้นที่ทำให้เกิดการดูดกลืนแสง 1% (characteristic concentration) ของธาตุที่ทดสอบ (หน่วย mg/L)

ห้องปฏิบัติการ	ธาตุที่ทดสอบ		
	Fe	Mn	Zn
DOA1	0.040	0.025	0.015
DOA2	0.134	0.061	0.034
LDD1	0.206	0.082	0.033
LDD2	0.096	0.091	0.010
KU	0.142	0.061	0.024
KKU	1.600	0.090	0.044
MJU	0.105	0.024	0.015

4.6 Calibration curve

ผลการทดสอบพบว่า ค่าวิเคราะห์ที่อ่านได้จากเครื่อง AAS โดยตรงของแต่ละห้องปฏิบัติการ ต่างจากค่าที่ได้จากการคำนวณโดยสมการ quadratic เช่นเดียวกับผลการทดสอบครั้งแรก (ตารางที่ 6-13) โดยผลการทดสอบครั้งนี้พบว่า ความแตกต่างของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (LDD1) มีค่าสูงสุด แสดงให้เห็นว่าความแตกต่างของวิธีคำนวณ หรือขั้นตอนในการคำนวณเป็นสาเหตุอย่างหนึ่งที่ทำให้ผลการวิเคราะห์มีความแตกต่างกันระหว่างห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 6-13 ผลการคำนวณความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างเดียวกันโดยเครื่อง AAS ของแต่ละห้องปฏิบัติการ (Instr.) เปรียบเทียบกับผลการคำนวณโดยสมการ quadratic (Quad.) Diff. หมายถึงผลต่างที่เกิดจากการคำนวณโดยวิธีทั้งสอง (หน่วย mg/L)

ห้องปฏิบัติการ	Fe			Mn			Zn		
	Instr.	Quad.	Diff.	Instr.	Quad.	Diff.	Instr.	Quad.	Diff.
DOA1	2.111	2.108	0.003	3.147	3.130	0.017	1.616	1.621	0.005
DOA2	1.704	1.676	0.028	3.019	2.973	0.046	1.685	1.622	0.063
LDD1	2.896	3.003	0.108	1.596	1.760	0.165	1.438	1.621	0.083
LDD2	1.883	1.960	0.067	4.279	4.348	0.142	1.592	1.545	0.046
KU	2.502	2.430	0.072	2.759	2.684	0.075	1.415	1.444	0.029
KKU	2.255	2.247	0.008	2.912	2.940	0.028	1.636	1.635	0.002
MJU	2.330	2.394	0.064	2.772	2.759	0.013	1.544	1.591	0.047

4.7 ผลการวิเคราะห์

ถึงแม้ห้คงปฏิบัติกรต่างๆ จะวิเคราะห์ตัวอย่างสารละลายเดียวกัน แต่กลับพบว่าผลการวิเคราะห์มีความแตกต่างกัน 6.4 - 24.8 % (%CV) (ตารางที่ 6-14) ผลการวิเคราะห์สังเกตุ ซึ่งเคยมีความแปรปรวนสูงที่สุดในการทดสอบครั้งแรกกลับพบว่า มีความแปรปรวนน้อยที่สุดในการทดสอบครั้งนี้ ส่วนผลการวิเคราะห์แ่งกานิสซึ่งเคยมีความแปรปรวนต่ำในการทดสอบครั้งแรก กลับพบว่ามีความแปรปรวนสูงถึง 24.8 % (%CV)

ตารางที่ 6-14 ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของ Fe Mn และ Zn ในสารละลายตัวอย่างเดียวกันของห้องปฏิบัติการต่างๆ ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยของผลการวิเคราะห์ 10 ครั้ง และเป็นค่าที่เกิดจากการคำนวณของเครื่อง AAS ของห้องปฏิบัติการนั้นๆ

ห้องปฏิบัติการ	ความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง (mg/L)		
	Fe	Mn	Zn
DOA1	2.111	3.147	1.616
DOA2	1.704	3.019	1.685
LDO1	2.896	1.596	1.438
LDO2	1.883	4.279	1.592
KU	2.502	2.759	1.415
KKU	2.255	2.912	1.635
MJU	2.330	2.772	1.544
WU	2.396	3.031	1.469
median	2.292	2.965	1.568
mcun	2.259	2.939	1.549
SD	0.370	0.729	0.099
%CV	16.389	24.738	6.415

5 ปัญหาในการใช้เครื่อง

ปัญหาที่เกิดขึ้นเมื่อใช้เครื่อง AAS และอาจเป็นสาเหตุให้ผลการวิเคราะห์ผิดปกติมิหลายปัญหา ทางโครงการฯ จึงควรพิจารณาเฉพาะปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการทดสอบสารละลายตัวอย่างในครั้งนี้เท่านั้น และได้เก็บข้อมูลไว้เป็นหลักฐานแสดงให้เห็นว่า หากเกิดปัญหาเหล่านี้ขึ้นจะก่อให้เกิดผลกระทบข้อความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ ผู้ใช้ AAS ไม่ควรมองข้าม และควรแก้ไขปัญหานั้นๆ ทันที เพื่อให้ผลการวิเคราะห์ผิดพลาด ปัญหาที่พบมี 2 ปัญหา คือ

5.1 ปัญหาอัตราการไหลของสารละลายเข้าสู่ burner : โดยปกติก่อนลงมือวัดตัวอย่าง ผู้ใช้ AAS ควรปรับแต่ง nebulizer ให้สามารถอ่านค่า Abs ของธาตุที่ต้องการวิเคราะห์ที่ความเข้มข้นใดก็ตามจะเข้มข้นหนึ่ง ให้ได้ค่าสูงสุด จึงลงมือวิเคราะห์จริง ปกติครั้งที่ผู้ใช้ไม่ได้ปรับ เนื่องจากคิดว่าเคยปรับแต่งไว้แล้ว หรือคิดว่าอัตราการไหลของสารละลายที่เปลี่ยนไป ไม่ส่งผลอะไร ต่อการวิเคราะห์ เนื่องจากว่าวิเคราะห์แต่ละครั้งได้ทำการวัดเรียบร้อยแล้ว สารละลายมาตรวจฐานอยู่แล้ว ปัญหานี้พบในกรณีการวิเคราะห์เหล็กของห้องปฏิบัติการศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ผู้ใช้เริ่มใช้เครื่องโดยคิดว่าเคยปรับ nebulizer ให้มีอัตราการไหลที่เหมาะสมไว้ก่อนแล้ว ทำ

การวิเคราะห์สารละลายตัวอย่างเหล่านี้จนเสร็จ เมื่อนำข้อมูลมาตรวจสอบค่า ค่า Abs ต่ำกว่าปกติ ความไวลดลงมากผิดปกติ และความแปรปรวน (%CV) สูงผิดปกติ (ตารางที่ 6-15 และ 6-16) ผู้ใช้จึงได้ปรับแต่ง nebulizer ใหม่ ผู้ใช้สามารถระบุสาเหตุของปัญหาได้ทันที และทำการแก้ไขได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยสำหรับเครื่อง AAS ของห้องปฏิบัติการนี้ ในขณะที่ห้องปฏิบัติการอื่นไม่พบปัญหาทำนองนี้เลยนัก สาเหตุน่าจะเนื่องมาจาก AAS ของห้องปฏิบัติการนี้ใช้ nebulizer ที่ทำด้วยพลาสติก ในขณะที่ห้องปฏิบัติการอื่นๆ ใช้ nebulizer ที่ทำด้วยโลหะไม่เป็นสนิม ถึงแม้ nebulizer ที่ทำด้วยพลาสติกจะทนต่อการกัดกร่อนของกรดได้ดี แต่มีปัญหาด้านเสถียรภาพ ซึ่งผู้ผลิตคงได้ให้ข้อมูลข้อควรทราบอยู่แล้ว nebulizer ชนิดพลาสติกไม่ได้เป็นอุปกรณ์มาตรฐานของเครื่อง AAS ดังนั้น จึงไม่ถือเป็นปัญหากับห้องปฏิบัติการอื่นๆ

ตารางที่ 6-15 ค่า Abs ของสารละลายมาตรฐาน Fe ชุดเดียวกันที่อ่านได้จากเครื่องซึ่งมีอัตราการไหลของสารละลายเข้าสู่ burner ต่ำผิดปกติ

Code	Fe ชนิดมาตรฐานที่ตัวอย่าง		หลังวิเคราะห์ที่ตัวอย่าง	
	Abs	Conc (mg/L)	Abs	Conc (mg/L)
Std. 0	0.000	0.000	0.001	0.000
Std. 1	0.017	2.004	0.012	1.482
Std. 2	0.034	4.008	0.024	2.935
Std. 3	0.050	6.012	0.036	4.300
Std. 4	0.066	8.016	0.046	5.557
Std. 5	0.079	10.020	0.056	6.816
Std. 6	0.093	12.024	0.066	8.084

ตารางที่ 6-16 ค่า Abs ของสารละลายตัวอย่าง Fe ตัวอย่างเดียวกันที่อ่านได้จากเครื่องซึ่งมีอัตราการไหลของสารละลายเข้าสู่ burner ต่ำผิดปกติจำนวน 10 ครั้ง

Code	Abs	Conc (mg/L)
Sam. 1	0.020	2.393
Sam. 2	0.016	1.962
Sam. 3	0.016	1.963
Sam. 4	0.016	1.865
Sam. 5	0.015	1.752
Sam. 6	0.014	1.642
Sam. 7	0.014	1.736
Sam. 8	0.014	1.710
Sam. 9	0.016	1.834
Sam. 10	0.016	1.880
mean	0.016	1.874
SD	0.002	0.211
%CV	11.387	11.271

5.2 ปัญหาการระบายสารละลายจาก mixing chamber อุดตัน : เครื่อง AAS ที่สร้างไออะตอมโดยใช้เปลวไฟ จำเป็นต้องมีท่อระบายสารละลายออกจาก mixing chamber ระบบระบายสารละลายนอกจากเป็นช่องทางให้สารละลายไหลออกแล้ว ยังอาจทำให้แก๊สรั่วไหลออกมาได้ด้วย ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการระเบิดขึ้นได้ ผู้ผลิต AAS จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ป้องกันไม่ให้แก๊สไหลออกมาพร้อมกับสารละลาย เมื่อระบบอุดตันจะทำให้สารละลายตกค้างอยู่ใน mixing chamber มากเกินไปจนทำให้เปลวไฟดับ และไม่สามารถวิเคราะห์ต่อไปได้ หากผู้ใช้ระบายสารละลายเสร็จแล้วเพียงแค่จุดเปลวไฟใหม่ และวิเคราะห์ต่อไปพบว่า ความไวในการวิเคราะห์เปลี่ยนไปจากเดิมมาก ปัญหานี้พบในกรณีการวิเคราะห์เหล็กของห้องปฏิบัติการภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ตารางที่ 6-17 และ 6-18) ผู้ให้ทราบปัญหาและแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง สาเหตุน่าจะมาจากการออกแบบระบบระบายสารละลายที่ไม่เหมาะสมของผู้ผลิต

ตารางที่ 6-17 ค่า Abs ของสารละลายมาตรฐาน Fe ชุดเดียวกันที่อ่านได้จากเครื่อง AAS ซึ่งเปลวไฟดับขณะวิเคราะห์

Code	ก่อนเปลวไฟดับ		หลังเปลวไฟดับ	
	Abs	Conc (mg/L)	Abs	Conc (mg/L)
Std. 0	-0.001	0.000	-0.002	-0.002
Std. 1	0.009	2.000	0.005	1.200
Std. 2	0.016	4.000	0.010	2.221
Std. 3	0.025	6.000	0.013	3.004
Std. 4	0.031	8.000	0.020	4.715
Std. 5	0.339	10.000	0.027	3.467

ตารางที่ 6-18 ค่า Abs ของสารละลายตัวอย่างเดียวกันที่อ่านได้ก่อนเปลวไฟดับ (Sam.1 - Sam.4) และหลังไฟดับ (Sam.5 - Sam.10)

Code	Abs	Conc (mg/L)
Sam. 1	0.009	1.923
Sam. 2	0.008	1.859
Sam. 3	0.008	1.709
Sam. 4	0.010	2.155
Sam. 5	0.008	1.316
Sam. 6	0.006	1.235
Sam. 9	0.007	1.490
Sam. 10	0.009	1.372
mean	0.008	1.831
SD	0.002	0.331
%CV	20.158	20.280

6 ความแตกต่างระหว่างยี่ห้อ

ห้องปฏิบัติการต่างๆ ในเครือข่ายใช้เครื่อง AAS ต่างยี่ห้อกันดังนี้

- ห้องปฏิบัติการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ใช้เครื่องยี่ห้อ Pye Unicam
- ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์พืช สำนักวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ใช้เครื่องยี่ห้อ Hitachi
- ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน สำนักวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ใช้เครื่องยี่ห้อ GBC
- ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน ใช้เครื่องยี่ห้อ Shimadzu
- ห้องปฏิบัติการห้องปฏิบัติการภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยขอนแก่น ใช้เครื่องยี่ห้อ GBC
- ห้องปฏิบัติการศูนย์เครื่องมีวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ใช้เครื่องยี่ห้อ PerkinElmer
- ห้องปฏิบัติการห้องปฏิบัติการภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ใช้เครื่องยี่ห้อ Varian Techtron

จากการศึกษาเปรียบเทียบในประเด็นต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วพบว่า AAS ของแต่ละผู้ผลิตมีความแตกต่างในบางประเด็นสำคัญดังนี้

- เครื่อง AAS ยี่ห้อ Pye Unicam และ PerkinElmer ถูกออกแบบให้มีความไวต่ำ ily พบความแตกต่างจากยี่ห้ออื่นค่อนข้างชัดเจนในการวิเคราะห์วิเคราะห์เหล็ก ในขณะที่ยี่ห้อ GBC เน้นออกแบบให้เครื่องมีความไวสูง
- โปรแกรมสร้างกราฟมาตรฐานที่ผู้ผลิตให้มาไม่มีความแตกต่างระหว่างยี่ห้อ เมื่อกราฟเป็นเส้นตรง แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อกราฟเป็นเส้นโค้ง
- เครื่อง AAS ยี่ห้อ GBC บางรุ่นมีปัญหาต่อระบบสารละลายจาก mixing chamber ออกตันบ่อยครั้ง
- เครื่อง AAS ยี่ห้อ PerkinElmer เฉพาะเมื่อใช้ nebulizer ทำด้วยพลาสติก มักมีปัญหาต่อระบบสารละลายเข้าสู่ mixing chamber

เครื่อง AAS ทุกยี่ห้อที่ศึกษาไม่พบว่ามีปัญหา basic-line shift บางเครื่องมีปัญหาจาก sensitivity shift แต่ไม่อาจบอกได้ว่ามีสาเหตุมาจากความบกพร่องของการออกแบบเครื่องมือ

7. สรุป

การทดสอบ AAS ทั้งสองครั้งพบว่า ถึงแม้ห้องปฏิบัติการต่างๆ จะใช้ตัวอย่างสารละลาย ซึ่งเป็นสารเนื้อเดียว แต่ผลการวิเคราะห์ยังคงมีความแปรปรวนสูงในบางธาตุ การทดสอบครั้งแรกพบว่า ผลการวิเคราะห์สังกะสีมีความแปรปรวนสูงที่สุดในบรรดาธาตุที่ทดสอบ (Fe Mn Cu Zn และ Mg) แต่การทดสอบครั้งที่ 2 กลับพบว่า ผลการวิเคราะห์สังกะสีมีความแปรปรวนในระดับที่ยอมรับได้ ในขณะที่ผลการวิเคราะห์แมงกานีสซึ่งไม่มีปัญหาในการทดสอบครั้งแรกกลับมีความแปรปรวนสูงที่สุดในบรรดาธาตุที่ทดสอบ (Fe Mn และ Zn)

การทดสอบทั้ง 6 รายการ คือ Base-line shift, Sensitivity shift, Signal stability, Precision of standard, Sensitivity, และ Calibration curve ล้วนพบว่ามีค่าต่างระหว่างห้องปฏิบัติการ และอาจเป็นสาเหตุให้ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างมีผิดพลาดได้ทั้งสิ้น Base-line shift และ Signal stability น่าจะไม่ใช่ปัญหาสำคัญ เนื่องจากพบว่า เครื่อง AAS ของทุกห้องปฏิบัติการไม่แสดงความผิดพลาดอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากเครื่องของห้องปฏิบัติการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งอาจเป็นปัญหาที่สามารถแก้ไขได้

8. เอกสารอ้างอิง

- Ewing, G.W. 1985 Instrumental Methods of Chemical Analysis, 5th ed. McGraw Hill, New York
- Skoog, D.A and Leary J.J. 1992. Principles of Instrumental Analysis, 4th ed. Saunders College Publishing Fort Worth.
- Peusok, R.L., Shields, L.D., Cairns, T, and McWilliam, I.G. 1976 Modern Methods of Chemical Analysis. 2nd ed. John Willy & Sons, New York.
- Perkin-Elmer, 1976. Operating Manual for AAS. Perkin-Elmer Co. Ltd.



การทดสอบประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการ ในเครือข่ายเสริม

- คำนำ
- วิธีการทดสอบ
- ผลการทดสอบ
- สรุปและข้อคิดเห็น

1. คำนำ

ปัจจุบันประเทศไทย มีห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชกระจายอยู่ทั่วไป ทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาค สังกัดมหาวิทยาลัยต่างๆ และองค์กรของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หลายห้องปฏิบัติการมีความพร้อมที่จะวิเคราะห์ดินทั้งตัวอย่างดินและตัวอย่างพืช บางแห่งวิเคราะห์ได้เฉพาะตัวอย่างดินและบางรายการเท่านั้น เนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องเครื่องมือ อุปกรณ์ที่จำเป็น รวมทั้งบุคลากร โครงการจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชที่ได้ดำเนินการมาเป็นระยะเวลา 2 ปี 6 เดือน มีคณะผู้ร่วมดำเนินการวิจัยจาก 6 ห้องปฏิบัติการที่เป็นเครือข่ายหลัก (รายชื่อปรากฏอยู่ในบทที่ 2) เป็นห้องปฏิบัติการที่มีความพร้อมในสารวิเคราะห์ทั้งตัวอย่างดินและตัวอย่างพืช จากนั้นได้รับห้องปฏิบัติการวิไลสนใจด้านการประกันคุณภาพเข้าร่วมเป็นเครือข่ายเสริมจำนวน 13 ห้องปฏิบัติการ (รายชื่อปรากฏอยู่ในบทที่ 2)

เครือข่ายหลักกับเครือข่ายเสริมได้มีวางความสัมพันธ์ และดำเนินกิจกรรมร่วมกันมาอย่างต่อเนื่อง เริ่มจากคณะนักวิจัยของเครือข่ายหลักได้ไปเยี่ยมชม สัมภาษณ์ และรับทราบข้อมูลเบื้องต้น เพื่อประเมินความพร้อมและศักยภาพในการให้บริการของห้องปฏิบัติการเครือข่ายเสริมทั้ง 13 แห่ง มีกิจกรรมเพื่อถ่ายทอดความรู้เทคโนโลยีทั้งในด้านเทคนิคการวิเคราะห์ การบริหารห้องปฏิบัติการ การประกันคุณภาพ การประเมินผลค่าวิเคราะห์ ในรูปการอบรมเชิงปฏิบัติการ 3 ครั้ง การสัมมนา 1 ครั้ง ทุกครั้งจะมีเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานจากห้องปฏิบัติการเครือข่ายเสริมได้เข้าร่วมการอบรม เรียนรู้เพิ่มทักษะ และมีส่วนร่วมโดยตลอด ซึ่งสำคัญได้ร่วมกิจกรรมในการประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการด้วย การวิเคราะห์ตัวอย่างอ้างอิงที่ทางโครงการจัดส่งให้

2. วิธีการทดสอบ

นอกจากการแลกเปลี่ยนตัวอย่างระหว่างห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักแล้ว ทางโครงการ ได้มีตัวอย่างอ้างอิงที่ได้เตรียมขึ้นทั้งดินและพืชส่งให้แก่ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมจำนวน 17 ห้องปฏิบัติการ วิเคราะห์ด้วย โดยทางโครงการ ได้จัดส่งตัวอย่างมีอินทรีย์ 21 เมษายน 2546 (ดินส่งตัวอย่างจาก มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ จ. นครศรีธรรมราช) และขอความร่วมมือห้องปฏิบัติการส่งผลการวิเคราะห์ภายใน 31 ตุลาคม 2546 ห้องปฏิบัติการที่ส่งผลการวิเคราะห์กลับคืนมาทั้งโครงการทั้งหมดมี 14 ห้องปฏิบัติการ รายการวิเคราะห์เป็นไปตามศักยภาพของแต่ละห้อง

ปฏิบัติภารกิจจะสามารถวิเคราะห์ได้ จากนั้นนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกับค่ารับรอง (certified value) ซึ่งทางโครงการจัดทำขึ้น (รายละเอียดการจัดทำอธิบายในข้อที่ 5)

3. ผลการทดสอบประสิทธิภาพ

3.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ตัวอย่างดินอ้างอิง

3.1.1 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ห้องปฏิบัติการที่ 05 และ 07 วัด pH ของดินโดยใช้อัตราส่วนดินน้ำ เท่ากับ 1:5 ส่วนห้องปฏิบัติการที่เหลือได้ตรวจสอบ 1:1 อย่างไรก็ตามพบว่า ผลการวิเคราะห์ด้วยอัตราส่วนต่างกันเหล่านี้มีผลการวิเคราะห์ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ค่ารับรองก็จัดทำขึ้นจากผลการวัด pH ทั้งอัตราส่วน 1:1 และ 1:2.5 ซึ่งพบว่าอัตราส่วนที่แตกต่างกันนี้ ไม่ทำให้ค่าที่วัดได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 7-1 ผลการวิเคราะห์ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมจำนวน 14 ห้องปฏิบัติการ และค่ารับรองของโครงการ ผลการวิเคราะห์ที่แสดงด้วยตัวอักษรสีแดงหมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่สูงหรือต่ำกว่าค่า $\text{mean} \pm 2SD$ ของค่ารับรอง

หมายเลข ห้องปฏิบัติการ	รหัสตัวอย่าง					
	Pr	Tk	Ki	Kh	Re	
01	7.3	7.5	6.8	4.9	3.7	
02	7.50	7.80	6.90	6.00	3.60	
03	7.16	7.20	6.52	4.33	3.51	
04	6.70	6.90	6.40	5.30	3.90	
05*	7.30	7.50	6.30	5.10	3.90	
06	7.57	7.78	6.76	4.94	3.91	
07*	7.51	7.50	6.95	5.34	4.00	
08	7.53	7.55	6.95	4.74	3.70	
09	6.46	6.66	6.23	4.38	2.47	
10	7.55	7.69	6.70	4.88	3.81	
11	6.73	7.02	6.36	6.10	4.10	
12	7.4	7.6	6.8	4.9	3.8	
13	6.60	6.91	6.30	5.30	3.70	
14	7.17	7.14	6.59	6.36	4.50	
ค่ารับรอง	mean	7.46	7.59	6.80	4.96	3.81
	SD	0.27	0.23	0.24	0.24	0.14

หมายเหตุ ห้องปฏิบัติการที่ 05 และ 07 วัดโดยใช้อัตราส่วนดินน้ำ เท่ากับ 1:5 ส่วนห้องปฏิบัติการที่เหลือใช้อัตราส่วน 1:1

ผลการทดสอบประสิทธิผลการวัด pH พบว่าห้องปฏิบัติการที่ 09 วัดค่า pH ได้ต่ำกว่าค่ารับรองอย่างมีนัยสำคัญทุกตัวอย่าง (นัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%) ห้องปฏิบัติการที่ 04 11 และ 13 วัดค่า pH ได้ต่ำกว่าค่ารับรองอย่างมีนัยสำคัญในกรณีใดก็ตาม ห้องปฏิบัติการที่ 03 วัดค่า pH ได้ต่ำกว่าค่ารับรองอย่างมีนัยสำคัญในกรณีใดก็ตาม ห้องปฏิบัติการที่วัดค่า pH ได้ถูกต้องและแม่นยำเมื่อเทียบกับค่ารับรองของตัวอย่างอ้างอิงคือ ห้องปฏิบัติการที่ 01 02 06 07 08 10 และ 12 รวม 7 ห้องปฏิบัติการ หรือเพียงครึ่งหนึ่งของจำนวนห้องปฏิบัติการทั้งหมดที่ส่งข้อมูลให้แก่วิศวกรรม (ตารางที่ 7-1)

3.1.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีเพียง 10 ห้องปฏิบัติการที่ส่งข้อมูลผลการวัดค่า EC ให้แก่วิศวกรรมฯ ทุกห้องปฏิบัติการวัดค่าการนำไฟฟ้าโดยใช้อัตราส่วน 1:5 ถึงแม้ว่า EC จะสามารถวัดได้ง่าย กระบวนการวัดไม่ใช่ความซับซ้อนใดๆ แต่พบว่ามีเพียง 2 ห้องปฏิบัติการเท่านั้นที่วัดค่า EC ได้ถูกต้องและแม่นยำเมื่อเทียบกับค่ารับรองของตัวอย่างอ้างอิง (ตารางที่ 7-2) ห้องปฏิบัติการที่ 03 รายงานผล EC ของตัวอย่างอ้างอิง Ki ต่ำมาก ทั้งๆ ที่ดินตัวอย่างนี้เป็นดินเค็ม คาดว่าน่าจะเกิดจากการเว้นที่กหรือรายงานหน่วยของการวัดผิดพลาด ห้องปฏิบัติการที่ 06 รายงานผลการวัดสูงกว่าค่ารับรองอย่างมีนัยสำคัญถึง 4 ค่า ส่วนห้องปฏิบัติการอื่นๆ รายงานผลต่างจากค่ารับรองอย่างมีนัยสำคัญในบางตัวอย่าง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าขาดความแม่นยำในการวัด

ตารางที่ 7-2 ผลการวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมจำนวน 10 ห้องปฏิบัติการ และค่ารับรองของวิศวกรรมฯ ผลการวิเคราะห์ที่แสดงด้วยตัวอักษรสีแดงหมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่สูงหรือต่ำกว่าค่า mean \pm 2SD ของค่ารับรอง ทุกห้องปฏิบัติการวัดโดยใช้อัตราส่วนดิน น้ำ เท่ากับ 1.5 (หน่วย mS/cm)

หมายเลข ห้องปฏิบัติการ	รหัสตัวอย่าง					
	Pc	Tk	Ki	Kh	Ra	
01	0.12	0.19	5.05	0.05	0.41	
02	0.1	0.16	4.1	0.02	0.34	
03	0.0942	0.1531	0.00443	0.0277	0.328	
04	0.08	0.14	4.42	0.02	0.3	
05	0.065	0.130	4.600	0.015	0.256	
06	0.21	0.289	5.46	0.165	0.435	
07	0.12	0.19	4.96	0.06	0.38	
09	0.17	0.22	5.31	0.02	0.41	
10	0.13	0.21	5.24	0.37	0.04	
14	0.1118	0.182	4.47	0.0232	0.327	
ค่ารับรอง	mean	0.12	0.17	4.97	0.023	0.36
	SD	0.02	0.01	0.45	0.004	0.03

3.1.3 อินทรีย์วัตถุและอินทรีย์คาร์บอน ทุกห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินทรีย์วัตถุหรืออินทรีย์คาร์บอนโดยวิธี Walkley&Black แต่วางานผลการวิเคราะห์แตกต่างกัน บางห้องปฏิบัติการรายงานผลเพียงค่าใดค่าหนึ่ง ในขณะที่มีทั้งโครงการฯ จะคำนวณแปลเป็นอีกค่าหนึ่ง โดยใช้สมมติฐานว่า อินทรีย์วัตถุประกอบด้วยอินทรีย์คาร์บอน 58 % เพื่อให้สามารถนำผลการวิเคราะห์มาใช้เปรียบเทียบระหว่างห้องปฏิบัติการได้ มีเพียง 4 ห้องปฏิบัติการจากทั้งหมด 14 ห้องปฏิบัติการ เท่านั้นที่ระบุได้ว่า สามารถวิเคราะห์ดินทรีย์คาร์บอนได้อย่างถูกต้องแม่นยำเมื่อเทียบกับค่ารับรองของตัวอย่างอ้างอิง (ห้องปฏิบัติการที่ 01 06 07 และ 08) ส่วนห้องปฏิบัติการที่ 09 ส่งข้อมูลให้ทางโครงการฯ เพียง 3 ตัวอย่างเท่านั้นที่สามารถนำมาพิจารณาได้ ห้องปฏิบัติการที่ 03 วิเคราะห์ได้ต่ำกว่าค่ารับรองอย่างมีนัยสำคัญทุกตัวอย่าง (ตารางที่ 7-3)

ตารางที่ 7-3 ผลการวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอนของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมจำนวน 14 ห้องปฏิบัติการ และค่ารับรองของโครงการฯ ผลการวิเคราะห์ที่แสดงด้วยตัวอักษรสีแดงหมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่สูงหรือต่ำกว่าค่า mean \pm 2SD ของค่ารับรอง ห้องปฏิบัติการที่รายงานผลเป็นค่าอินทรีย์วัตถุ ทางโครงการฯจะแปลเป็นค่าอินทรีย์คาร์บอนโดยใช้สมมติฐานว่า อินทรีย์วัตถุประกอบด้วยอินทรีย์คาร์บอน 58 % (หน่วย %)

หมายเลขห้องปฏิบัติการ	รหัสตัวอย่าง					
	Pc	Tk	Ki	Kh	Ra	
C1	1.01	2.60	0.23	0.67	1.72	
C2	0.76	2.27	0.13	0.36	1.61	
C3	0.76	2.30	0.12	0.42	1.43	
C4	1.00	2.48	0.21	0.56	1.43	
C5	0.77	1.84	0.21	0.53	1.21	
C6	1.01	2.54	0.21	0.70	1.66	
C7	1.04	2.76	0.23	0.74	1.80	
C8	0.90	2.66	0.19	0.63	1.75	
C9	0.95	2.53	0.23	nd	nd	
10	1.13	2.98	0.24	0.66	1.12	
11	1.33	2.76	0.23	0.61	1.90	
12	1.22	3.20	0.26	0.74	1.97	
13	1.10	2.71	0.20	0.70	2.12	
14	0.51	3.90	0.32	0.76	1.87	
ค่ารับรอง	mean	1.02	2.72	0.23	0.65	1.76
	SD	0.08	0.15	0.03	0.06	0.13

3.1.4 ไนโตรเจนทั้งหมด (total N) มีเพียง 7 ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมที่วิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดในตัวอย่างดิน ทุกห้องปฏิบัติการวิเคราะห์โดยวิธี Kjeldahl ผลการวิเคราะห์โดยวิธีนี้ไม่รวมสารระกษาไนเตรทที่อยู่ในดิน โดยทั่วไปพบว่า ผลการวิเคราะห์ใกล้เคียงกันในโตรเจนทั้งหมดที่อยู่ในดิน ยกเว้นดินที่ใส่ปุ๋ยเร่งเตวทใหม่ๆ ห้องปฏิบัติการที่ 01 และ 07 วิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดได้ถูกต้องและแม่นยำเมื่อเทียบกับค่ารับรองของตัวอย่างอ้างอิง ห้องปฏิบัติการที่ 03 มีผลการวิเคราะห์สูงกว่าค่ารับรองอย่างมีนัยสำคัญถึง 4 ตัวอย่าง ซึ่งบางตัวอย่างพบค่าสูงถึง 10 เท่าของค่ารับรอง และมักมีผลการวิเคราะห์สูงกว่าห้องปฏิบัติการอื่นๆ ในเครือข่ายเสริมด้วยเช่นกัน แสดงให้เห็นว่ากระบวนการวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดของห้องปฏิบัติการนี้ผิดปกติอย่างเห็นได้ชัด (ตารางที่ 7-4)

ตารางที่ 7-4 ผลการวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด (total N) ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมจำนวน 7 ห้องปฏิบัติการ และค่ารับรองของโครงการ ผลการวิเคราะห์ที่แสดงด้วยตัวอักษรสีแดงหมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่สูงหรือต่ำกว่าค่า mean \pm 2SD ของค่ารับรอง (หน่วย %)

หมายเลข ห้องปฏิบัติการ	รหัสตัวอย่าง					
	Pc	Tk	Ki	Kt	Ra	
01	0.09	0.24	0.01	0.05	0.12	
02	0.09	0.25	0.02	0.07	0.14	
03	0.81	2.30	0.03	0.37	0.33	
07	0.08	0.22	0.02	0.04	0.11	
11	0.099	0.252	0.014	0.042	0.138	
12	0.1037	0.232	0.0512	0.0381	0.1169	
14	0.093	0.189	0.021	0.036	0.100	
ค่ารับรอง	mean	0.088	0.239	0.017	0.042	0.110
	SD	0.007	0.021	0.002	0.002	0.008

3.1.5 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) ทุกห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์โดยวิธี Bray No.2 ถึงแม้จะเป็นดินต่าง (ตัวอย่าง Pc และ Tk) ห้องปฏิบัติการที่ 03 วิเคราะห์ได้ต่ำกว่าค่ารับรองอย่างมีนัยสำคัญทุกตัวอย่าง ห้องปฏิบัติการที่ 03 และ 14 วิเคราะห์ที่ได้ใกล้เคียงค่ารับรองในกรณีของตัวอย่างที่มีฟอสฟอรัสสูง (Pc และ Tk) แต่วิเคราะห์ที่ได้สูงกว่าค่ารับรองมากในกรณีตัวอย่างดินที่มีฟอสฟอรัสต่ำ (Ki, Kn และ Ra) ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 03 ต่ำมากและต่ำกว่าห้องปฏิบัติการอื่นๆ ในเครือข่ายเสริมทุกห้องปฏิบัติการในกรณีของตัวอย่างที่มีฟอสฟอรัสสูง (Pc และ Tk) แสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของห้องปฏิบัติการเหล่านี้ผิดปกติ มีเพียง 4 ห้องปฏิบัติการคือ ห้องปฏิบัติการที่ 04 10 12 และ 13 ที่มีผลการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่มีประโยชน์ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ เมื่อเทียบกับค่ารับรองของตัวอย่างอ้างอิง (ตารางที่ 7-5)

ตารางที่ 7-5 ผลการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมจำนวน 14 ห้องปฏิบัติการ และค่ารับรองของโครงการ ผลการวิเคราะห์ที่แสดงด้วยตัวอักษรสีแดงหมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่สูงหรือต่ำกว่าค่า mean \pm 2SD ของค่ารับรอง ทุกห้องปฏิบัติการวิเคราะห์โดยวิธี Bray No.2 (หน่วย mg-P/kg)

หมายเลขห้องปฏิบัติการ	รหัสตัวอย่าง					
	Pc	Tk	Ki	Kn	Ra	
01	20.5	27.6	1.8	2.5	1.8	
02	20.56	31.8	0.77	1.69	2.57	
03	21.45	33.85	2.90	8.73	5.55	
04	19.50	29.95	3.03	3.64	3.73	
05	13.33	21.41	0.91	1.36	1.11	
06	19.68	29.00	4.00	5.66	4.68	
07	19.06	22.33	3.00	4.94	4.66	
08	15.13	23.97	3.53	4.69	1.78	
09	3	2	2	nd	nd	
10	19	32	3	4	4	
12	19	28	3	4	3	
13	24	37	4	3	3	
14	23.0	32.4	2.1	5.6	5.3	
ค่ารับรอง	mean	19.92	31.25	2.93	3.82	3.37
	SD	2.20	3.61	0.61	0.61	0.94

3.1.6 กำมะถันที่เป็นประโยชน์ (available S) มีห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมเพียง 4 ห้องปฏิบัติการ ที่ส่งผลการวิเคราะห์กำมะถันกลับมายังโครงการฯ อย่างไรก็ตามทางโครงการฯ ไม่สามารถจัดทำค่ารับรองของตัวอย่างอ้างอิงได้ เนื่องจากผลการวิเคราะห์กำมะถันของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักมีความแปรปรวนสูงมาก และไม่มีผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการอ้างอิงมาเทียบเคียง ค่าที่ระบุไว้เป็นแถว mean เป็นค่ากลางของผลการวิเคราะห์ 2 – 4 ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลัก ไม่ใช่ค่าที่ทางโครงการฯ รับรอง ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 02 ในกรณีของตัวอย่าง Ki Kh และ Ra แตกต่างไปจากห้องปฏิบัติการอื่นมากอย่างน่าสงสัย แต่ไม่อาจระบุได้ว่าเป็นผลการวิเคราะห์ที่มีผิดปกติ (ตารางที่ 7-6)

ตารางที่ 7-6 ผลการวิเคราะห์กำมะถันที่เป็นประโยชน์ ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมจำนวน 4 ห้องปฏิบัติการ ค่าในแถว mean เป็นค่ากลางของผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลัก 2-4 ห้องปฏิบัติการ ไม่ใช่ค่ารับรองของโครงการฯ ผลการวิเคราะห์ที่แสดงด้วยตัวอักษรสีแดงหมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างไปจากห้องปฏิบัติการอื่นมากอย่างน่าสงสัย (หน่วย mg-S/kg)

หมายเลข ห้องปฏิบัติการ	รหัสตัวอย่าง				
	Pc	Tk	Ki	Kh	Ra
01	50	12.5	68.8	12.5	468.8
02	58.37	8.55	169.53	60.18	1,728
07	14.34	14	46.6	9.46	494.5
12	5	7	41	7	650
mean	13	14	44	9	384

3.1.7 โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exc. Na) โซเดียมไม่ได้เป็นธาตุอาหารพืช ทำให้ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมหลายห้องปฏิบัติการ เนื่องจากเห็นว่าไม่มีความจำเป็นจึงใช้ข้อมูลในการจัดการธาตุอาหาร ทุกห้องปฏิบัติการที่ส่งข้อมูลมาส่งโครงการฯ ระบุว่าใช้วิธีสกัดด้วยสารละลาย 1 M NH₄OAc pH 7 เหมือนกัน ห้องปฏิบัติการที่ 01 วิเคราะห์ความเข้มข้นด้วย flame photometer ห้องปฏิบัติการที่ 04 07 11 และ 14 วิเคราะห์ด้วยเครื่อง AAS ส่วนห้องปฏิบัติการที่ 02 ไม่ระบุวิธีที่ใช้ โซเดียมเป็นธาตุที่มีความไวสูงสำหรับการวิเคราะห์ความเข้มข้นตั้งแต่ 2 วิี โดยเฉพาะการวิเคราะห์ด้วย AAS อาจต้องเจือจางสารละลายหลายเท่า จึงจะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการวัด นอกจากนี้โซเดียมเป็นธาตุที่มีอยู่มากในธรรมชาติทำให้เกิดการรบกวนได้ง่าย ด้วยเหตุนี้ทำให้ผลการวิเคราะห์โซเดียมมีความแปรปรวนสูง ทางโครงการฯ ไม่สามารถจัดทำค่ารับรองได้ แต่ได้นำผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักและห้องปฏิบัติการข้างเคียงมาจัดทำเป็นค่าแนะนำ (consensus value) แทน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริม

ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมทั้ง 6 ห้องปฏิบัติการ ที่ส่งผลการวิเคราะห์มาส่งโครงการฯ พบว่า ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 01 07 และ 11 อยู่ในระดับเดียวกับค่าแนะนำทุกตัวอย่าง ส่วนห้องปฏิบัติการที่เหลือมีผลการวิเคราะห์ในบางตัวอย่างแตกต่างจากค่าแนะนำมาก จึงสงสัยว่าจะเป็นค่าที่ผิดปกติ (ตารางที่ 7-7)

ตารางที่ 7-7 ผลการวิเคราะห์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมจำนวน 6 ห้องปฏิบัติการ และค่าแนะนำของโครงการฯ ผลการวิเคราะห์ที่แสดงด้วยตัวอักษรสีแดงหมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่สูงหรือต่ำกว่าค่า mean \pm 2SD ของค่าแนะนำ (consensus value) (หน่วย mg/kg)

หมายเลข ห้องปฏิบัติการ	รหัสตัวอย่าง				
	Pe	Tk	K1	Kh	Ru
01	25.9	26.8	5104.1	19.4	124
02	79	83	7.687	71	172
04	93.89	120.09	6,532.00	95.90	170.15
07	12.81	18.46	5,960	4.88	125.17
11	13	14	4,311	21	76
14	77.0	65.4	7035	80.5	219.5
mean	48	48	5,218	41	131
SD	24	25	923	19	25

3.1.8 โฟสเฟสที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K) หักง่ปฏิบัติกาที่ดว้ทั้งหมดที่ส่งผลกาวิเคราะห์มายังโครงการ ให้บริการวิเคราะห์โฟสเฟสที่แลกเปลี่ยนโดยวิธีสกัดด้วยสารละลาย 1 M NH₄OAc pH 7 แล้ววิเคราะห์ความเข้มข้นในสารละลายที่สกัดได้ด้วยเครื่อง flame photometer (ห้องปฏิบัติการที่ 01 05 10 12 และ 13) หรือเครื่อง AAS (ห้องปฏิบัติการที่ 03 04 07 09 11 และ 14) ส่วนห้องปฏิบัติการที่ 02 และ 08 ไม่ระบุวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์

โดยทั่วไปพบว่า ผลกาวิเคราะห์โฟสเฟสที่แลกเปลี่ยนแปรปรวนอยู่ในช่วงแคบๆ ผลกาวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 02 สูงกว่าค่ารับรองอย่างมีนัยสำคัญทุกตัวอย่ง แสดงให้เห็นวากระบวนการวิเคราะห์มีความผิดปกติ ห้องปฏิบัติการที่ 01 03 04 05 09 11 12 และ 13 มีผลกาวิเคราะห์ที่ต่างไปจากค่ารับรองอย่างมีนัยสำคัญในบางตัวอย่ง แสดงให้เห็นว่าห้องปฏิบัติการเหล่านี้ควรตรวจสอบความแม่นยำ ในกาวิเคราะห์ มีเพียง 4 ห้องปฏิบัติการคือ ห้องปฏิบัติการที่ 07 08 10 และ 14 ที่มีผลกาวิเคราะห์ถูกต้องและแม่นยำเมื่อเทียบกับค่ารับรองตัวอย่งอ้างอิง (ร้อยละ 31 ของห้องปฏิบัติการทั้งหมดที่ส่งข้อมูลให้ทางโครงการ) (ตารางที่ 7-8)

ตารางที่ 7-8 ผลกาวิเคราะห์โฟสเฟสที่แลกเปลี่ยนได้ ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมจำนวน 13 ห้องปฏิบัติการ และค่ารับรองของโครงการ ผลกาวิเคราะห์ที่แสดงด้วยตัวอักษรสีแดงหมายถึง ผลกาวิเคราะห์ที่สูงหรือต่ำกว่าค่า mean \pm 2SD ของค่ารับรอง (หน่วย mg/kg)

หมายเลข ห้องปฏิบัติการ	ผลจำตัวอย่าง					
	Pc	Tk	Kt	Kn	Ra	
01	188	482	23.5	39	82	
02	238	312	87.0	123	163	
03	175	230	30	55	80	
04	192	253	103.0	35	75	
06	268	331	22	37	107	
07	207	272	26	34	87	
08	168	217	19	30	64	
09	212	231	72.0	73	111	
10	166	220	20	35	59	
11	221	264	26	43	77	
12	170	264	20	44	68	
13	222	296	31	40	73	
14	186	247	22	25	79	
ค่ารับรอง	mean	187	239	26.8	32.8	74.4
	SD	18	27	5.7	4.5	8.2

3.1.9 แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Ca) ห้องปฏิบัติการต่างๆ ในเครือข่ายเสริมวิเคราะห์ แคลเซียมโดยวิธีสกัดด้วยสารละลาย 1 M NH₄OAc pH 7 แล้ววิเคราะห์ความเข้มข้นด้วยเครื่อง AAS ยกเว้นห้องปฏิบัติการที่ 02 ซึ่งวิเคราะห์โดยวิธีโฟโตเมตริก ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 02 ต่ำกว่าค่ารับรองอย่างมีนัยสำคัญ โหมดนี้ของดินต่าง (Pc และ Tk) แคลเซียมสูงกว่าค่ารับรองอย่างมีนัยสำคัญในกรณีของดินกรด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการใช้วิธีวิเคราะห์ที่ขาดความแม่นยำ ห้องปฏิบัติการที่ 01 03 06 09 11 และ 13 มีผลการวิเคราะห์ที่ต่างไปจากค่ารับรองอย่างมีนัยสำคัญในบางตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่าห้องปฏิบัติการเหล่านี้ควรตรวจสอบความแม่นยำในการวิเคราะห์ มีเพียง 4 ห้องปฏิบัติการคือ ห้องปฏิบัติการที่ 04 07 12 และ 14 ที่มีผลการวิเคราะห์ถูกต้องและแม่นยำเมื่อเทียบกับค่ารับรองของตัวอย่างอ้างอิง (ร้อยละ 36 ของห้องปฏิบัติการทั้งหมดที่ส่งข้อมูลให้ทางโครงการฯ) (ตารางที่ 7-9)

ตารางที่ 7-9 ผลการวิเคราะห์แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมจำนวน 11 ห้องปฏิบัติการ และค่ารับรองของโครงการฯ ผลการวิเคราะห์ที่แสดงด้วยตัวอักษรสีแดงหมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่สูงหรือต่ำกว่าค่า mean \pm 2SD ของค่ารับรอง (หน่วย mg/kg)

หมายเลข ห้องปฏิบัติการ	รหัสตัวอย่าง					
	Pc	Tk	Kc	Kb	Ra	
01	3,170	6,243	520	53	112	
02	1,397	2,652	741	537	672	
03	2,678	2,403	45	48.8	252.8	
04	3,029	9,313	584	57	260	
06	2,739	7,154	478	127	236	
07	3,310	8,664	495	61	239	
09	3,921	232	370	74	194	
11	2,057	7,658	555	127	241	
12	2,776	9,619	513	46	206	
13	2,604	7,076	716	101	244	
14	2,726	7,438	430	66.4	173	
ค่ารับรอง	mean	3,125	8,068	498	58	230
	SD	291	872	47	8	30

3.1.10 แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Mg) ห้องปฏิบัติการต่างๆ ในเครือข่ายเสริมวิเคราะห์แมกนีเซียมโดยวิธีสกัดด้วย 1 M NH₄OAc pH 7 แล้ววิเคราะห์ความเข้มข้นด้วยเครื่อง AAS ยกเว้นห้องปฏิบัติการที่ 02 ซึ่งวิเคราะห์โดยวิธีโพแทสเซียม ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 02 และ 09 สูงกว่าค่ารับรองอย่างมีนัยสำคัญในทุกตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่ากระบวนการวิเคราะห์ผิดปกติ ควรดำเนินการตรวจสอบและปรับปรุงหรือแก้ไข ส่วนห้องปฏิบัติการที่ 01 03 04 06 และ 11 มีผลการวิเคราะห์ต่างไปจากค่ารับรองอย่างมีนัยสำคัญในบางตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่าห้องปฏิบัติการเหล่านี้ควรตรวจสอบความแม่นยำในการวิเคราะห์ มีเพียง 4 ห้องปฏิบัติการคือ ห้องปฏิบัติการที่ 07 12 13 และ 14 ที่มีผลการวิเคราะห์ถูกต้องและแม่นยำเมื่อเทียบกับค่ารับรองของตัวอย่างอ้างอิง (ร้อยละ 36 ของห้องปฏิบัติการทั้งหมดที่ส่งข้อมูลให้ทางโครงการฯ) (ตารางที่ 7-10)

ตารางที่ 7-10 ผลการวิเคราะห์แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมจำนวน 11 ห้องปฏิบัติการ และค่ารับรองของโครงการฯ ผลการวิเคราะห์ที่แสดงด้วยตัวอักษรสีแดงหมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่สูงหรือต่ำกว่าค่า mean \pm 2SD ของค่ารับรอง (หน่วย mg/kg)

หมายเลข ห้องปฏิบัติการ	รหัสตัวอย่าง					
	Pc	Tr	Ki	Kh	Ra	
01	195.3	227.6	35.7	33.2	142.1	
02	706	929	397	392	478	
03	111.50	214.00	1.60	25.25	141.25	
04	266.15	232.90	50.66	35.82	133.29	
06	352	191	61	27	213	
07	190.26	244.65	36.5	28.69	139.65	
09	321	343	169	162	297	
11	151	171	45	31	128	
12	175.0	211.5	32.8	29.2	139.8	
13	153	190	36.9	26	116	
14	188.5	233.0	37.0	26.0	159.0	
ค่ารับรอง	mean	169	213	32.5	25.9	131
	SD	15	22	3.6	3.1	16

3.1.11 ความจุแคตไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ (CEC) มีเพียง 6 ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมที่ส่งผลการวิเคราะห์ CEC ของตัวอย่างดินค้างถึงมายังโครงการฯ ทุกห้องปฏิบัติการได้รับวิเคราะห์เดียวกันคือ แทนที่แคตไอออนในดินด้วย NH_4^+ ส่วนเกินเป็นออกแทนที่ NH_4^+ แล้วล้างหาปริมาณ NH_4^+ ที่จับติดซับไว้ โดยทั่วไปพบว่า ผลการวิเคราะห์ไม่มีความแปรปรวนระหว่างห้องปฏิบัติการมากนัก ไม่มีห้องปฏิบัติการใดที่มีผลการวิเคราะห์ต่างไปจากค่ารับรองทั้ง 5 ตัวอย่าง และพบว่า ผลการวิเคราะห์ของทุกห้องปฏิบัติการสำหรับตัวอย่าง Tk และ Ki ไม่แตกต่างจากค่ารับรองอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับตัวอย่าง Kh พบว่า ผลการวิเคราะห์ต่างจากค่ารับรองอย่างมีนัยสำคัญมากถึง 4 ห้องปฏิบัติการ อาจเนื่องมาจากดินตัวอย่างนี้ค่า CEC ต่ำ ทำให้ผลการวิเคราะห์ขาดความแม่นยำ ห้องปฏิบัติการที่ 02 และ 14 ที่มีผลการวิเคราะห์ถูกต้องและแม่นยำเมื่อเทียบกับค่ารับรองของตัวอย่างค้างอิง (ร้อยละ 33 ของห้องปฏิบัติการทั้งหมดที่ส่งข้อมูลให้ทางโครงการฯ) (ตารางที่ 7-11)

ตารางที่ 7-11 ผลการวิเคราะห์ความจุแคตไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมจำนวน 6 ห้องปฏิบัติการ และค่ารับรองของโครงการฯ ผลการวิเคราะห์ที่แสดงด้วยตัวอักษรสีแดงหมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่สูงหรือต่ำกว่าค่า $mean \pm 2SD$ ของค่ารับรอง (หน่วย $cmol(-)/kg$)

หมายเลข ห้องปฏิบัติการ	รหัสตัวอย่าง					
	Pc	Tk	Ki	Kh	Ra	
01	16.3	36.5	4.3	4.8	19.3	
02	11.2	28.33	3.67	3.07	23.93	
03	32.16	36.00	4.85	4.40	20.75	
04	9.40	26.60	2.70	1.67	2.96	
11	16.52	36.52	4.94	4.7	20.28	
14	14.48	23.03	3.27	2.51	15.5	
ค่ารับรอง	mean	12.9	31.4	3.8	2.7	15.6
	SD	2.1	6.6	0.6	0.4	4.6

3.1.12 เหล็กที่สกัดได้ด้วยสารละลาย DTPA (DTPA extractable Fe) จากห้องปฏิบัติการที่ส่งข้อมูลมายังโครงการฯ วิเคราะห์เหล็กด้วยวิธีเดียวกัน คือ สกัดเหล็กที่อยู่ในดินด้วยสารละลาย DTPA แล้ววิเคราะห์ความเข้มข้นที่สกัดได้ด้วยเครื่อง AAS ทางโครงการฯ ไม่สามารถจัดทำค่ารับรองสำหรับตัวอย่าง Ra ได้ เนื่องจากผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครื่องหลักมีความแปรปรวนสูง และแตกต่างจากผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงมาก ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครื่องหลักเสริมมีความแปรปรวนค่อนข้างสูงเช่นเดียวกัน ผลการวิเคราะห์ตัวอย่าง Ki ของห้องปฏิบัติการในเครื่องหลักเกือบทุกห้องปฏิบัติการ (ยกเว้นห้องปฏิบัติการที่ 13) แตกต่างจากค่ารับรองอย่างมีนัยสำคัญ ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 03 และ 14 แตกต่างจากค่ารับรองอย่างมีนัยสำคัญทุกตัวอย่าง (ไม่รวมตัวอย่าง Ra) มีเพียงห้องปฏิบัติการที่ 13 เพียงห้องปฏิบัติการเดียวที่มีผลการวิเคราะห์ถูกต้องและแม่นยำเมื่อเทียบกับค่ารับรองของตัวอย่างอ้างอิง (ร้อยละ 12 ของห้องปฏิบัติการทั้งหมดที่ส่งข้อมูลให้ทางโครงการฯ) (ตารางที่ 7-12)

ตารางที่ 7-12 ผลการวิเคราะห์เหล็กที่สกัดได้ด้วยสารละลาย DTPA ของห้องปฏิบัติการในเครื่องหลักจำนวน 8 ห้องปฏิบัติการ และค่ารับรองของโครงการฯ ผลการวิเคราะห์ที่แสดงด้วยตัวอักษรสีแดงหมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่สูงหรือต่ำกว่าค่า $\text{mean} \pm 2SD$ ของค่ารับรอง ยกเว้นตัวอย่าง Ra หมายถึง ค่าที่แตกต่างไปจากค่าแนะนำของโครงการฯ(ตัวอักษรสีน้ำเงิน) และห้องปฏิบัติการอื่น ๆ มากอย่างน่าสงสัย (หน่วย mg/kg)

หมายเลข ห้องปฏิบัติการ	รหัสตัวอย่าง					
	Pc	Tk	Ki	Kh	Ra	
01	2.30	7.50	17.10	103.80	80.60	
03	12.80	25.50	77.50	88.90	104.30	
04	2.53	6.79	51.73	6.01	24.92	
07	4.95	13.05	12.83	20.36	67.57	
11	5.45	10.46	12.95	74.26	96.99	
12	5.00	15.00	12.00	60.00	24.00	
13	3.61	9.85	9.97	65.80	28.50	
14	8.90	30.00	36.33	304.00	272.75	
ค่ารับรอง	mean	3.35	9.90	8.69	53.52	44.3
	SD	0.76	1.03	1.11	10.99	

3.1.13 แอมงานีสที่สกัดได้ด้วยสารละลาย DTPA (DTPA extractable Mn) ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักส่วนใหญ่แตกต่างจากค่ารับรองอย่างมีนัยสำคัญในกรณีตัวอย่าง Ki และ Kh ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากตัวอย่างทั้งสองมีความเข้มข้นของแอมงานีสต่ำ ทำให้วิเคราะห์ให้แม่นยำได้ยาก ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 14 แตกต่างจากค่ารับรองอย่างมีนัยสำคัญทุกตัวอย่าง ไม่รวมตัวอย่าง Ra ซึ่งผลการวิเคราะห์น่าจะสงสัยเช่นกัน ไม่มีห้องปฏิบัติการใดเลยที่สามารถวิเคราะห์แอมงานีสที่ดูดซับและแม่นยำเมื่อเทียบกับค่ารับรองหรือแนะนำของโครงการฯ (ตารางที่ 7-13)

ตารางที่ 7-13 ผลการวิเคราะห์แอมงานีสที่สกัดได้ด้วยสารละลาย DTPA ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมจำนวน 8 ห้องปฏิบัติการ และค่ารับรองของโครงการฯ ผลการวิเคราะห์ที่แสดงด้วยตัวอักษรสีแดงหมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่สูงหรือต่ำกว่าค่า $mean \pm 2SD$ ของค่ารับรอง ยกเว้นตัวอย่าง Ra หมายถึง ค่าที่แตกต่างไปจากค่าแนะนำของโครงการฯ(ตัวอักษรสีน้ำเงิน) และห้องปฏิบัติการอื่นๆ มากอย่างน่าสงสัย (หน่วย mg/kg)

หมายเลข ห้องปฏิบัติการ	รหัสตัวอย่าง					
	Pc	Tk	Ki	Kh	Ra	
01	15.8	9.6	6.9	0.7	5.5	
03	47.40	47.90	2.03	1.06	30.14	
04	23.970	25.840	0.851	1.253	1.730	
07	31.31	32.03	2.16	1.37	9.61	
11	29.39	28.41	2.29	1.2	21.25	
12	25.7	23	2	1.3	6.3	
13	26	23.5	1.82	5.4	5.66	
14	144.5	134.26	8.5	5.62	50	
ค่ารับรอง	mean	24.0	22.8	1.65	0.95	11.72
	SD	5.5	6.2	0.15	0.13	

3.1.14 ทองแดงที่สกัดได้ด้วยสารละลาย DTPA (DTPA extractable Cu) มีเพียงห้องปฏิบัติการที่ 07 เพียงห้องปฏิบัติการเดียวที่มีผลการวิเคราะห์ถูกต้องและแม่นยำเมื่อเทียบกับค่ารับรองและค่าแนะนำของตัวอย่างอ้างอิง ส่วนผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่เหลือแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในตัวอย่างใดตัวอย่างหนึ่ง (ตารางที่ 7-14)

ตารางที่ 7-14 ผลการวิเคราะห์ของแดงที่สกัดได้ด้วยสารละลาย DTPA ของห้องปฏิบัติการในเครื่องขยายเสริมจำนวน 7 ห้องปฏิบัติการ และค่ารับรองของโครงการฯ ผลการวิเคราะห์ที่แสดงด้วยตัวอักษรสีแดงหมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่สูงหรือต่ำกว่าค่า $\text{mean} \pm 2\text{SD}$ ของค่ารับรอง ยกเว้นตัวอย่าง Ra หมายถึง ค่าที่แตกต่างกันไปจากค่าแนะนำของโครงการฯ (ตัวอักษรสีน้ำเงิน) และห้องปฏิบัติการอื่น ๆ มากอย่างน่าสงสัย (หน่วย mg/kg)

หมายเลข ห้องปฏิบัติการ	รหัสตัวอย่าง					
	Pc	Tk	Ki	Kn	Ra	
01	1.4	4.5	0.4	0.3	0.3	
03	1.95	5.35	0.53	0.26	0.35	
04	1.073	4.007	0.133	0.350	0.047	
07	1.31	4.3	0.38	0.26	0.27	
11	1.14	3.36	0.26	0.18	0.56	
12	1.32	4.62	0.38	0.22	0.02	
13	1.06	3.42	0.31	0.14	0.02	
ค่ารับรอง	mean	1.27	3.63	0.38	0.19	0.25
	SD	0.16	0.48	0.05	0.04	

3.1.15 สังกะสีที่สกัดได้ด้วยสารละลาย DTPA (DTPA extractable Zn) ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการ ที่ 01 07 12 และ 13 มีความถูกต้องและแม่นยำเมื่อเทียบกับค่ารับรองของตัวอย่างอ้างอิงทั้ง 4 ตัวอย่าง (ไม่รวมตัวอย่าง Ra) ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 11 ต่ำกว่าค่ารับรองของตัวอย่างอ้างอิง Po Tk และ Ki อย่างมีนัยสำคัญ และต่ำกว่าห้องปฏิบัติการอื่นๆ แสดงให้เห็นว่ากระบวนการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการนี้ผิดปกติ (ตารางที่ 7-15)

ตารางที่ 7-15 ผลการวิเคราะห์สังกะสีที่สกัดได้ด้วยสารละลาย DTPA ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมจำนวน 6 ห้องปฏิบัติการ และค่ารับรองของโครงการ ผลการวิเคราะห์ที่แสดงด้วยตัวอักษรสีแดงหมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่สูงหรือต่ำกว่าค่า $mean \pm 2SD$ ของค่ารับรอง ยกเว้นตัวอย่าง Ra หมายถึง ค่าที่แตกต่างกันไปจากค่าแนะนำของโครงการ(ตัวอักษรสีน้ำเงิน) และห้องปฏิบัติการอื่นๆ มากอย่างมาสงสัย (หน่วย mg/kg)

หมายเลข ห้องปฏิบัติการ	รหัสตัวอย่าง					
	Po	Tk	Ki	Ka	Ra	
01	2.0	1.3	0.3	0.2	0.5	
04	1.386	0.799	0.041	0.216	0.147	
07	2.16	1.09	0.26	0.16	0.6	
11	0.77	0.13	0.07	1r	0.14	
12	1.68	0.79	0.21	0.09	0.13	
13	1.47	0.79	0.25	0.11	0.2	
ค่ารับรอง	mean	1.82	0.98	0.27	0.11	0.45
	SD	0.28	0.16	0.07	0.03	

3.1.16 โบรอน ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมที่ให้บริการวิเคราะห์โบรอนมีเพียง 2 ห้องปฏิบัติการ ส่วนห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักมีเพียงห้องปฏิบัติการเดียว ผลการวิเคราะห์แปรปรวนอยู่ในช่วงกว้าง แต่มีข้อมูลไม่มากพอที่จะระบุว่าผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการใดผิดปกติ ค่าที่ระบุไว้ในแถว CIRAD เป็นผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอ้างอิงต่างประเทศ แต่ไม่สามารถรับรองได้ว่าเป็นค่าที่ถูกต้อง (ตารางที่ 7-16)

ตารางที่ 7-16 ผลการวิเคราะห์โบรอน ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมจำนวน 2 ห้องปฏิบัติการ (หน่วย mg/kg)

หมายเลข ห้องปฏิบัติการ	รหัสตัวอย่าง				
	Po	Tk	Ki	Kh	Ra
01	10	2.5	6.3	2.5	25
13	0.64	1.18	0.32	2.03	1.66
CIRAD	0.36	0.59	0.20	0.24	0.59

3.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ตัวอย่างพืชอ้างอิง

ทางโครงการฯ ได้ส่งตัวอย่างพืชอ้างอิงให้แก่ห้องปฏิบัติการต่างๆ ในเครือข่ายเสริมเพิ่มตัวอย่างเดียว ทำให้ไม่สามารถทดสอบความแม่นยำ (precision) ในการวิเคราะห์ได้ การทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ (performance test) ในครั้งนี้จึงเป็นเพียงการทดสอบความถูกต้อง (accuracy) โดยใช้ค่ารับรองที่ทางโครงการฯ จัดทำขึ้นเป็นเกณฑ์ และทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอื่นๆ ในเครือข่ายเสริมตัว/กันมาเปรียบเทียบ

3.2.1 ไนโตรเจน ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมที่ส่งผลการวิเคราะห์ไนโตรเจนในพืชกล้วยไม้ยังโครงการมี 9 ห้องปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการที่ 05 วิเคราะห์โดยวิธี modified Kjeldahl (included nitrate) ในขณะที่ห้องปฏิบัติการอื่นๆ ที่เหลือวิเคราะห์โดยวิธี conventional Kjeldahl ด้วยเหตุนี้อาจเป็นสาเหตุให้ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 05 สูงกว่าห้องปฏิบัติการอื่นๆ แต่ไม่แตกต่างจากค่ารับรองของทางโครงการฯ อย่างมีนัยสำคัญ ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 06 ต่ำกว่าห้องปฏิบัติการอื่นๆ และต่ำกว่าค่ารับรองของทางโครงการฯ อย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่า ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการนี้ผิดปกติ ควรตรวจสอบสาเหตุและปรับปรุงแก้ไข (ตารางที่ 7-17)

3.2.2 ฟอสฟอรัส ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมที่ส่งผลการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในพืชกล้วยไม้ยังโครงการมีทั้งหมด 10 ห้องปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการที่ 01 ย่อยตัวอย่างด้วยกรด H_2SO_4 ห้องปฏิบัติการที่ 04 ย่อยตัวอย่างด้วยกรดผสม $HNO_3/H_2SO_4/HClO_4$ อัตราส่วน 5:1:2 ส่วนห้องปฏิบัติการอื่นๆ ที่เหลือย่อยตัวอย่างด้วยกรดผสม $HNO_3/HClO_4$ แต่ใช้อัตราส่วนแตกต่างกันหลายอัตรา เช่น 5:1 2:1 5:1 และ 3:5 เป็นต้น ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 04 06 07 และ 10 ต่างไปจากค่ารับรองของทางโครงการฯ อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 07 พบว่าสูงผิดปกติมาก แสดงให้เห็นว่ามีความผิดปกติในระบบการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสของห้องปฏิบัติการนี้ (ตารางที่ 7-17)

3.2.3 โพแทสเซียม ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมที่ส่งผลการวิเคราะห์โพแทสเซียมในพืชกล้วยไม้ยังโครงการมีทั้งหมด 10 ห้องปฏิบัติการ ทุกห้องปฏิบัติการย่อยตัวอย่างโดยวิธีเดียวกับการย่อยตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์ฟอสฟอรัส และวิเคราะห์ความเข้มข้นในสารละลายที่ได้จากการย่อยด้วยเครื่อง flame photometer หรือ AAS ผลการวิเคราะห์พบว่า มีเพียง 2 ห้องปฏิบัติการเท่านั้นที่มีผลการวิเคราะห์แตกต่างไปจากค่ารับรองของทางโครงการฯ อย่างมีนัยสำคัญ (ห้องปฏิบัติการที่ 02 และ 06) (ตารางที่ 7-17)

3.2.4 แคลเซียม ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมที่ส่งผลการวิเคราะห์แคลเซียมในพืชกล้วยไม้ยังโครงการมีทั้งหมด 8 ห้องปฏิบัติการ ทุกห้องปฏิบัติการย่อยตัวอย่างโดยวิธีเดียวกับการย่อยตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์ฟอสฟอรัส และวิเคราะห์ความเข้มข้นในสารละลายที่ได้จากการย่อยด้วยเครื่อง AAS ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 01 03 และ 08 แตกต่างไปจากค่ารับรองของทางโครงการฯ อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 01 ต่ำผิดปกติมาก ในขณะที่ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 03 สูงผิดปกติมาก ทั้งสองห้องปฏิบัติการนี้ควรตรวจสอบสาเหตุข้อบกพร่องของกระบวนการวิเคราะห์แคลเซียม (ตารางที่ 7-17)

3.2.5 แมกนีเซียม ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมที่ส่งผลการวิเคราะห์แมกนีเซียมในพืชกลับมายังโครงการมีทั้งหมด 8 ห้องปฏิบัติการ ทุกห้องปฏิบัติการย่อยตัวอย่างโดยวิธีเดียวกับกรย่อยตัวอย่าง เพื่อการวิเคราะห์ฟอสฟอรัส และวิเคราะห์ความเข้มข้นในสารละลายที่ได้จากการย่อยด้วยเครื่อง AAS ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 01 04 08 และ 09 แตกต่างไปจากค่ารับรองของทางโครงการ อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 06 สูงผิดปกติมาก ห้องปฏิบัติการนี้ควรตรวจสอบสาเหตุข้อบกพร่องของกระบวนการวิเคราะห์แมกนีเซียมที่เกิดขึ้น (ตารางที่ 7-17)

3.2.6 กำมะถัน มีห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมเพียง 3 ห้องปฏิบัติการ ที่ส่งผลการวิเคราะห์กำมะถันมายังโครงการ ทุกห้องปฏิบัติการย่อยตัวอย่างด้วยกรดผสม $\text{HNO}_3/\text{HClO}_4$ โดยใช้อัตราส่วนที่แตกต่างกันออกไปเช่นเดียวกับ การวิเคราะห์ฟอสฟอรัส และวิเคราะห์ความเข้มข้นด้วยเครื่อง spectrophotometer ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการทั้งสามไม่แตกต่างไปจากค่ารับรองของทางโครงการ อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 7-17)

3.2.7 เหล็ก ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมที่ส่งผลการวิเคราะห์เหล็กในพืชกลับมายังโครงการมีทั้งหมด 7 ห้องปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการที่ 09 ทำลายอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างโดยการเผาที่อุณหภูมิ 400 °C นาน 1 ชั่วโมง ส่วนห้องปฏิบัติการอื่นๆ ก็เลือกใช้วิธีย่อยด้วยกรดผสม $\text{HNO}_3/\text{HClO}_4$ โดยใช้อัตราส่วนที่แตกต่างกันออกไปเช่นเดียวกับ การวิเคราะห์ฟอสฟอรัส ทุกห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ความเข้มข้นในสารละลายที่ได้ด้วยเครื่อง AAS ผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการมีความแปรปรวนสูงมาก โดยพบว่า มีเพียงผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 05 เท่านั้น ที่มีค่าไม่แตกต่างไปจากค่ารับรองของทางโครงการอย่างมีนัยสำคัญ ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 10 ต่ำผิดปกติมาก ในขณะที่ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 08 สูงผิดปกติมาก (ตารางที่ 7-17)

3.2.8 แมงกานีส ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมที่ส่งผลการวิเคราะห์แมงกานีสในพืชกลับมายังโครงการมีทั้งหมด 7 ห้องปฏิบัติการ ทุกห้องปฏิบัติการทำลายอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างและวิเคราะห์ความเข้มข้นด้วยวิธีเดียวกับ การวิเคราะห์เหล็ก ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 09 19 และ 10 แตกต่างไปจากค่ารับรองของทางโครงการ อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 09 และ 10 มีค่าต่ำผิดปกติมาก ห้องปฏิบัติการทั้งสองนี้ควรตรวจสอบสาเหตุข้อบกพร่องของกระบวนการวิเคราะห์แมงกานีสที่เกิดขึ้น (ตารางที่ 7-17)

3.2.9 ทองแดง ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมที่ส่งผลการวิเคราะห์ทองแดงในพืชกลับมายังโครงการมีทั้งหมด 6 ห้องปฏิบัติการ ทุกห้องปฏิบัติการทำลายอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างและวิเคราะห์ความเข้มข้นด้วยวิธีเดียวกับ การวิเคราะห์เหล็ก ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 01 03 และ 05 ไม่แตกต่างไปจากค่ารับรองของทางโครงการ อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 04 สูงกว่าค่ารับรองกว่า 3 เท่า แสดงให้เห็นว่ากระบวนการวิเคราะห์ทองแดงของห้องปฏิบัติการนี้มีปัญหา ควรค้นหาสาเหตุและดำเนินการแก้ไข ห้องปฏิบัติการที่ 08 รายงานว่าความเข้มข้นของทองแดงต่ำไม่สามารถตรวจวัดได้ แสดงให้เห็นว่ากระบวนการวิเคราะห์ผิดปกติเช่นกัน ระดับความเข้มข้นของทองแดงในตัวอย่างพืชอ้างอิงเป็นระดับความเข้มข้นปกติของพืช ซึ่งห้องปฏิบัติการควรตรวจวัดได้ ห้อง

ปฏิบัติการอาจใช้ปริมาณตัวอย่างน้อยเกินไปในการวิเคราะห์ หรือการปรับแต่งเครื่อง AAS ไม่เหมาะสม ทำให้ความไวต่ำเกินไป (ตารางที่ 7-17)

ตารางที่ 2-29 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างอ้างอิงพืชของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริม และค่ารับรองของโครงการฯ ผลการวิเคราะห์ที่แสดงด้วยตัวอักษรสีแดงหมายถึง ผลการวิเคราะห์ที่สูงหรือต่ำกว่าค่า $\text{mean} \pm 2\text{SD}$ ของค่ารับรอง nd หมายถึง ไม่ได้วิเคราะห์ tr หมายถึง ห้องปฏิบัติการนี้รายงานหาพบไม่ได้

หมายเลขห้องปฏิบัติการ	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	
01	1.34	0.12	0.40	0.47	0.17	0.19	
02	1.67	0.13	0.32	nd	nd	nd	
03	1.53	0.14	0.55	1.50	0.23	nd	
04	1.70	0.16	0.49	1.04	0.35	nd	
05	1.78	0.13	0.54	1.04	0.25	0.19	
06	1.289	0.088	0.624	0.955	0.57	nd	
07	nd	0.211	0.584	nd	nd	nd	
08	1.63	0.14	0.52	0.72	0.23	nd	
09	1.51	0.15	0.49	0.94	0.18	0.11	
10	1.634	0.083	0.578	1.01	0.29	nd	
ค่ารับรอง	mean	1.75	0.13	0.48	1.03	0.25	0.23
	SD	0.38	0.01	0.05	0.10	0.02	0.06

หมายเลขห้องปฏิบัติการ	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Cu mg/kg	Zn mg/kg	B mg/kg	
01	67.00	1114	9.00	17.00	21.00	
02	nd	nd	nd	nd	nd	
03	160.76	1238	8.23	13.72	nd	
04	17.40	1035	35.40	13.80	nd	
05	95.01	1070	9.10	13.86	24.99	
06	nd	nd	nd	nd	nd	
07	nd	nd	nd	nd	nd	
08	340	760	0	30	nd	
09	49	69.8	2.85	7.58	21.5	
10	0.023	0.103	nd	nd	nd	
ค่ารับรอง	mean	108	1,127	9.63	12.87	27.3
	SD	12	106	1.12	1.95	2.4

3.2.10 สังกะสี ห้องปฏิบัติการในเครื่องขยายเสริมที่ส่งผลการวิเคราะห์สังกะสีในพืชกล้ามายังโครงการมีทั้งหมด 6 ห้องปฏิบัติการ หุ้ห้องปฏิบัติการทำลายอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างและวิเคราะห์ความเข้มข้นด้วยวิธีเดียวกับการวิเคราะห์เหล็ก ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 01 03 04 และ 05 ไม่แตกต่างกันจากค่ารับรองของทางโครงการ อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 08 สูงกว่าค่ารับรองกว่า 2 เท่า แสดงให้เห็นว่าการตรวจการวิเคราะห์สังกะสีของห้องปฏิบัติการนี้มีปัญหา ควรค้นหาสาเหตุและดำเนินการแก้ไข (ตารางที่ 7-17)

3.2.11 โบรอน มีเพียง 3 ห้องปฏิบัติการในเครื่องขยายเสริมที่ให้บริการวิเคราะห์โบรอน มีเพียงผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 05 ไม่แตกต่างกันจากค่ารับรองของทางโครงการ อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ 01 และ 09 ต่ำกว่าค่ารับรองของทางโครงการ อย่างมีนัยสำคัญ

4. สรุปและข้อคิดเห็น

การทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ดินและพืชได้ดำเนินการตามความสนใจของห้องปฏิบัติการต่างๆ ที่เข้าร่วมในเครื่องขยายเสริม งานส่วนนี้เป็นงานนอกเหนือสัญญาที่ตั้งนามรับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก สวท. แต่เนื่องจากห้องปฏิบัติการหลายแห่งแสดงความสนใจ คณะนักวิจัยจึงได้ตัดสินใจกำหนดการ ในการดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพ ครั้งนี้ให้ห้องปฏิบัติการในเครื่องขยายเสริมสนใจเข้าร่วมมากถึง 14 ห้องปฏิบัติการ จากจำนวนห้องปฏิบัติการในเครื่องขยายเสริมทั้งหมด 18 ห้องปฏิบัติการ แสดงให้เห็นว่าห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่สนใจการประกันคุณภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพเป็นวิธีการที่ใช้่งชี้ให้เห็นว่า ห้องปฏิบัติการนั้นๆ มีความผิดพลาดเกิดขึ้นในการตรวจวิเคราะห์รายการใด การทดสอบจึงเป็นวิธีการสำคัญที่จะช่วยให้ห้องปฏิบัติการนำข้อมูลไปใช้ค้นหาสาเหตุ และปรับปรุงแก้ไขให้การวิเคราะห์ที่มีความถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น การทดสอบประสิทธิภาพจำเป็นต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ 1-2 ครั้ง/ปี เป็นอย่างน้อย (WSPAI กำหนดให้ดำเนินการ 4 ครั้ง/ปี NAPT กำหนดให้ดำเนินการ 3 ครั้ง/ปี) จึงจะสามารถช่วยให้ห้องปฏิบัติการต่างๆ พัฒนาการตรวจการประกันคุณภาพให้ดีขึ้นได้ สำหรับในประเทศไทยยังไม่มียุทธศาสตร์หรือองค์การใด จัดการให้การทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์เป็นไปอย่างต่อเนื่อง

การทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ดินและพืชในครั้งนี้อาจเป็นครั้งแรกสำหรับห้องปฏิบัติการหลายแห่ง จึงพบว่าห้องปฏิบัติการหลายแห่งมีผลการวิเคราะห์ที่ขาดความถูกต้อง ขาดความแม่นยำ หรือมีความแปรปรวนสูง สำหรับห้องปฏิบัติการที่มีการประเมินประกันคุณภาพเบื้องต้นมาใช้อยู่ก่อนแล้วเช่น ห้องปฏิบัติการที่ 05 ในการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์พืชพบว่า มีผลการวิเคราะห์ที่อยู่ในระดับเดียวกับค่ารับรองของทางโครงการ



การจัดทำคู่มือวิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืช

- ความจำเป็นในการจัดทำวิธีมาตรฐาน
- ขั้นตอนการจัดทำ
- ผลการจัดทำ
- สรุป
- เอกสารอ้างอิง

1. ความจำเป็นในการจัดทำวิธีมาตรฐาน

การวิเคราะห์ดินและพืชเพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์มีวิธีการหลากหลายวิธี ทำให้ยุ่งยากต่อการทำความเข้าใจและการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ วิธีวิเคราะห์เหล่านั้นอาจพัฒนาขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะ เช่น ใช้กับดินที่มีลักษณะเฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อแก้ปัญหาทางเทคนิคที่ผู้พัฒนาประสบ หรือเพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ วิธีการหลากหลายเหล่านี้อาจไม่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย นอกจากนี้ยังเป็นการระดมอย่างมาสำหรับห้องปฏิบัติการในการจัดเตรียมอุปกรณ์ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ที่หลากหลายวิธี ดังนั้นประเทศไทยจึงน่าจะมียูนิโคดมาตรฐาน (reference method) จำนวนไม่มากนักในแต่ละพารามิเตอร์ เครื่องการจัดตั้งหรือขายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชต้องการสนับสนุนให้ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชในประเทศไทยมีการประกันคุณภาพผลการวิเคราะห์ โดยวิธีแลกเปลี่ยนตัวอย่างระหว่างห้องปฏิบัติการ (collaborative test) ดังนั้นหากห้องปฏิบัติการต่างๆ ใช้วิธีวิเคราะห์แตกต่างกัน ย่อมทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ระหว่างกันได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องจำกัดจำนวนวิธีวิเคราะห์ที่ไม่มากเกินไป

การจัดทำวิธีมาตรฐาน (reference method) สำหรับการวิเคราะห์ดินและพืชในหลายประเทศมักจัดทำโดยสมาคมวิชาการของประเทศนั้นๆ เช่น

- Soil Sampling and Methods of Analysis (Carter, 1993) จัดทำโดย Canadian Society of Soil Science
- Methods of Soil Analysis Part 1 & 2 (Page, 1982) จัดทำโดย Soil Science Society of America
- Handbook of Reference Methods for Plant Analysis (Katra, 1997) จัดทำโดย Soil and Plant Analysis Council
- Handbook of Reference Methods for Soil Analysis (Katra, 1997) จัดทำโดย Soil and Plant Analysis Council
- Standard Methods for soil Analysis (Japanese Society of Soil Science and Plant Nutrition, 1996) จัดทำโดย Japanese Society of Soil Science and Plant Nutrition

- Soil Testing and Plant Analysis (Westerman, 1990) จัดทำโดย Soil Science Society of America

วิธีวิเคราะห์มาตรฐาน (reference method) ที่จัดทำขึ้นนี้ไม่ใช่วิธีใหม่ที่คิดค้นขึ้น แต่เป็นการคัดเลือกวิธีที่มีการวิจัยมาก่อนแล้ว และเป็นที่ยอมรับในหลายของห้องปฏิบัติการต่างๆ ในประเทศไทย ขึ้นมาเป็นวิธีแนะนำ พร้อมทั้งกำหนดกระบวนการวิเคราะห์ที่ชัดเจน เพื่อให้ห้องปฏิบัติการต่างๆ นำมาใช้และอ้างอิงได้ถูกต้องตรงกัน

2. ขั้นตอนการจัดทำ

ทางโครงการ ได้วางขั้นตอนการจัดทำคู่มือวิธีวิเคราะห์มาตรฐานของดินและพืชไว้ดังนี้

1. สัมมนาผู้เชี่ยวชาญด้านการวิเคราะห์ดินและพืชร่วมกับคณะนักวิจัย เพื่อรวบรวมความเห็นและคัดเลือกวิธีวิเคราะห์ที่เห็นว่าเหมาะสมจำนวนหนึ่ง
2. สำรวจห้องปฏิบัติการต่างๆ ที่ให้บริการวิเคราะห์ดินและพืชในประเทศไทย เพื่อรวบรวมข้อมูลวิธีวิเคราะห์
3. จัดทำคู่มือมาตรฐานของดินและพืชฉบับร่างโดยคณะนักวิจัย
4. ส่งฉบับร่างให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจและเสนอความเห็นเพิ่มเติม
5. จัดทำฉบับสมบูรณ์ และส่งสำนักพิมพ์

3. ผลการจัดทำ

1. การจัดสัมมนาผู้เชี่ยวชาญด้านการวิเคราะห์ดินและพืชร่วมกับคณะนักวิจัย ได้จัดสัมมนาไปแล้วระหว่างวันที่ 23-24 พฤษภาคม 2545 ณ กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ โดยมีผู้เข้าร่วมสัมมนาจากนักวิชาการด้านการวิเคราะห์ดินและพืช และคณะนักวิจัยของโครงการ 26 คน การนำเสนอครั้งนี้ไม่ได้ต้องการนำเสนอวิธีการวิเคราะห์ทั้งหมด เพียงแต่เลือกวิธีวิเคราะห์ซึ่งห้องปฏิบัติการต่างๆ ในประเทศไทยใช้งานเป็นประจำอยู่มาแนะนำ ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐาน หัวข้อและรายชื่อผู้เข้าร่วมสัมมนาตามภาคผนวก 1
2. คณะผู้วิจัยได้เดินทางไปสำรวจห้องปฏิบัติการของเครือข่ายหลักและเสริม ในภาคเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างวันที่ 9-12 เมษายน 2546 วันที่ 22-27 เมษายน 2546 วันที่ 1-2 พฤษภาคม 2545 ตามลำดับ ได้ข้อมูลวิธีการวิเคราะห์ดินและพืชของห้องปฏิบัติการต่างๆ
3. คณะผู้วิจัยได้จัดทำคู่มือมาตรฐานของดินและพืชฉบับร่างครั้งที่ 1 โดยมีทั้งหมด 18 บท ซึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์ดิน 11 บทและการวิเคราะห์พืช 7 หลังจากนั้นคณะนักวิจัยได้ประชุมเพื่อปรับปรุงแก้ไขร่วมกัน และได้เห็นชอบให้เพิ่มเติมเนื้อหาเป็น 20 บท เพิ่มการวิเคราะห์ดิน 1 บท และได้จัดเป็นคู่มือมาตรฐานของดินและพืชฉบับร่างครั้งที่ 2
4. คณะผู้วิจัยได้จัดสร้างคู่มือมาตรฐานของดินและพืชฉบับร่างครั้งที่ 2 ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิเคราะห์ดินและพืช ซึ่งเป็นบุคลากรกลุ่มเดียวกับที่ทางโครงการเคยเชิญร่วมสัมมนา ระหว่างวันที่ 23-24 พฤษภาคม 2545 เพื่อแก้ไขและเสนอความเห็นเพิ่มเติม จากนั้นคณะนักวิจัยได้ประชุมเพื่อปรับปรุงแก้ไขคู่มือมาตรฐานของดินและพืชฉบับร่างครั้งที่ 2 พร้อมกับนำข้อแก้ไขและความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้เชี่ยวชาญด้านการวิเคราะห์ดินและพืชจัดทำเป็นจัดทำเป็นคู่มือมาตรฐานของดินและพืชฉบับร่างครั้งที่ 3

5. บรรณารักรของคณะผู้จัดทำได้ตรวจสอบและแก้ไขคู่มือมาตรฐานของดินและพืชฉบับร่างครั้งที่ 3 และได้จัดทำเป็นคู่มือมาตรฐานของดินและพืชฉบับร่างครั้งที่ 4 จากนั้นจึงจัดทำเป็นคู่มือมาตรฐานของดินและพืชฉบับสมบูรณ์และส่งให้สำนักพิมพ์

ตารางที่ 8-1 รายละเอียดผลการจัดทำคู่มือมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืช

หัวข้อวิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืช	ผลการดำเนินงาน
วิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดิน	
1. ความเป็นกรดด่าง (pH)	บทที่ 3 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง
2. ความจุการดูดน้ำ	บทที่ 4 การวิเคราะห์ความจุการดูดน้ำและการดัดแปลงได้
3. ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน	บทที่ 11 การวิเคราะห์ความจุแคตไอออนที่แลกเปลี่ยนได้
4. การนำไฟฟ้า	บทที่ 5 การวัดค่าการนำไฟฟ้า
5. คิวบิกคิวคูลและคิวบิกคาร์บอน	บทที่ 6 การวิเคราะห์คิวบิกคิวคูลและคิวบิกคาร์บอน
6. ไนโตรเจน	บทที่ 7 การวิเคราะห์ไนโตรเจน
7. ฟอสฟอรัส	บทที่ 8 การวิเคราะห์ฟอสฟอรัส
8. โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม	บทที่ 10 การวิเคราะห์แคตไอออนที่แลกเปลี่ยนได้
9. กำมะถัน	บทที่ 9 การวิเคราะห์กำมะถัน
10. เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี	บทที่ 12 การวิเคราะห์เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และ สังกะสี
11. ไบรอน	บทที่ 13 การวิเคราะห์ไบรอนในดิน
วิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์พืช	
1. ไนโตรเจน	บทที่ 16 การวิเคราะห์ไนโตรเจน
2. ฟอสฟอรัส	บทที่ 17 การวิเคราะห์ฟอสฟอรัส
3. โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี	บทที่ 19 การวิเคราะห์ธาตุที่มีโลหะ
4. กำมะถัน	บทที่ 18 การวิเคราะห์กำมะถัน
5. ไบรอน	บทที่ 20 การวิเคราะห์ไบรอนในพืช

4. สรุป

ทางโครงการฯ ได้จัดทำคู่มือมาตรฐานของดินและพืชซึ่งไม่ใช่สิ่งปลูกสร้างขึ้นมาใหม่ แต่ได้จากการคัดเลือกวิธีที่มีกรรมวิธีมาก่อนแล้วและจากการชี้แนะของผู้เชี่ยวชาญด้านภาววิเคราะห์ดินและพืชร่วมกับคณะนักวิจัย ทั้งนี้ทางโครงการฯหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือมาตรฐานของดินและพืชที่ได้จัดทำขึ้นมาในครั้งนี้จะไปประโยชน์ต่อทั้งปฏิบัติการดินและพืชต่างๆ สามารถนำไปใช้อ้างอิงและมีวิธีการวิเคราะห์ดินและพืชเดียวกัน

5. เอกสารอ้างอิง

- Beck, R, 1999. Soil Analysis Handbook of Reference Methods. Soil and Plant Analysis Council, Inc. CRC Press, USA.
- Jones, J. Benton, 2001. Laboratory Guide for Conducting Soil Tests and Plant Analysis, Boca Raton, America.
- Rayment, G.F. and Higginson, F.R. 1992. Australian Laboratory Handbook of Soil and Water Chemical Methods, Inkata Press, Melbourne, Australia.
- Soil : soil testing. On line document from : <http://msuceres.com/crops/soils/testing.html>
- Soil and Plant Analysis Council, Inc. Online document from : <http://www.spcouncil.com/>
- Soil and Plant Analysis Laboratory, Iowa state University. Online document from : <http://www.agron.iastate.edu/soiltesting/>
- van Reeuwijk, L.P. 2002. Procedures for Soil Analysis. International Soil Reference and Information Center, Wageningen, The Netherlands.
- Watson, M.2001. Guidelines for Choosing a Soil Testing Laboratory On line document from : <http://ohiohne.osu.edu/hyg-fact/1000/1133.htm>



การจัดทำคู่มือประกันคุณภาพและ การบริหารห้องปฏิบัติการ

- ความสำคัญและวัตถุประสงค์ของการจัดทำ
- วิธีการจัดทำ
- ส่วนประกอบของคู่มือ
- สรุปผลการจัดทำ
- เอกสารอ้างอิง

1. ความสำคัญและวัตถุประสงค์ของการจัดทำ

จากผลการสำรวจและทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ให้บริการวิเคราะห์ดินและพืชในประเทศไทยพบว่า ห้องปฏิบัติการจำนวนมากมีผลการวิเคราะห์ขาดความถูกต้องแม่นยำ (รายละเอียดปรากฏในบทที่ 5 และ 7) ทั้งนี้เนื่องจากห้องปฏิบัติการเหล่านั้นไม่ได้มีระบบประกันคุณภาพมาใช้อย่างเพียงพอ ห้องปฏิบัติการบางแห่งมีระบบหรือวิธีการบริหารงานคุณภาพทั่วไป เช่น "5ส" หรือ PSO เป็นต้น มาใช้ แต่ระบบหรือวิธีการเหล่านี้ขาดข้อกำหนดทางเทคนิคที่จำเป็นสำหรับห้องปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการที่จัดทำวิธีบริหารงานคุณภาพ "5ส" จึงไม่สามารถรับประกันได้ว่ามีผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องน่าเชื่อถือ ระบบประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการที่ได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติ คือระบบประกันคุณภาพตามมาตรฐาน ISO/IEC 27025 (ISO/IEC, 1999) หรือมาตรฐานเทียบเท่าสำหรับประเทศไทย คือ มอก. 17025 2543 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) การปฏิบัติตามมาตรฐานนี้ค่อนข้างยุ่งยากในส่วนของกาจัดทำเอกสารและกาบริหารระบบงาน นอกจากนี้ยังมีค่าใช้จ่ายในการขอการรับรองอีกด้วย ทางโครงการจึงได้จัดทำคู่มือประกันคุณภาพและบริหารห้องปฏิบัติการขึ้น เพื่อนำมาใช้อำหนดทางเทคนิคที่จำเป็นมาแนะนำ และจัดทำคำอธิบายที่ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายสามารถนำไปปฏิบัติได้ง่าย โดยอาศัยคำแนะนำของ FAO (van Reeuwijk and Hoube, 1998) มาเป็นแนวทางในการจัดทำ และเพิ่มเติมค่าเงินค่าต่างๆ ที่จัดทำขึ้นโดยหน่วยงานราชการของประเทศไทย เช่น คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ จัดทำโดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (กชว) มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม ไม่ระบุปีที่พิมพ์) และความปลอดภัยในการทำงานห้องปฏิบัติการ จัดทำโดยกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (กองอาชีวอนามัย, 2541) เป็นต้น คู่มือที่จัดทำขึ้นจะแจกจ่ายไปยังห้องปฏิบัติการต่างๆ ที่เข้าร่วมในเครือข่าย ซึ่งคาดว่าจะช่วยเพิ่มความเข้าใจในเรื่องการประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และช่วยให้ห้องปฏิบัติการต่างๆ สามารถดำเนินการทางเทคนิคในการมีระบบประกันคุณภาพมาใช้ได้ง่ายขึ้น ห้องปฏิบัติการที่มีความพร้อมสามารถพัฒนาระบบประกันคุณภาพเข้าสู่มาตรฐาน ISO/IEC 27025 และขอการรับรองได้เช่นกัน

2. วิธีการจัดทำ

การจัดทำคู่มือประกันคุณภาพและบริหารห้องปฏิบัติการแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

2.1 การจัดทำส่วนเอกสาร : จัดทำโดยการรวบรวมเอกสารต่างๆ มาเขียนและเรียบเรียงเป็นภาษาไทย

2.2 การทดสอบเชิงเทคนิค : เป็นการนำเนื้อหาที่ปรากฏอยู่ในคู่มือฯ มาทดลองปฏิบัติจริง ได้แก่

- การจัดทำวิธีมาตรฐานการปฏิบัติงาน (standard operating procedure : SOP) (รายละเอียดปรากฏในบทที่ 5)
- การจัดทำตัวกลางอ้างอิง (รายละเอียดปรากฏในบทที่ 4)
- การประกันคุณภาพภายใน (รายละเอียดปรากฏในบทที่ 5)
- การประกันคุณภาพภายนอก (รายละเอียดปรากฏในบทที่ 5 และ 7)

3. ส่วนประกอบของคู่มือ

คู่มือประกันคุณภาพและบริหารห้องปฏิบัติการประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้

บทที่ 1 บทนำ

กล่าวถึงความสำคัญ กระบวนการ และแนวคิดต่างๆ ในการจัดการห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ผลการวิเคราะห์มีความถูกต้อง แม่นยำ น่าเชื่อถือ และสามารถตรวจสอบได้ หัวข้อที่กล่าวถึงได้แก่

- การจัดการคุณภาพ (quality management)
- การประกันคุณภาพ (quality assurance)
- การควบคุมคุณภาพ (quality control)
- การปฏิบัติงานที่ดีสำหรับห้องปฏิบัติการ (good laboratory practice : GLP)

บทที่ 2 วิธีมาตรฐานการปฏิบัติงาน

ในบทนี้กล่าวถึงนิยาม แนวคิด และความสำคัญของวิธีมาตรฐานการปฏิบัติงาน (standard operating procedure : SOP) ต่อการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ วิธีจัดทำ SOP การบริหารเอกสาร และการนำ SOP ไปใช้งาน

บทที่ 3 การจัดการองค์กรและการบริหารงานบุคคล

ในบทนี้กล่าวถึงบทบาทและหน้าที่ขององค์กร ขอบเขตงานของห้องปฏิบัติการ การจัดการองค์กรและห้องปฏิบัติการ การบริหารงานบุคคล การกำหนดตำแหน่ง การจัดบุคลากรทดแทน การฝึกอบรม และการประเมินผล

บทที่ 4 สถานที่และความปลอดภัย

ในบทนี้กล่าวถึงการจัดตั้งห้องปฏิบัติการ การจัดการสิ่งแวดล้อมในการทำงาน ความปลอดภัยในการใช้สารเคมี การใส่เครื่องมือและสารเคมี การกำจัดของเสีย การปฐมพยาบาล และอุปกรณ์ดับเพลิง

บทที่ 5 วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่าง

ในบทนี้กล่าวถึงการจัดทำทะเบียนเครื่องมือ การสอบเทียบเครื่องมือ การจัดทำ logbook การจัดการสารละลายที่เตรียมขึ้นในห้องปฏิบัติการ การจัดการตัวอย่าง

บทที่ 6 สถิติสำหรับการประกันคุณภาพ

ในบทนี้กล่าวถึงนิยามของค่าต่างๆ ทางสถิติที่เกี่ยวข้องกับการประกันคุณภาพ เช่น accuracy, precision, bias, error และ uncertainty เป็นต้น การคำนวณค่าต่างๆ ทางสถิติ เช่น mean, standard deviation, relative standard deviation, coefficient of variation, F-test, t-test และ analysis of variance เป็นต้น

บทที่ 7 คุณภาพของวิธีวิเคราะห์

ในบทนี้กล่าวถึงกราฟมาตรฐาน ตัวอย่างขาว (blank) ขีดจำกัดต่ำสุดของค่าวิเคราะห์ ประเภทของวัสดุอ้างอิง การวัดวัสดุอ้างอิง การพิสูจน์ความสามารถในการวัดแทนวิธีมาตรฐาน (method validation) ความไวของวิธีวิเคราะห์ ช่วงความเข้มข้นที่ใช้งานได้ (working range) ความสามารถในการจำแนก (selectivity) ความสามารถในการตรวจพบ (recovery) การตรวจสอบความเป็นไปได้ของผลการวิเคราะห์

บทที่ 8 การควบคุมคุณภาพภายใน

ในบทนี้กล่าวถึงนโยบายสำคัญและการเปิดเผษทัศนคติ การจัดทำแผนภูมิการควบคุมคุณภาพ การเก็บประโยชน์แผนภูมิควบคุมคุณภาพ การจัดทำตัวอย่างอ้างอิง ระบบจัดการข้อมูลห้องปฏิบัติการ (laboratory information management system : LIMS)

บทที่ 9 การควบคุมคุณภาพภายนอก

ในบทนี้กล่าวถึงการแลกเปลี่ยนตัวอย่างและการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างห้องปฏิบัติการ การทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ การบริหารเครือข่ายห้องปฏิบัติการ และการตรวจคุณภาพ (quality audit)

ภาคผนวก

แสดงข้อมูลและค่าต่างๆ ที่ต้องใช้ในการคำนวณทางสถิติ และการคำนวณทางเคมี

4. สรุปผลการจัดทำ

การจัดทำในส่วนการทดสอบเชิงเทคนิคช่วยให้นักวิจัยมีความเข้าใจเนื้อหาที่จำเป็นต้องนำไปปฏิบัติมากขึ้น และมั่นใจมากขึ้นในการถ่ายทอดความรู้และเทคนิคต่างๆ ของการประกันคุณภาพไปสู่ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริม ในส่วนของการจัดทำเอกสาร ทางโครงการฯ ได้จัดทำเป็นฉบับร่างครั้งสุดท้าย ซึ่งจะดำเนินการตีพิมพ์และแจกจ่ายให้แก่ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริมต่อไป

5. เอกสารอ้างอิง

กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. ไม้ระบุปีที่พิมพ์. คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ. กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. กรุงเทพฯ

กองอาชีวอนามัย. 2541. ความปลอดภัยในการทำงานห้องปฏิบัติการ. กองอาชีวอนามัย, กรมอนามัย, กระทรวงสาธารณสุข. กรุงเทพฯ

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. ข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบและห้องปฏิบัติการสอบเทียบ มอก.17025-2543. <http://www.tisi.go.th/>

ISO/IEC. 1999. International Standard ISO/IEC 17025: General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. ISO, Geneva, Switzerland.

van Reeuwijk, L.P. and Houba, V.J.G. 1998. Guidelines for Quality management in Soil and Plant Laboratories, FAO Soil Bulletin. No. 74. FAO Rome, Italy.



การจัดทำฐานข้อมูลแปลผลวิเคราะห์พืช

- คำนำ
- วิธีการจัดทำ
- การเผยแพร่
- สรุป
- เอกสารอ้างอิง

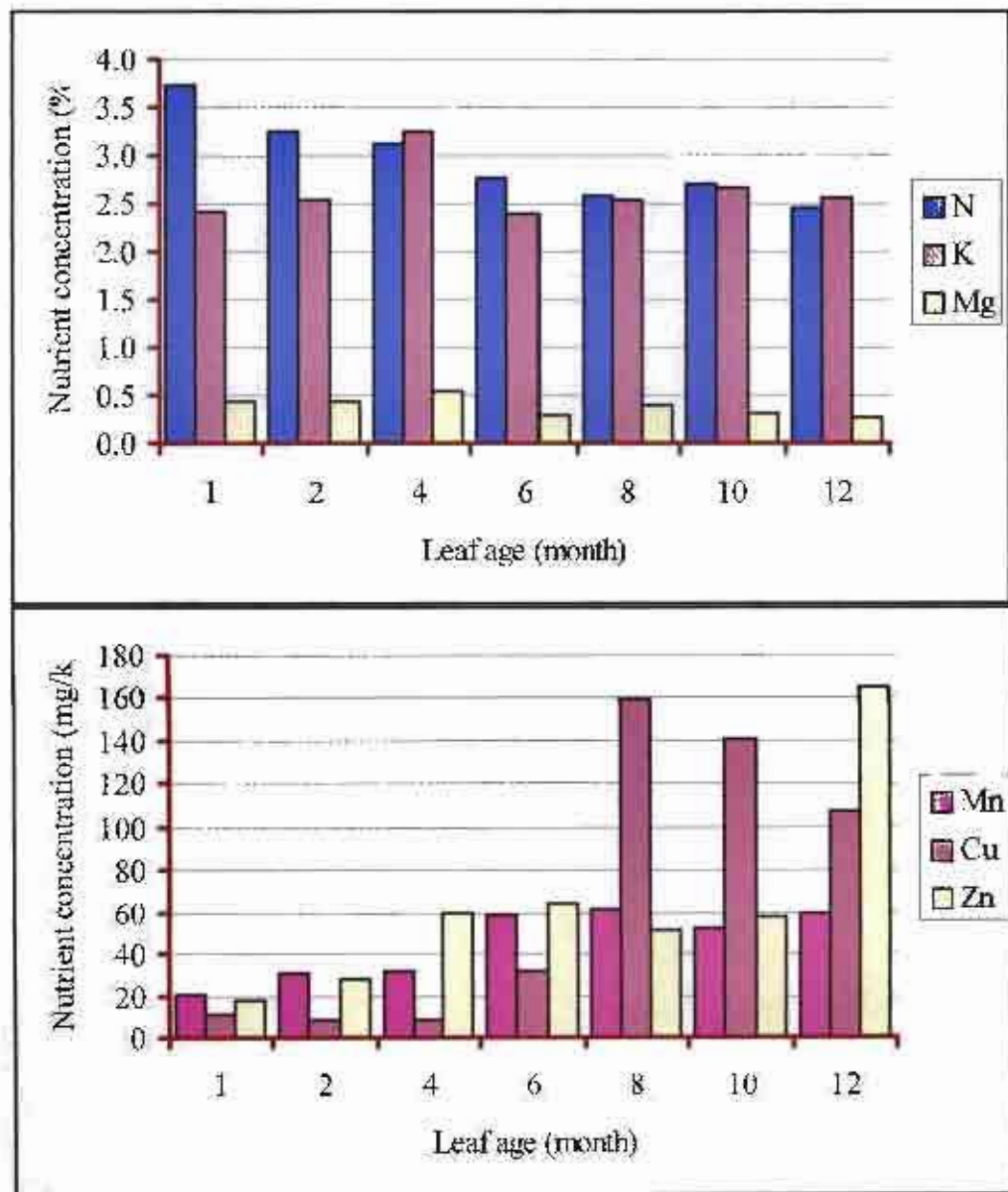
1. คำนำ

การวิเคราะห์พืชให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดการปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยเฉพาะการจัดการธาตุอาหารพืช ซึ่งจะนำไปสู่การใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพของเกษตรกร และไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตามผลการวิเคราะห์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ดังกล่าวได้ก็ต่อเมื่อ ผู้แปลผลการวิเคราะห์ต้องทราบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในส่วนหรือที่นำมาวิเคราะห์ กับลักษณะการเจริญเติบโตของพืชชนิดนั้นๆ ความเข้มข้นของธาตุอาหารในส่วนใด ๆ ของพืช เปลี่ยนแปลงไปตามปัจจัยด้านนอกเหนือจากความอุดมสมบูรณ์ของดินที่พืชขึ้นอยู่ ปัจจัยเหล่านั้นได้แก่

- **ชนิดของพืช** ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในใบพืชต่างชนิดกันอาจแตกต่างกัน เช่น ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนที่เหมาะสมในใบมังคุดอยู่ในช่วง 1.0 – 1.4 % ในขณะที่ใบทุเรียนอยู่ในช่วง 2.0 – 2.4 % เป็นต้น (สุเมตธา กูว์โรดม, 2546; สุเมตธา กูว์โรดม และคณะ, 2546; Poovarodom et al., 2002)
- **สายพันธุ์ของพืช** ในปัจจุบันยังไม่มีการรวบรวมข้อมูลที่ชัดเจนนัก ตัวอย่างที่พบว่ามีความแปรปรวนแตกต่างกันได้แก่ ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนที่เหมาะสมในใบส้มของรัฐบาลอยู่ในช่วง 2.5 – 2.7 % ในขณะที่ส้มของไต้หวันอยู่ในช่วง 3.0 – 3.2 % เป็นต้น (เว็นทาร์ด, อุกาห์เว็ด, 2546; สุเมตธา กูว์โรดม, 2546; Koo et al., 1994; Reuter, and Robinson, 1997)
- **ชนิดของดินส่วน** เช่น ลำต้น กิ่ง ใบ หรือเมล็ด เป็นต้น โดยทั่วไปการวิเคราะห์พืชนิยมใช้ใบเป็นตัวอย่าง ทั้งนี้เนื่องจากระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารเป็นค่าที่บ่งชี้ความต้องการธาตุอาหารและลักษณะการเจริญเติบโตของพืชได้ดี การใช้ดินส่วนอื่นมักจะทำในกรณีที่มีการใช้ปุ๋ยสูตรคอกอย่างหนึ่งอย่างใด เช่น พืชจำพวกผักกึนใบต่างๆ นิยมใช้ส่วนเหนือดินทั้งหมด เพราะการแยกเอาเฉพาะส่วนใบทำได้ยาก และให้ผลการวิเคราะห์ที่ไม่แตกต่างกัน หรือในกรณีมีมะละกอนิยมใช้ก้านใบเป็นตัวอย่าง ทั้งนี้เพราะใบมะละกอมีขนาดใหญ่ ทำงมีสิ่งปนเปื้อนต่างๆ เกาะบนใบได้ง่ายและล้างออกยาก เป็นต้น
- **อายุของดินส่วน** แม้จะเป็นดินส่วนชนิดเดียวกันของพืช แต่หากมีอายุต่างกันความเข้มข้นของธาตุอาหารอาจแตกต่างกัน เช่น ใบแก่ของพืชที่มีไนโตรเจนต่ำลงโดยเฉพาะกรณีพืชที่ได้รับธาตุอาหารชนิดนี้ไม่เพียงพอ

เนื่องจากการเคลื่อนย้ายไปยังใบอ่อน ในขณะที่จุลธาตุมักมีความเข้มข้นสูงที่ใบเมื่ออายุใบของพืชมากขึ้น เป็นต้น (นันทินทร์ สุภักก์เนต, 2546; Reuter, and Robinson, 1997) (รูปที่ 10-1)

- **ระยะการเจริญเติบโต** ความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจนโพแทสเซียมเปลี่ยนแปลงไปตามระยะการเจริญเติบโต ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปในทำนองเดียวกัน โดยมีแนวโน้มสูงขึ้นในระยะก่อนออกดอก และมีความเข้มข้นต่ำลงในระยะติดผล (Diczbalis, 2002a; Diczbalis, 2002b)
- **สิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต** เช่น ความชื้นในดิน ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน หรืออุณหภูมิ เป็นต้น



รูปที่ 10 - 1 ความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจนโพแทสเซียมที่อายุใบต่างๆ (ที่มาของข้อมูล : นันทินทร์ สุภักก์เนต, 2546)

ภาพบน : ธาตุอาหารกลุ่มที่พืชสามารถเคลื่อนย้ายได้

ภาพล่าง : ธาตุอาหารกลุ่มที่พืชไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้

ด้วยเหตุนี้ทำให้การแปลความหมายค่าที่ได้จากผลการวิเคราะห์ที่ซึ่งมีความซับซ้อน และเฉพาะเจาะจงมากกว่า การแปลความหมายผลการวิเคราะห์ดิน การแปลความหมายผลการวิเคราะห์พืชจำเป็นต้องมีข้อมูลผลการวิจัยด้านความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหารในชิ้นส่วนพืช กับการเจริญเติบโตหรือผลผลิตสำหรับพืชชนิดนั้นๆ ซึ่งในปัจจุบันมีงานวิจัยด้านนี้อยู่เป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ตาม ยังขาดการรวบรวมให้อยู่ในรูปแบบที่สะดวกต่อการใช้งาน สำหรับห้องปฏิบัติการต่างๆ ในประเทศไทย ทางโครงการฯ จึงได้รวบรวมและจัดทำให้อยู่ในรูปแบบที่สะดวกต่อการใช้งาน เพื่อเผยแพร่ให้ห้องปฏิบัติการที่อยู่ในเครือข่ายนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

2. วิธีการจัดทำ

2.1 การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลพื้นฐานจัดทำเป็นฐานข้อมูลรวบรวมมาจากเอกสาร 3 เล่ม หลัก คือ

- Reuter, D.J. and Robinson, J.B. Eds. 1988. Plant Analysis : An Interpretation Manual. Inkata Press. Melbourne, Australia.
- Reuter, D.J. and Robinson, J.B. Eds. 1997. Plant Analysis : An Interpretation Manual. 2nd ed. Inkata Press. Melbourne, Australia.
- Bennett, W.F. ed. 1993. Nutrient Deficiencies & Toxicities In Crop Plants. APS Press. Minnesota.

ทั้งนี้เนื่องจากเอกสารเหล่านี้ได้มีการรวบรวมงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระดับหนึ่งแล้ว ทำให้สะดวกต่อการนำมาใช้จัดทำฐานข้อมูล ในเอกสารดังกล่าวมีการจัดระดับความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชกับลักษณะการเจริญเติบโต หรือการตอบสนองของพืชที่หลากหลาย ทำให้ยากต่อการสื่อความหมายและการนำไปใช้ ทางโครงการฯ จึงได้นำมาจัดระดับใหม่เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ โดยแบ่งลักษณะดังกล่าวออกเป็น 3 ระดับ คือ

- **ขาดแคลน** หมายถึงระดับที่พืชได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต โดยทั่วไปควรพิจารณาเพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืช ระดับนี้จึงหมายถึงระดับที่เอกสารระบุว่า ขาดแคลน (deficiency) หรือต่ำกว่าระดับชายขอบ (marginal) หรือต่ำกว่าระดับวิกฤติ (critical)
- **เพียงพอ** หมายถึงระดับที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยทั่วไปไม่จำเป็นต้องเพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืชอีก ระดับนี้จึงหมายถึงระดับที่เอกสารระบุว่าเพียงพอ (adequate) หรือระดับเหมาะสม (optimal)
- **สูงหรือเป็นพิษ** หมายถึงระดับที่พืชได้รับธาตุอาหารมากกว่าความต้องการ และอาจส่งผลเสียต่อการเจริญเติบโต หรือการให้ผลผลิต ระดับนี้จึงหมายถึงระดับที่เอกสารระบุว่าระดับสูง (high) หรือระดับเป็นพิษ (toxic) หรือสูงกว่าระดับวิกฤติ (critical)

บ่อยครั้งที่งานวิจัยไม่ได้ทำการทดลองกับธาตุอาหารทุกธาตุ เพื่อพยายามให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์มากที่สุดในพื้นที่แต่ละชนิด ผู้รวบรวมอาจจัดต้นๆ รวบรวมมาจากงานทดลองมากกว่า 1 งานทดลอง โดยอ้างอิงที่มาของข้อมูลทั้งหมดเอาไว้ และพยายามเรียงงานวิจัยที่มีวิธีเก็บตัวอย่างใกล้เคียงกัน ดังนั้นข้อมูลแต่ละชุด ที่ปรากฏในฐานข้อมูลอาจมาจากงานวิจัยหลายมากกว่า 1 งาน

2.2 การสร้างฐานข้อมูล

โครงการนี้ได้เลือกใช้โปรแกรม Access ในชุด Microsoft Office 97 ของบริษัท Microsoft เป็นโปรแกรมสร้างฐานข้อมูล เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่แพร่หลายสำหรับห้องปฏิบัติการต่างๆ ในประเทศไทย จึงจะง่ายต่อการนำไปใช้งาน และการปรับปรุงข้อมูลในอนาคต ข้อมูลแต่ละ record ประกอบด้วย field ต่างๆ จำนวน 49 field (ตารางที่ 10-1)

ตารางที่ 10-1 โครงสร้างของ record ที่ใช้เก็บข้อมูล

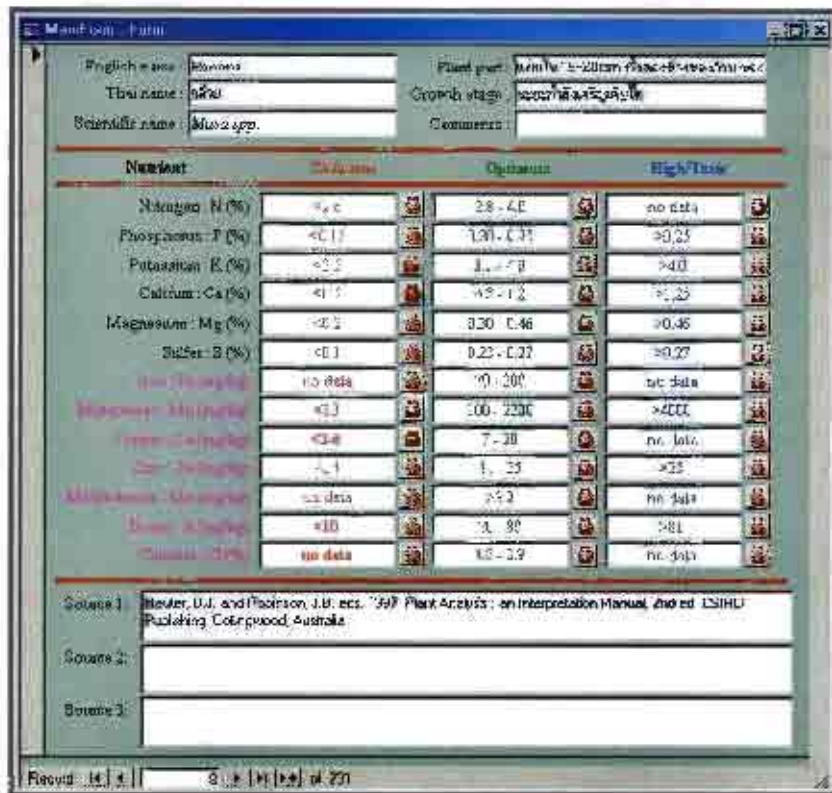
Field No	Field Name	Field description
1	ID	ใช้เก็บข้อมูล รหัสประจำ record
2	SpeciesThai	ใช้เก็บข้อมูล ชื่อภาษาไทยของพืช
3	SpeciesEng	ใช้เก็บข้อมูล ชื่อภาษาอังกฤษของพืช
4	SpeciesSci	ใช้เก็บข้อมูล ชื่อวิทยาศาสตร์ของพืช
5	PlantPart	ใช้เก็บข้อมูล ชิ้นส่วนของพืชที่นำมาวิเคราะห์
6	GrowthStage	ใช้เก็บข้อมูล ระยะการเจริญเติบโตของพืชที่เก็บชิ้นส่วนมาวิเคราะห์
7	Comment	ใช้เก็บข้อมูล คำแนะนำอื่นๆ ในการเก็บตัวอย่าง
8	Source01	ใช้เก็บข้อมูล ที่มาของข้อมูลแหล่งที่ 1
9	Source02	ใช้เก็บข้อมูล ที่มาของข้อมูลแหล่งที่ 2
10	Source03	ใช้เก็บข้อมูล ที่มาของข้อมูลแหล่งที่ 3
11	N_Deficient	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนที่ขาดแคลน
12	N_Optimum	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนที่เหมาะสม
13	N_HighToxic	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนที่สูงหรือเป็นพิษ
14	P_Deficient	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสที่ขาดแคลน
15	P_Optimum	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสที่เหมาะสม
16	P_HighToxic	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสที่สูงหรือเป็นพิษ
17	K_Deficient	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมที่ขาดแคลน
18	K_Optimum	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมที่เหมาะสม
19	K_HighToxic	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมที่สูงหรือเป็นพิษ
20	Ca_Deficient	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุแคลเซียมที่ขาดแคลน
21	Ca_Optimum	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุแคลเซียมที่เหมาะสม
22	Ca_HighToxic	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุแคลเซียมที่สูงหรือเป็นพิษ
23	Mg_Deficient	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุแมกนีเซียมที่ขาดแคลน
24	Mg_Optimum	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุแมกนีเซียมที่เหมาะสม
25	Mg_HighToxic	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุแมกนีเซียมที่สูงหรือเป็นพิษ

ตารางที่ 10-1 (ต่อ)

Field No	Field Name	Field description
26	S_Deficient	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุกำมะถันที่ขาดแคลน
27	S_Optimum	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุกำมะถันที่เหมาะสม
28	S_HighToxic	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุกำมะถันที่สูงหรือเป็นพิษ
29	Fe_Deficient	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุเหล็กที่ขาดแคลน
30	Fe_Optimum	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุเหล็กที่เหมาะสม
31	Fe_HighToxic	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุเหล็กที่สูงหรือเป็นพิษ
32	Mn_Deficient	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุแมงกานีสที่ขาดแคลน
33	Mn_Optimum	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุแมงกานีสที่เหมาะสม
34	Mn_HighToxic	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุแมงกานีสที่สูงหรือเป็นพิษ
35	Cu_Deficient	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุทองแดงที่ขาดแคลน
36	Cu_Optimum	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุทองแดงที่เหมาะสม
37	Cu_HighToxic	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุทองแดงที่สูงหรือเป็นพิษ
38	Zn_Deficient	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุสังกะสีที่ขาดแคลน
39	Zn_Optimum	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุสังกะสีที่เหมาะสม
40	Zn_HighToxic	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุสังกะสีที่สูงหรือเป็นพิษ
41	Mo_Deficient	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุโมลิบดีนัมที่ขาดแคลน
42	Mo_Optimum	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุโมลิบดีนัมที่เหมาะสม
43	Mo_HighToxic	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุโมลิบดีนัมที่สูงหรือเป็นพิษ
44	B_Deficient	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุโบรอนที่ขาดแคลน
45	B_Optimum	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุโบรอนที่เหมาะสม
46	B_HighToxic	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุโบรอนที่สูงหรือเป็นพิษ
47	Cl_Deficient	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุคลอรีนที่ขาดแคลน
48	Cl_Optimum	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุคลอรีนที่เหมาะสม
49	Cl_HighToxic	ใช้เก็บข้อมูล ระดับความเข้มข้นของธาตุคลอรีนที่สูงหรือเป็นพิษ

2.3 การบันทึกข้อมูล

ผู้วิจัยได้สร้างแบบฟอร์มบันทึกข้อมูลด้วยโปรแกรม Access ในชุด Microsoft Office 97 ของบริษัท Microsoft เช่นเดียวกับโปรแกรมที่ใช้สร้างฐานข้อมูล เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวก และง่ายต่อการแก้ไขได้ดัดแปลงแบบฟอร์มบันทึกจัดทำขึ้นเพียงหน้าเดียว และไม่มีความน่าใดๆ เกี่ยวกับกาฯ ซึ่งงาน ทั้งนี้เนื่องจากได้กำหนดให้ผู้บันทึกข้อมูลจะต้องเป็นผู้มีความรู้เกี่ยวกับกาฯ ซึ่งโปรแกรม Access ขณะนี้บันทึกข้อมูลแล้วประมาณ 200 record (รูปที่ 10-2)



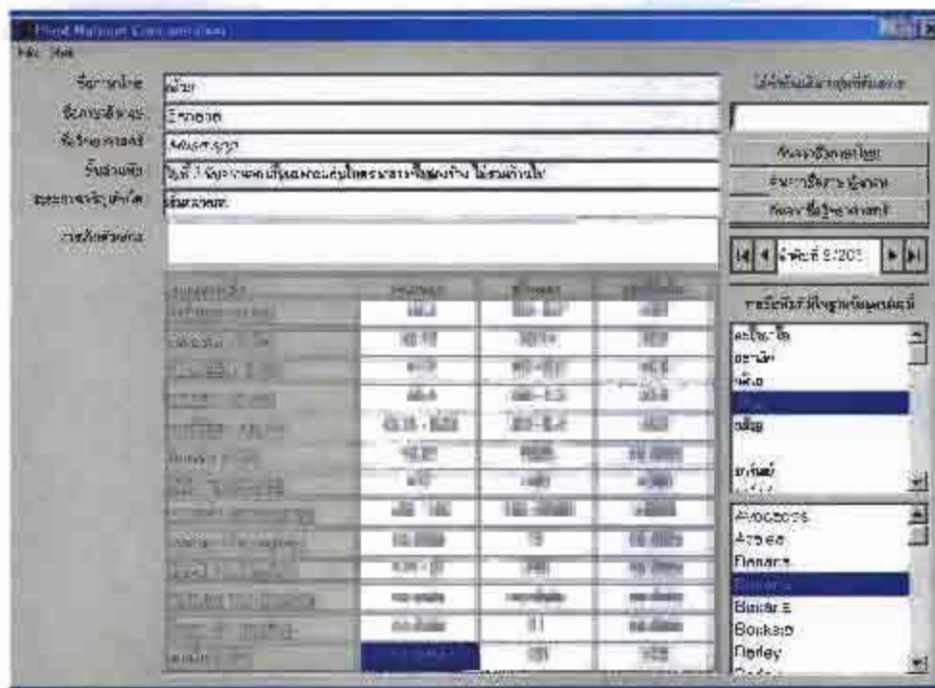
รูปที่ 10-2 แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลและตัวอย่างข้อมูลที่บ้านที่ก แบบฟอร์มนี้สร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม Microsoft Access

2.4 การสร้างส่วนสืบค้นข้อมูล

ส่วนสืบค้นข้อมูลได้จัดทำขึ้น 3 แบบ เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้งานตามความถนัดของผู้ใช้ และความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ห้องปฏิบัติการนั้นๆ มีอยู่ ส่วนสืบค้นทั้ง 3 แบบ คือ

2.4.1 ส่วนสืบค้นที่จัดทำขึ้นด้วยโปรแกรม Microsoft Access : ส่วนสืบค้นส่วนนี้เป็นส่วนที่ดัดแปลงมาจากแบบฟอร์มบันทึกข้อมูล ซึ่งจัดทำขึ้นด้วยโปรแกรมเดียวกัน ผู้ใช้จำเป็นต้องมีโปรแกรม Microsoft Access version 97 หรือ 2000 ติดตั้งอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานจึงจะสามารถใช้งานฐานข้อมูลได้ การติดตั้งใช้งานสามารถทำได้ง่าย โดยเพียงแต่ผู้ใช้คัดลอกแฟ้มฐานข้อมูลลงเครื่องของผู้ใช้ แล้วสั่งเปิดฐานข้อมูลด้วยโปรแกรม Microsoft Access และสืบค้นตามคำแนะนำที่ปรากฏ (รูปที่ 10-3) การสืบค้นแบบนี้มีข้อจำกัดในเรื่องการรับ-ส่งข้อมูล เนื่องจากผู้สร้างฐานข้อมูลไม่สามารถปรับปรุงข้อมูลให้แก่ผู้ใช้ได้โดยตรง ผู้ใช้จำเป็นต้องติดตามและคัดลอกฐานข้อมูลที่ปรับปรุงใหม่จาก website ของโครงการฯ เอง

2.4.2 ส่วนสืบค้นที่จัดทำขึ้นด้วยโปรแกรม Microsoft Visual BASIC version 6.0 : ส่วนสืบค้นนี้จัดทำขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ที่ไม่คุ้นเคยกับการใช้งานโปรแกรม Microsoft Access ผู้ใช้สามารถเรียกใช้ฐานข้อมูลได้โดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรม Microsoft Access version 97 หรือ 2000 ไว้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่จะต้องติดตั้งโปรแกรม " Plantnut " ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นด้วย Microsoft Visual BASIC version 6.0 ลงในเครื่องของผู้ใช้แทน การสืบค้นสามารถทำได้หลายวิธีทั้งการสืบค้นด้วยคำค้น และการเลือกรายชื่อภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ (รูปที่ 10-4) การสืบค้นแบบนี้มีข้อจำกัดในเรื่องการรับ-ส่งข้อมูลเช่นเดียวกับ 2.4.1 นอกจากนี้ยังมีปัญหาจาก



รูปที่ 10-4 ส่วนสืบค้นข้อมูลซึ่งจัดทำขึ้นด้วยโปรแกรม Microsoft Visual BASIC version 6.0 ผู้ใช้สามารถสืบค้นได้ 3 วิธี คือ

- ใส่ชื่อพีซีซึ่งอาจเป็นชื่อภาษาอังกฤษ ชื่อภาษาไทย หรือชื่อวิทยาศาสตร์ ลงในช่องคำค้น แล้วกดปุ่มค้นจากชื่อภาษาไทย ชื่อภาษาอังกฤษ หรือชื่อวิทยาศาสตร์
- เลื่อนหมายเลข record ไปยังหมายเลขที่ต้องการ วิธีนี้ค้นหาได้ช้า
- เลือกชื่อพีซีจากช่องรายชื่อ วิธีนี้จะสะดวกต่อผู้ใช้งานที่สุด แต่หากมีข้อมูลมากขึ้นวิธีนี้ค่อนข้างช้าเช่นเดียวกับวิธีเลื่อนหมายเลข record

3. การเผยแพร่

3.1 การเผยแพร่ในรูปแบบ CD-ROM

ทางโครงการฯ ได้จัดทำ CD ROM เผยแพร่ให้แก่ห้องปฏิบัติการและเครือข่ายทั้งเครือข่ายหลักและเครือข่ายเสริมที่สนใจ โดยภายในจะประกอบด้วยฐานข้อมูลและส่วนค้นข้อมูลแบบ MS Access และระบบ Visual BASIC

3.2 การเผยแพร่ผ่านอินเทอร์เน็ต

ทางโครงการฯ ได้รับการสนับสนุนให้ใช้พื้นที่บน web server ของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์เพื่อเผยแพร่กิจกรรมต่างๆ ของโครงการฯ ซึ่งรวมถึงฐานข้อมูลการแปลผลการวิเคราะห์ดินและพืช ผู้สนใจที่ใดสามารถทดลองใช้บริการได้ที่ URL <http://webhost.wu.ac.th/msomsak/abned/>

4. สรุป

ทางโครงการฯ ได้จัดทำฐานข้อมูลการแปลผลสารวิเคราะห์ดินและพืช โดยวิธีรวบรวมจากเอกสารต่างๆ แล้วนำมาจัดรูปแบบให้สะดวกต่อการนำไปใช้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์รูปแบบต่างๆ ขณะสิ้นสุดโครงการฯ ได้รวบรวมข้อมูลไว้แล้วประมาณ 200 รายการ ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ทั้งการติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้เอง และการใช้งานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ฐานข้อมูลที่จัดทำขึ้นช่วยให้นักปฏิบัติการต่างๆ สามารถให้คำแนะนำเบื้องต้นแก่เกษตรกรที่ส่งตัวอย่างพืชไปวิเคราะห์ยังห้องปฏิบัติการนั้นๆ ได้ ซึ่งจะสร้างประโยชน์ได้มากกว่าการทราบเพียงค่าวิเคราะห์ที่เป็นตัวเลข

5. เอกสารอ้างอิง

- วันรัตน์ คุณากำเนิด. 2546. งานวิจัยการจัดการธาตุอาหารส้ม. เอกสารประกอบการสัมมนา เรื่อง จากงานวิจัยสู่งานจัดการธาตุอาหารส้มยุคใหม่. จัดโดยสมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย. 25 - 26 มีนาคม 2546 โรงแรมมารวยการ์เด้น กรุงเทพฯ.
- สุมิตรา กูว์โรดม. 2546. พื้นฐานการจัดการธาตุอาหารพืช. เอกสารประกอบการสัมมนา เรื่อง จากงานวิจัยสู่งานจัดการธาตุอาหารส้มยุคใหม่. จัดโดยสมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย. 25 - 26 มีนาคม 2546 โรงแรมมารวยการ์เด้น กรุงเทพฯ.
- สุมิตรา กูว์โรดม, พรทิภา กัญญาวงศ์หา, นุจรีย์ บุญเปล่ง, และบุญจพร เสือรัตน์. 2546. การกำหนดค่ามาตรฐานธาตุอาหารไนโตรเจนสำหรับมังคุด. การประชุมพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 3. จัดโดยสมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย. 22 - 25 เมษายน 2546 โรงแรมมิราเคิลแกรนด์ กรุงเทพฯ.
- Koo, R.C.J. et al. 1984. Recommended Fertilizers and Nutritional Sprays for Citrus. Florida Agriculture Experiment Station Bul. 636D, USA.
- Poovarodom, S., Tawintearng, N. and Ketsayom, P. 2002. Development of leaf nutrient concentration standards for durian. Acta Horticulturae. 594:399-404.
- Reuter, D.J. and Robinson, J.B. eds. 1997. Plant Analysis : an Interpretation Manual, 2nd ed. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia.
- Diczbalis, Y. 2002a. Longan : Improving yield and quality. Rural Industries Research and Development Corporation. Publication No. 02/135.
- Diczbalis, Y. 2002b. Rambutan : Improving yield and quality. Rural Industries Research and Development Corporation. Publication No. 02/136.



การถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยี

- คำนำ
- วัตถุประสงค์
- การอบรมเชิงปฏิบัติการ
- การสัมมนาวิชาการ
- สรุป

1. คำนำ

โครงการจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช จัดตั้งขึ้นโดยกลุ่มนักวิจัยที่ปฏิบัติงานอยู่ในห้องปฏิบัติการต่างๆ 8 ห้องปฏิบัติการ จาก 6 หน่วยงาน ซึ่งกระจายอยู่ใน 4 จังหวัด คือ เชียงใหม่ ขอนแก่น กรุงเทพมหานคร และนครราชสีมา จากการสำรวจเบื้องต้นและการสำรวจประเมินห้องปฏิบัติการที่ให้บริการวิเคราะห์ดินและพืชจากหน่วยงานต่างๆ ร่วมเป็นเครือข่ายหลักและเครือข่ายเสริม พบว่า ห้องปฏิบัติการจะมีความแตกต่างกันในเรื่องต่างๆ เช่น ข้อมูลทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ เครื่องมือวิเคราะห์ วิธีวิเคราะห์ ฯลฯ บุคลากรที่ปฏิบัติงานอยู่ในห้องปฏิบัติการต่างๆ ไม่ได้สนใจการศึกษาในสาขาที่มีความเกี่ยวข้องกับงานวิเคราะห์ดิน หรือยังขาดทักษะในการวิเคราะห์ การแปลผลวิเคราะห์ยังไม่มีความชำนาญ ดังนั้นทางโครงการจึงมีความจำเป็นที่จะถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีให้แก่เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการของห้องปฏิบัติการ ทั้งเครือข่ายหลักและเครือข่ายเสริมในประเทศไทย นักวิจัย นักวิชาการ นักศึกษา เกษตรกร และผู้สนใจ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการทำวิจัย เพื่อส่งเสริมให้มีการใช้ปฎิบัติตามผลการวิเคราะห์ดินและพืชแพร่หลายไปยังเกษตรกร สร้างความพร้อมให้กับห้องปฏิบัติการ รวมทั้งเกษตรกรสามารถได้รับบริการที่เชื่อถือได้จากห้องปฏิบัติการต่างๆ และเพื่อให้เป็นไปตามข้อเสนอแนะของผู้ประเมินโครงการ ทางโครงการฯ จึงได้จัดทำแผนการอบรมเชิงปฏิบัติการ และการสัมมนาวิชาการขึ้น รวม 5 ครั้ง ดังต่อไปนี้

1. ความรู้พื้นฐานด้านงานวิเคราะห์ดิน
2. วิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืชเพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของประเทศไทย
3. การประยุกต์ใช้ atomic absorption spectrophotometry (AAS) เพื่อการวิเคราะห์ดิน และพืช
4. เครื่องช่วยคอมพิวเตอร์เพื่อการจัดการข้อมูลห้องปฏิบัติการ
5. การแปลผลการวิเคราะห์ดินและพืช

เนื่องจากทางโครงการฯ ได้งบประมาณในการจัดกิจกรรมด้านนี้น้อย ทางโครงการฯ จึงขอรับการสนับสนุนเพิ่มเติมจากหน่วยงานต่างๆ โดยขอรับการสนับสนุนทั้งในรูปแบบตัวเงิน บุคลากร สถานที่ และอุปกรณ์ที่จำเป็นในการจัดกิจกรรมแต่ละครั้ง โดยเฉพาะหน่วยงานที่เป็นเจ้าของสถานที่

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อเพิ่มพูนทักษะพื้นฐานด้านการวิเคราะห์ดินให้แก่เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติของห้องปฏิบัติการที่ประสงค์จะเข้าร่วมโครงการจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช
2. เพื่อสร้างความร่วมมือในการพัฒนาคุณภาพห้องปฏิบัติการกับประเทศเพื่อนบ้านผ่านเครือข่าย SEALNET
3. เพื่อเพิ่มพูนความรู้และทักษะในการใช้เครื่อง AAS เพื่อการวิเคราะห์ดินและพืชให้แก่เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชในประเทศไทย ซึ่งสมัครเข้าเป็นเครือข่ายเสริมของโครงการนี้
4. เพื่อเพิ่มพูนความรู้และทักษะในการใช้งานคอมพิวเตอร์และเครือข่ายคอมพิวเตอร์แก่เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติของห้องปฏิบัติการต่างๆ ที่สมัครเข้าร่วมเป็นเครือข่ายเสริมในโครงการวิจัยนี้
5. เพื่อเลือกวิธีวิเคราะห์ดินที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นวิธีแนะนำสำหรับประเทศไทย
6. เพื่อเลือกวิธีแปลความหมายหรือวิธีประเมินผลการวิเคราะห์ที่เหมาะสมทั้งการวิเคราะห์ดินและพืช
7. เพื่อเพิ่มพูนความรู้และทักษะในการแปลผลการวิเคราะห์ดินและพืชให้แก่เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการ ของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชในประเทศไทย ซึ่งสมัครเข้าเป็นเครือข่ายเสริมของโครงการนี้
8. เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ของนักวิจัย

3. การอบรมเชิงปฏิบัติการ

โครงการฯ ได้จัดการอบรมเชิงปฏิบัติการ จำนวน 3 ครั้ง มีรายละเอียดดังนี้

3.1 การอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 1 เรื่อง ความรู้พื้นฐานด้านการวิเคราะห์ดิน

3.1.1 หลักการและเหตุผล

การวิเคราะห์ดินเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะนำไปสู่การใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยได้ผู้ปลูกพืชสามารถลดต้นทุนในการผลิตลง ได้ผลผลิตสูง ส่งต่อการลงทุน และพืชมีอายุการให้ผลผลิตที่นานขึ้น การใช้ปุ๋ยสูตรต่างๆ ตามชนิดของพืชดังที่เคยปฏิบัติในอดีต การวิเคราะห์ผลเสียหลายอย่าง เช่น ค่าใช้ปุ๋ย ความไม่สมดุลของธาตุอาหารพืชในดิน ปุ๋ยส่วนเกินแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อม และผู้ปลูกได้ผลตอบแทน ไม่คุ้มค่ากับการลงทุน เป็นต้น ประเทศต่างๆ หลายประเทศจึงหันมาส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์ดินและพืช การใช้ปุ๋ยในลักษณะนี้จะต้องมีห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ให้ไว้ให้บริการแก่เกษตรกรอย่างเพียงพอ และมีคุณภาพ

โครงการจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชจัดตั้งขึ้น เพื่อส่งเสริมให้มีการใช้ปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์ดินและพืชแพร่หลายไปยังเกษตรกร สร้างความพร้อมให้กับห้องปฏิบัติการ รวมทั้งเกษตรกรสามารถได้รับบริการที่เชื่อถือได้จากห้องปฏิบัติการต่างๆ การประชุมเชิงปฏิบัติการครั้งนี้ จัดขึ้นเป็นครั้งแรกภายใต้วัตถุประสงค์ของโครงการนี้ เพื่อต้องการสร้างความพร้อมเบื้องต้นด้านเทคนิคการวิเคราะห์ให้แก่เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติของห้องปฏิบัติการต่างๆ ที่ประสงค์จะเข้าร่วมโครงการนี้

โครงการจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชจะขอความร่วมมือจากห้องปฏิบัติการด้านการวิเคราะห์ดินและพืชในประเทศกลุ่ม Asian ซึ่งห้องปฏิบัติการดังกล่าวได้รวมตัวกันจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการภายใต้ชื่อ Southeast Asian Laboratory Network (SEALNET) โดยได้รับการสนับสนุนจาก International Board for Soil Research and Management (IBSRAM) และ Institut de Recherche pour le Developpement (IRD) เพื่อ

สร้างความร่วมมือในการพัฒนาคุณภาพห้องปฏิบัติการ การจัดประชุมเชิงปฏิบัติการในครั้งนี้ เพื่อจัดตั้งข่ายข่ายผลของ SEALNET ให้กว้างขึ้น โดยเฉพาะประเทศไทยและลาว ซึ่งจะนำไปสู่ความร่วมมือที่แน่นแฟ้นขึ้นในอนาคต และช่วยพัฒนาคุณภาพห้องปฏิบัติการด้านอาริเคาะหะดินและพืชของทั้งสองประเทศให้ดียิ่งขึ้น

3.1.2 กิจกรรมการอบรม

การอบรมได้จัดขึ้นระหว่างวันที่ 25-29 มีนาคม 2545 ณ ฝ่ายเครื่องมือวิทยาศาสตร์ สภานับวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ เป็นการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยมีภาพรวมย่อในช่วงเช้า และฝึกปฏิบัติการในช่วงบ่าย ยกเว้นช่วงเช้าของวันแรกเป็นพิธีเปิดโดยมีผู้แทนจาก Institut de Recherche pour le Development (IRD), Montpellier (Dr. Roland Poss) มาเป็นผู้กล่าวเปิดงาน และช่วงบ่ายของวันสุดท้ายได้จัดให้เป็นพิธีปิด โดยได้รับเกียรติจากผู้แทน IRD ประจำประเทศไทย (Dr. Christian Bellec) มาเป็นประธานในพิธีปิด และมอบประกาศนียบัตร (certificate of attendance) ให้แก่ผู้ผ่านการอบรม จำนวน 20 คน (รายชื่อผู้เข้าอบรมปรากฏในภาคผนวก) ได้แก่ เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติของห้องปฏิบัติการที่ประสงค์จะเข้าร่วมโครงการจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชในประเทศไทย จำนวน 14 คน และเจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติของห้องปฏิบัติการที่ให้บริการ หรือสถาบันที่จัดการเรียนการสอนด้านกวีวิเคราะห์ดินจากสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว จำนวน 6 คน

การอบรมครั้งนี้มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง เนื่องจากได้เชิญเจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติจากสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวเข้าร่วมด้วย งบประมาณที่ได้รับจาก สกส. ผ่านโครงการนี้เพียงอย่างเดียวจึงไม่เพียงพอ ดังนั้นทางโครงการจึงได้ขอรับการสนับสนุนจากแหล่งทุนต่างประเทศ 2 หน่วยงาน คือ

1. Institut de Recherche pour le Development (IRD) ประเทศฝรั่งเศส หน่วยงานนี้ได้สนับสนุนทั้งด้านการเงิน และวิทยากร โดยได้สนับสนุนทั้งค่าเดินทาง เบี้ยเลี้ยง และค่าที่พักทั้งหมดของผู้เข้าอบรมทั้งจากประเทศไทย และสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว นอกจากนี้ยังได้จัดงานเลี้ยงรับรองให้กับผู้เกี่ยวข้องในวัน การอบรมครั้งนี้ทุกคน การขอรับการสนับสนุนสามารถทำได้ง่าย เนื่องจากหน่วยงานนี้มีนโยบายสนับสนุนการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของประเทศกำลังพัฒนา และเป็นการสนับสนุนต่อเนื่องจากโครงการ South East Asian Laboratory Network (SEALNET)
2. Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) หน่วยงานนี้ได้สนับสนุนวิทยากร และช่วยเหลือด้านการประสานงานกับหน่วยงานในประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

ตารางที่ 11.1 กำหนดการอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 1 เรื่อง ความรู้พื้นฐานด้านการวิเคราะห์ดิน

เวลา	กิจกรรม	วิทยากร/ผู้ดำเนินการ
25 มีนาคม 2545		
8:30-9:00 น.	พิธีเปิด และบรรยายความเป็นมาของโครงการ SEALNET	Dr. Roland Poss และตัวแทนจากฝรั่งเศส
9:00-9:30 น.	พัก	
9:30-12:00 น.	บรรยาย : การประกันคุณภาพ	Jean Petard (IRD)
12:00-13:00 น.	พักเที่ยง	
13:00-16:30 น.	บรรยาย: การเก็บตัวอย่างดินและพืช	คุณเนวลศรี กาญจนกุล
26 มีนาคม 2545		
8:30-10:00 น.	บรรยาย : ความเป็นกรดเป็นด่างและความต้องการปุ๋ย และการวัดความเค็ม	คุณสุวรรณี ภูธรราช
10:00-10:20 น.	พัก	
10:20-12:00 น.	บรรยาย : อินทรีย์วัตถุและอินทรีย์คาร์บอน	รศ.ดร. พัชรี แสนจันทร์
12:00-13:00 น.	พัก	
13:00-16:30 น.	ปฏิบัติ : ความเป็นกรดเป็นด่าง ความต้องการปุ๋ย การวัดความเค็ม ดินทรีย์วัตถุ และอินทรีย์คาร์บอน	คุณนันทนา ชื่นอ้อม และคณะ (คุณศิริวัลย์ บุญสุข,คุณพัชราภรณ์ ภูไพบูลย์, คุณกฤตภา เพชรสิง และ คุณนงลักษณ์ ปุระณะพงษ์)
27 มีนาคม 2545		
8:30-10:00 น.	บรรยาย ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	คุณพนมณี สุวรรณัง
10:00-10:20 น.	พัก	
10:20-12:00 น.	ปฏิบัติ : อินทรีย์วัตถุและอินทรีย์คาร์บอน (ต่อ) และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	คุณ นันทนา ชื่นอ้อม และคณะ
12:00-13:00 น.	พัก	
13:00-16:30 น.	ปฏิบัติ : ดินทรีย์วัตถุและอินทรีย์คาร์บอน และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ต่อ)	คุณ นันทนา ชื่นอ้อม และคณะ

ตารางที่ 11.1 (ต่อ)

เวลา	กิจกรรม	วิทยากร/ผู้ดำเนินการ
28 มีนาคม 2545		
8:30-10:00 น.	บรรยาย : แคทไอออนที่แลกเปลี่ยนได้	คุณวรางคณา สระบัว
10:00-10:20 น.	พัก	
10:20-12:00 น.	บรรยาย : Principle of AAS and Spectrophotometer	ผศ.ดร. สมศักดิ์ มณีพงศ์
12:00-13:00 น.	พัก	
13:00-16:30 น.	ปฏิบัติ : แคทไอออนที่แลกเปลี่ยนได้	คุณ หันหนะ ชื่นอ้อม และคณะ
29 มีนาคม 2547		
8.30-10:00 น.	บรรยาย : การแปลผลการวิเคราะห์	Dr. Rod Lefroy
10:00-10:30 น.	พัก	
10:30-12:00 น.	บรรยาย : การประกันคุณภาพ (Control charc)	ผศ. ดร. สมศักดิ์ มณีพงศ์
12:00-13:00 น.	พัก	
13:00-14:30 น.	พิธีปิด และมอบประกาศนียบัตร	



รูปที่ 11-1 กิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการครั้งที่ ๕ ของโครงการฯ ได้รับการสนับสนุนงบประมาณและวิทยากรจากหน่วยงานต่างประเทศ (IRD และ CGIAR) มีผู้เข้าร่วมอบรมทั้งจากประเทศไทยและประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

3.2 การอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ใช้ atomic absorption spectro-photometry เพื่อการวิเคราะห์ดินและพืช

3.2.1 หลักการและเหตุผล

Atomic absorption spectrophotometry (AAS) เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ที่นิยมใช้แพร่หลายในการวิเคราะห์ดินและพืช โดยเฉพาะการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชที่เป็นโลหะ เช่น K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, และ Cu เป็นต้น เนื่องจากเครื่องมือชนิดนี้สามารถวิเคราะห์ได้ง่าย รวดเร็ว แม่นยำสูง และราคาเครื่องไม่สูงเกินไป ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชหลายแห่งในประเทศไทยมี AAS ที่ใช้ แต่ห้องปฏิบัติการเหล่านั้นมีขีดความสามารถในการให้บริการสูงขึ้นมากจากการสำรวจห้องปฏิบัติการต่างๆ ของโครงการในระหว่างเดือนเมษายน - พฤษภาคม 2545 และในเดือนตุลาคม 2545 พบว่า เมื่อไม่นานมานี้กรมวิชาการ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้รับเงินกู้จากธนาคารพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) เพื่อจัดซื้อเครื่อง AAS ให้กับสำนักวิจัยและพัฒนา (สวพ.) ซึ่งมีสำนักงานกระจายอยู่ในภาคต่าง ๆ 8 แห่ง ทำให้ห้องปฏิบัติการมีความพร้อมในด้านเครื่องมือ เพื่อให้บริการวิเคราะห์แก่เกษตรกรดีขึ้น อย่างไรก็ตามห้องปฏิบัติการหลายแห่งยังคงขาดบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญในการใช้งาน และบำรุงรักษาเครื่องให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน ห้องปฏิบัติการทุกแห่งที่ทางโครงการ ไปสำรวจ ได้แสดงความจำนงเข้าร่วมการอบรมในเรื่องนี้ ดังนั้นคณะนักวิจัยของโครงการ จึงมีความเห็นร่วมกันว่า การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่องการประยุกต์ใช้ AAS เพื่อการวิเคราะห์ดินและพืช น่าจะเป็นประโยชน์กับห้องปฏิบัติการที่จะเข้าร่วมเครือข่ายมากที่สุด

3.2.2 กิจกรรมการอบรม

การอบรมได้จัดขึ้นระหว่างวันที่ 16-20 ธันวาคม 2545 ณ ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมและการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 เชียงใหม่ การอบรมในครั้งนี้เป็นการอบรมเชิงปฏิบัติการ ซึ่งมีการบรรยายในช่วงเช้าของวันแรก วันที่สองและวันสุดท้าย และฝึกปฏิบัติการในช่วงบ่ายของทุกวัน โดยวันแรกและวันที่สองฝึกปฏิบัติที่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ส่วนวันที่สามและสี่แบ่งกลุ่มปฏิบัติเป็น 2 กลุ่มใหญ่ (กลุ่มใหญ่แบ่งเป็น 3 กลุ่มย่อยกลุ่มละ 3-4 คน) โดยฝึกปฏิบัติจากเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometry ของภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมและการเกษตร เป็นเครื่อง AAS ยี่ห้อ Varian และฝึกปฏิบัติจากเครื่อง AAS ยี่ห้อ Perkin Elmer ของฝ่ายวิเคราะห์และบริการสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 เชียงใหม่ ตั้ง 2 กลุ่มใหญ่ได้ฝึกใช้เครื่อง AAS สลับกันทั้ง 2 เครื่อง ช่วงเช้าของวันแรกเป็นพิธีเปิดการอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 เชียงใหม่ (ผอ.บุญเติม ถาดังฟู) เป็นประธานในพิธีเปิด และช่วงเช้าของวันสุดท้ายเป็นพิธีปิดการอบรมโดยคณบดีคณะผลิตกรรมและการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสุทธิ์ นิยมทรัพย์) เป็นประธานในพิธีปิด และมอบประกาศนียบัตรให้แก่ผู้เข้ารับการอบรม การอบรมครั้งนี้เน้นการใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer เพื่อการวิเคราะห์ดินและพืช ในการวิเคราะห์หาปริมาณของโพแทสเซียม, แคลเซียม, แมงกานีส, ทองแดง, แมงกานีส และสังกะสี ในตัวอย่างดินและพืช

การอบรมมีเจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการของห้องปฏิบัติการที่ประสงค์จะเข้าร่วมโครงการจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชในประเทศไทย เข้าร่วมการอบรมจำนวน 23 คน (รายชื่อผู้เข้าอบรมแสดงในภาคผนวก)

ซึ่งทางโครงการได้รับการสนับสนุนวิทยากรบรรยายจากบริษัท Perkin Elmer (ประเทศไทย) จำกัด และเครื่องมือ AAS จากฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 เชียงใหม่

ตารางที่ 11-2 กำหนดการอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ใช้ atomic absorption spectrophotometry เพื่อการวิเคราะห์ดินและพืช

วัน-เวลา	หัวข้ออบรม	วิทยากร/ผู้ดำเนินการ
วันที่ 16 ธ.ค. 2545		
8:30 – 9:00 น.	พิธีเปิดการอบรม	ผู้อำนวยการ สวพ. 1
9:00 – 10:00 น.	บรรยาย : ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเทคนิค atomic spectroscopy	คุณสุรศักดิ์ บ.เพอร์กินเอลเมอร์
10:00 – 10:30 น.	พักทานอาหารว่าง	
10:30 – 12:00 น.	บรรยาย : ส่วนประกอบและหลักการทํางานของ AAS	คุณสุรศักดิ์ บ.เพอร์กินเอลเมอร์
12:00 – 13:00 น.	พักทานอาหารเที่ยง	
13:00 – 16:30 น.	ปฏิบัติ : วิธีเตรียมตัวอย่างดินและพืช	คุณวรางคนา และคุณเพ็ญ กรมวิชาการเกษตร
วันที่ 17 ธ.ค. 2545		
8:30 – 10:00 น.	บรรยาย : ความปลอดภัยและการแก้ไขปัญหามือถือดิน	คุณสุรศักดิ์ บ.เพอร์กินเอลเมอร์
10:00 – 10:30 น.	พักทานอาหารว่าง	
10:30 – 12:00 น.	บรรยาย : การบำรุงรักษา	คุณสุรศักดิ์ บ.เพอร์กินเอลเมอร์
12:00 – 13:00 น.	พักทานอาหารเที่ยง	
13:00 – 16:30 น.	ปฏิบัติ : วิธีเตรียมสารละลายมาตรฐานและสารละลายตัวอย่าง	คุณนันทนา ชื่นอิม ม.เกษตรศาสตร์
วันที่ 18 ธ.ค. 2545		
8:30 – 10:00 น.	ปฏิบัติ : หลักในการใช้งาน AAS (กลุ่ม 1 แม่ใจ/ กลุ่ม 2 สวพ.)	คุณสุรศักดิ์ บ.เพอร์กินเอลเมอร์
10:00 – 10:30 น.	พักทานอาหารว่าง	
10:30 – 12:00 น.	ปฏิบัติ : หลักในการใช้งาน AAS (กลุ่ม 2 แม่ใจ/ กลุ่ม 1 สวพ.)	คณบดีนักวิจัยของโครงการฯ
12:00 – 13:00 น.	พักทานอาหารเที่ยง	
13:00 – 16:30 น.	ปฏิบัติ : วิเคราะห์ดิน/พืช (กลุ่ม 2 แม่ใจ/ กลุ่ม 1 สวพ.)	คณบดีนักวิจัยของโครงการฯ

ตารางที่ 11-2 (ต่อ)

วัน - เวลา	หัวข้ออบรม	วิทยากร/ผู้ดำเนินการ
วันที่ 19 ธค. 2545		
8:30 - 12:00 น.	ปฏิบัติ : วิเคราะห์ดินฟอส (พักทานอาหารว่างในช่วงเวลาที่เหมาะสม)	คณะนักวิจัยของโครงการฯ
12:00 - 13:00 น.	พักทานอาหารเที่ยง (กลุ่ม 1 แม็โจ้/ กลุ่ม 2 สรพ.)	
13:00 - 16:30 น.	ปฏิบัติ : วิเคราะห์ดินฟอส (พักทานอาหารว่างในช่วงเวลาที่เหมาะสม)	คณะนักวิจัยของโครงการฯ
วันที่ 20 ธค. 2545		
8:30 - 10:00 น.	บรรยาย : การประมวลผลข้อมูลและการสร้างกราฟ	คุณแสงศักดิ์ มณีพงศ์ มวลีสักขณโ
10:00 - 10:30 น.	พักทานอาหารว่าง	
10:30 - 12:00 น.	พิธีมอบประกาศนียบัตร	คณบดีคณะผลิตกรรมการเกษตร ศาสตราจารย์ ม.แม็โจ้
12:00 - 13:00 น.	พักทานอาหารเที่ยง	



รูปที่ 11-2 กิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การประยุกต์ใช้ atomic absorption spectro-photometry เพื่อการวิเคราะห์ดินและพืช ณ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 จ. เชียงใหม่

3.3 การอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 3 เรื่อง เครื่องช่วยคอมพิวเตอร์เพื่อการจัดการข้อมูลห้องปฏิบัติการ

3.3.1 หลักการและเหตุผล

คอมพิวเตอร์และเครื่องช่วยคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือสำคัญของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทางเคมีในปัจจุบัน เนื่องจากคอมพิวเตอร์ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ลดข้อผิดพลาดจากเงาเงา และลด ค่าใช้จ่ายบางส่วนของห้องปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้ได้หลายลักษณะ ได้แก่

- ใช้เก็บข้อมูลต่างๆ เช่น ข้อมูลตัวอย่าง ข้อมูลผู้ให้บริการ และข้อมูลผลการวิเคราะห์ เป็นต้น ช่วยเพิ่มความเร็วในการค้นหาและทำสำเนา
- ใช้บันทึกข้อมูลผลการวิเคราะห์จากเครื่องมือแทนการใช้กระดาษ ช่วยเพิ่มความเร็วในการจดบันทึก และลดความผิดพลาดจากการคัดลอกข้อมูล (transcription error)
- ใช้ประมวลผลข้อมูล ช่วยให้การคำนวณขั้นตอนต่างๆ ของการวิเคราะห์สะดวกรวดเร็ว และมีความผิดพลาดน้อยลง
- ใช้สร้างรายงาน ช่วยเพิ่มความเร็วในการรายงานผลให้แก่ผู้ให้บริการ ปรับเปลี่ยนรูปแบบได้ง่ายเมื่อเทียบกับการใช้แบบฟอร์มรายงานกระดาษ และลดความผิดพลาด

การใช้งานคอมพิวเตอร์ให้เกิดประโยชน์หลายด้านดังกล่าว ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ จำเป็นต้องมีทักษะความชำนาญในระดับหนึ่ง จากการสำรวจห้องปฏิบัติการต่างๆ ของโครงการฯ พบว่า ห้องปฏิบัติการหลายแห่งมีคอมพิวเตอร์ใช้ทั้งใช้งานในลักษณะเดี่ยวและเชื่อมต่อเป็นเครือข่าย แต่การใช้งานส่วนใหญ่ยังไม่เต็มศักยภาพ ห้องปฏิบัติการทุกแห่งที่ทางโครงการฯ ไปสำรวจ ได้แสดงความจำนงรับการอบรมในเรื่องนี้ ดังนั้นคณะนักวิจัยของโครงการฯ จึงมีความเห็นร่วมกันว่า การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง เครื่องช่วยคอมพิวเตอร์เพื่อการจัดการข้อมูลห้องปฏิบัติการ น่าจะเป็นประโยชน์กับห้องปฏิบัติการที่จะเข้าอบรมเครือข่ายเป็นอย่างมาก และส่งเสริมให้การปฏิบัติงานของห้องปฏิบัติการต่างๆ มีประสิทธิภาพดีขึ้นในอนาคต

3.3.2 กิจกรรมการอบรม

การอบรมได้จัดขึ้นระหว่างวันที่ 26-30 เมษายน 2547 ณ ศูนย์คอมพิวเตอร์และฝ่ายบริการการใช้เครื่องมือ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ 6 มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นการ อบรมเชิงปฏิบัติการ ซึ่งมีการบรรยาย และการปฏิบัติการสลับกันไปในแต่ละหัวข้อของการบรรยาย โดยวันที่สอง อบรมที่ฝ่ายบริการการใช้เครื่องมือ นอกจากนั้นอบรมที่ศูนย์คอมพิวเตอร์

ช่วงเช้าของวันแรก เป็นพิธีเปิดการอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยรองอธิการบดีฝ่ายวางแผน (รศ.ดร. กวีศักดิ์ สงวนทอง) เป็นประธานในพิธีเปิด และช่วงบ่ายของวันสุดท้ายเป็นพิธีปิดการอบรมโดย อธิการบดี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ (ดร. สุทัศน์ หุบลภา) เป็นประธานในพิธีปิด และมอบประกาศนียบัตรให้แก่ผู้เข้ารับการอบรม การอบรมครั้งนี้เน้นการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อการจัดการข้อมูลในห้องปฏิบัติการ ให้เป็นประโยชน์ได้อย่างสูงสุดทั้งระบบ

การอบรมมีเจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการของห้องปฏิบัติการเข้าร่วมโครงการฯ ในประเทศไทยเข้าร่วมการอบรม จำนวน 14 คน (รายชื่อผู้เข้าอบรมปรากฏในภาคผนวก) และนักวิจัยในโครงการฯ จำนวน 7 คน

ตารางที่ 11-3 กำหนดการการอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 3 เรื่อง เครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อการจัดการข้อมูลห้องปฏิบัติ

การ ณ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

เวลา	กิจกรรม	สถานที่	วิทยากร/ผู้ดำเนินการ
26 เม.ย. 47			
8:30-9:00 น.	ลงทะเบียน	ศูนย์คอมพิวเตอร์ ชั้น 1	คณะผู้จัด
9:00-9:30 น.	พิธีเปิด	ห้องอบรม 2 ศูนย์คอมพิวเตอร์	รองอธิการบดีฝ่ายวางแผน
10:00-11:00 น.	ระบบจัดการสารสนเทศห้องปฏิบัติการ (LIMS)	ห้องอบรม 2 ศูนย์คอมพิวเตอร์	ผศ.ดร. สมศักดิ์ มณีพงษ์
11:00-12:00 น.	เครือข่ายคอมพิวเตอร์สำหรับห้องปฏิบัติการ	ห้องอบรม 2 ศูนย์คอมพิวเตอร์	คุณพิชิต ภูไรรักษ์
12:00-13:00 น.	พักทานอาหารเที่ยง	โรงอาหาร 4	
13:00-14:30 น.	การติดตั้งเครือข่ายแบบ peer-to-peer	ห้องอบรม 2 ศูนย์คอมพิวเตอร์	คุณพิชิต ภูไรรักษ์
14:30-15:00 น.	พัก	ศูนย์คอมพิวเตอร์ ชั้น 1	
15:00-16:30 น.	การติดตั้งเครือข่ายแบบ client server	ห้องอบรม 2 ศูนย์คอมพิวเตอร์	คุณพิชิต ภูไรรักษ์
27 เม.ย. 47			
8:30-10:00 น.	การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องมือวิเคราะห์	ฝ่ายบริการการใช้เครื่องมือ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ฯ 5	ผศ.ดร. สมศักดิ์ มณีพงษ์ และเจ้าหน้าที่ศูนย์เครื่องมือฯ
10:00-10:30 น.	พัก	ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ฯ 5	
10:30-12:00 น.	การเขียนโปรแกรมเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลและควบคุมเครื่องมือวิเคราะห์	ฝ่ายบริการการใช้เครื่องมือ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ฯ 5	ผศ.ดร. สมศักดิ์ มณีพงษ์ และเจ้าหน้าที่ศูนย์เครื่องมือฯ
12:00-13:00 น.	พักทานอาหารเที่ยง	โรงอาหาร 4	
13:00-14:30 น.	การเชื่อมโยงข้อมูล (ปฏิบัติ)	ฝ่ายบริการการใช้เครื่องมือ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ฯ 5	ผศ.ดร. สมศักดิ์ มณีพงษ์ และเจ้าหน้าที่ศูนย์เครื่องมือฯ
14:30-15:00 น.	พัก	ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ฯ 5	
15:00-16:30 น.	การเชื่อมโยงข้อมูล (ปฏิบัติ)	ฝ่ายบริการการใช้เครื่องมือ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ฯ 5	ผศ.ดร. สมศักดิ์ มณีพงษ์ และเจ้าหน้าที่ศูนย์เครื่องมือฯ
28 เม.ย. 47			
8:30-10:00 น.	การประมวลผลอัตโนมัติ	ห้องอบรม 2 ศูนย์คอมพิวเตอร์	คุณชัยรัตน์ กาญจนอารี
10:00-10:30 น.	พัก	ศูนย์คอมพิวเตอร์ ชั้น 1	
10:30-12:00 น.	การประมวลผลอัตโนมัติ	ห้องอบรม 2 ศูนย์คอมพิวเตอร์	คุณชัยรัตน์ กาญจนอารี
12:00-13:00 น.	พักทานอาหารเที่ยง	โรงอาหาร 4	
13:00-14:30 น.	การประมวลผลอัตโนมัติ (ปฏิบัติ)	ห้องอบรม 2 ศูนย์คอมพิวเตอร์	คุณชัยรัตน์ กาญจนอารี
14:30-15:00 น.	พัก	ศูนย์คอมพิวเตอร์ ชั้น 1	
15:00-16:30 น.	การประมวลผลอัตโนมัติ (ปฏิบัติ)	ห้องอบรม 2 ศูนย์คอมพิวเตอร์	คุณชัยรัตน์ กาญจนอารี
29 เม.ย. 47			
8:30-10:00 น.	การสร้างแบบฟอร์มรายงานผลอัตโนมัติ	ห้องอบรม 2 ศูนย์คอมพิวเตอร์	คุณชัยรัตน์ กาญจนอารี
10:00-10:30 น.	พัก	ศูนย์คอมพิวเตอร์ ชั้น 1	
10:30-12:00 น.	การสร้างแบบฟอร์มรายงานผลอัตโนมัติ	ห้องอบรม 2 ศูนย์คอมพิวเตอร์	คุณชัยรัตน์ กาญจนอารี
12:00-13:00 น.	พักทานอาหารเที่ยง	โรงอาหาร 4	

ตารางที่ 11-3 (ต่อ)

เวลา	กิจกรรม	สถานที่	วิทยากร/ผู้ดำเนินการ
13:00-14:30 น.	การสร้างแบบฟอร์มรายงานผลอัตโนมัติ (ปฏิบัติ)	ห้องอบรม 2 ศูนย์คอมพิวเตอร์	คุณธีรวัฒน์ กาญจนอารี
14:30-15:00 น.	พัก	ศูนย์คอมพิวเตอร์ ชั้น 1	
15:00-16:30 น.	การสร้างฐานข้อมูลตัวอย่าง และฐานข้อมูลผู้ใช้บริการ	ห้องอบรม 2 ศูนย์คอมพิวเตอร์	คุณภาณุจนา ทฤทธะพงศ์
30 เม.ย. 47			
8:30-10:00 น.	การสร้างฐานข้อมูลตัวอย่าง และฐานข้อมูลผู้ใช้บริการ	ห้องอบรม 2 ศูนย์คอมพิวเตอร์	คุณภาณุจนา ทฤทธะพงศ์
10:00-10:30 น.	พัก	ศูนย์คอมพิวเตอร์ ชั้น 1	
10:30-12:00 น.	การสร้างฐานข้อมูลตัวอย่าง และฐานข้อมูลผู้ใช้บริการ	ห้องอบรม 2 ศูนย์คอมพิวเตอร์	คุณภาณุจนา ทฤทธะพงศ์
12:00-13:00 น.	พักผ่อนอาหารเที่ยง	โรงอาหาร 4	
13:00-14:30 น.	การสร้างฐานข้อมูลตัวอย่าง และฐานข้อมูลผู้ใช้บริการ (สาธิต Web application)	ห้องอบรม 2 ศูนย์คอมพิวเตอร์	คุณเนาวพร กิจจีพัฒน์บรร
14:30-15:00 น.	พัก	ศูนย์คอมพิวเตอร์ ชั้น 1	
15:00-16:30 น.	พิธีปิดและมอบประกาศนียบัตร	ห้องอบรม 2 ศูนย์คอมพิวเตอร์	อธิการบดี



รูปที่ 11-3 กิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง เครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อการจัดการข้อมูลเชิงปฏิบัติการ ณ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ จ. นครศรีธรรมราช

4. การสัมมนาวิชาการ

โครงการฯ ได้จัดสัมมนาวิชาการนี้ตลอดโครงการ รวม 2 ครั้ง ดังรายละเอียด

4.1 การสัมมนาวิชาการ ครั้งที่ 1 เรื่อง วิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืชเพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของประเทศไทย

4.1.1 หลักการและเหตุผล

การวิเคราะห์ดินและพืชเพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์มีวิธีการหลากหลายวิธี ทำให้ยุ่งยากต่อการทำงาน ความเข้าใจและการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ วิธีวิเคราะห์เหล่านี้อาจพัฒนาขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะ เช่น ใช้กับดินที่มีลักษณะเฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อแก้ปัญหาทางเทคนิคที่ผู้พัฒนาประสบ หรือเพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ วิธีการหลากหลายเหล่านี้อาจไม่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย นอกจากนี้ยังเป็นภาระอย่างมากสำหรับห้องปฏิบัติการ ในการจัดเตรียมอุปกรณ์หรือรองรับงานวิเคราะห์หลากหลายวิธี ดังนั้นประเทศไทยจึงน่าจะมีวิธีมาตรฐาน (reference method) จำนวนไม่มากนักในสถานะพหุมีเตอร์ โครงการจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชต้องการสนับสนุนให้ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชในประเทศไทยมีการประกันคุณภาพผลการวิเคราะห์ โดยวิธีแลกเปลี่ยนตัวอย่างระหว่างห้องปฏิบัติการ (collaborative test) ดังนั้นหากห้องปฏิบัติการต่างๆ ได้วิธีวิเคราะห์แตกต่างกัน, ย่อมทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ระหว่างกันได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องจำกัดจำนวนวิธีวิเคราะห์ที่มากเกินไป

ผู้ใช้บริการจากห้องปฏิบัติการมักไม่ต้องการตัวเลขเพียงอย่างเดียว เนื่องจากไม่สามารถตีความความหมายใดๆ หรือผู้ใช้บริการไม่สามารถนำผลวิเคราะห์ไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้นการแปลผลเบื้องต้นจากห้องปฏิบัติการจึงมีความจำเป็น เพื่อให้การวิเคราะห์ที่มีประโยชน์ ในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มี จากการสำรวจห้องปฏิบัติการต่างๆ ในประเทศเบื้องต้นพบว่า มีการใช้วิธีที่หลากหลาย การแปลผลก็ต่างกันเหล่านี้อาจสร้างปัญหาและความสับสนให้แก่ผู้ใช้บริการ ดังนั้น ห้องปฏิบัติการต่างๆ จึงน่าจะมีวิธีแปลผลเบื้องต้นไม่ทิศทางเดียวกัน

4.1.2 กิจกรรมการสัมมนา

การสัมมนาวิชาการจัดขึ้นระหว่างวันที่ 23-24 พฤษภาคม 2545 ณ ห้องประชุมกองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร บางเขน กรุงเทพฯ โดยมีผู้เข้าร่วมสัมมนาจากนักวิชาการด้านการวิเคราะห์ดินและพืช และคณาจารย์ของโครงการฯ ประมาณ 26 คน (รายชื่อแสดงในภาคผนวก) การสัมมนาครั้งนี้ไม่ต้องการนำเสนอวิธีวิเคราะห์ใหม่ เพียงแต่เสียดวิธีวิเคราะห์ซึ่งห้องปฏิบัติการต่างๆ ในประเทศไทยใช้เป็นงานประจำอยู่มาแนะนำใช้เป็นมาตรฐาน หัวข้อการสัมมนาแสดงในตารางที่ 11-4 จากการสัมมนาครั้งนี้ ได้วิธีมาตรฐานวิเคราะห์ดินและพืชที่เป็นฉบับร่างขึ้นมา บางประเด็นไม่สามารถหาข้อสรุปได้ เนื่องจากขาดรายละเอียดในการตัดสินใจ ทางคณะนักวิจัยจะค้นคว้าเพิ่มเติมภายหลัง

ตารางที่ 11-4 กำหนดการสัมมนาทางวิชาการ ครั้งที่ 1 เรื่อง วิจัยมาตรฐานสำหรับภาควิเคราะห์ดินและพืชเพื่อประเมิน
ความอุดมสมบูรณ์ของประเทศไทย ณ กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร

เวลา	กิจกรรม	วิทยากร/ผู้ดำเนินการ
23 พ.ค. 2545		
8:30-9:00 น.	ลงทะเบียน	
9:00-9:15 น.	พิธีเปิดและแนะนำชุดโครงการวิจัย "ดินและพืชที่สวน"	รศ.ดร. อธิติสุนทร นันทกิจ
9:15-9:30 น.	แนะนำโครงการเครือข่ายห้องปฏิบัติการฯ และเป็นหมายของกรสัมมนา	ผศ.ดร. สมศักดิ์ มณีพงษ์
9:30-10:30 น.	พัก	
10:30-12:00 น.	วิธีวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองในพืช	คุณหญิงลัดดาณี บุระนงพงษ์
12:00-13:00 น.	พัก	
13:00-14:30 น.	วิธีวิเคราะห์จุลธาตุ (Fe, Mn, Cu, Zn และ B) ในพืช	คุณไพลิน เทือกคง
14:30-15:00 น.	พัก	
15:00-16:30 น.	วิธีวิเคราะห์ pH, EC, และ Lime requirement ในดินและการแปลผล	คุณสุวรรณี ภูธรราช
23 พ.ค. 2545		
8:30-10:00 น.	วิธีวิเคราะห์ดินหริยคาร์บอน ดินหริยวัตถุ และไนโตรเจนในดิน และการแปลผล	รศ.ดร. พันธ์ แสนจันทร์
10:00-10:30 น.	พัก	
10:30-12:00 น.	วิธีวิเคราะห์กำมะถันและฟอสฟอรัสในดิน และการแปลผล	ดร. นันทนา ชื่นอ้อม
12:00-13:00 น.	พัก	
13:00-14:30 น.	วิธีวิเคราะห์ Exchangeable cations และ CEC ในดินและการแปลผล	คุณวรางคณา สระบัว
14:30-15:00 น.	พัก	
15:00-16:30 น.	วิธีวิเคราะห์จุลธาตุ (Fe, Mn, Cu, Zn และ B) ในดินและการแปลผล	ผศ.ดร. สมศักดิ์ มณีพงษ์



รูปที่ 11-4 การสัมมนาทางวิชาการเรื่อง วิจัยมาตรฐานสำหรับภาควิเคราะห์ดินและพืชเพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของ
ประเทศไทย ณ กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร

4.2 การสัมมนาวิชาการ ครั้งที่ 2 เรื่อง การแปลผลการวิเคราะห์ดินและพืช

4.2.1 หลักการและเหตุผล

ผู้ใช้บริการวิเคราะห์ดินและพืชส่วนใหญ่มีได้ต้องการทราบเพียงค่าตัวเลขของผลการวิเคราะห์ แต่ต้องการทราบถึงวิธีปรับปรุงดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช รวมทั้งปรับปรุงให้มีธาตุอาหารแต่ละชนิดอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช การแปลผลการวิเคราะห์ดินและพืชจึงเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญของห้องปฏิบัติการ เพื่อสนองต่อความคั่งค้างการของผู้ใช้บริการ

จากการสำรวจห้องปฏิบัติการต่างๆ ของคณะนักวิจัยของโครงการฯ พบว่า ห้องปฏิบัติการหลายแห่งต้องการเพิ่มพูนความรู้ในเรื่องการแปลผลการวิเคราะห์ เพื่อเพิ่มพูนขีดความสามารถในการให้บริการให้ดีขึ้น ดังนั้นทางโครงการฯ จึงได้จัดการสัมมนาครั้งนี้ขึ้น

4.2.2 กิจกรรมการสัมมนา

การสัมมนาวิชาการ ได้จัดขึ้นระหว่างวันที่ 27-28 พฤษภาคม 2547 ณ ห้องประชุม 1 สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน บางเขน กรุงเทพฯ โดยมีผู้เข้าร่วมสัมมนาจากนักวิชาการด้านการวิเคราะห์ดินและพืช เกษตรกร นักศึกษา ผู้สนใจ และคณะนักวิจัยของโครงการฯ ประมาณ 72 คน (รายชื่อผู้เข้าร่วมสัมมนาปรากฏในภาคผนวก) การสัมมนาครั้งนี้วิทยากรแต่ละท่านได้ให้ความรู้ หลักการแปลผลวิเคราะห์ดิน ฐานข้อมูลเพื่อการแปลผลวิเคราะห์พืช และกรณีศึกษางานวิจัยต่อการใช้ปุ๋ยตามผลวิเคราะห์ดินและพืช ในทุเรียน มังคุด ส้ม ลิ้นจี่ ลำไย มะละกอก และปาล์มรั้วมัน หัวข้อการสัมมนาแสดงในตารางที่ 11-5

ตารางที่ 11-5 กำหนดการสัมมนาทางวิชาการ ครั้งที่ 2 เรื่อง การแปลผลวิเคราะห์ดินและพืช ณ กรมพัฒนาที่ดิน

เวลา	กิจกรรม	วิทยากร/ผู้ดำเนินการ
27 พ.ค. 47		
8:30-9:00 น.	ลงทะเบียน	
9:00-9:45 น.	พิธีเปิด โดยผู้อำนวยการสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน แนะนำชุดโครงการวิจัยดินและพืชสวน การดำเนินงานโครงการจัด ตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช	ดร. ณรงค์ ชินบุตร รศ.ดร. อธิษฐานทร นันทกิจ คุณไพรัตน์ เหล็กคง
9:45-10:00 น.	พัก	
10:00-11:00 น.	หลักการแปลผลการวิเคราะห์ดิน	คุณพงษ์ชัย มอญเจริญ
11:00-12:00 น.	บทบาทของห้องปฏิบัติการต่อการใช้ปุ๋ยเคมีแนวใหม่	ผศ.ดร. สรศักดิ์ มณีพงศ์
12:00-13:00 น.	พัก	
13:00-14:30 น.	กรณีศึกษา : การใช้ปุ๋ยในทุเรียนและมังคุดตามผลวิเคราะห์ดินและ พืช	รศ.ดร. สมิตรา ภู่วโรดม
14:30-15:00 น.	พัก	
15:00-16:30 น.	กรณีศึกษา : การใช้ปุ๋ยในส้มและลิ้นจี่ตามผลวิเคราะห์ดินและพืช	ดร. นันทวัฒน์ ฟูยก่านนิต

ตารางที่ 11-5 (ต่อ)

เวลา	กิจกรรม	วิทยากร/ผู้ดำเนินการ
28 พ.ค. 47 8:30-9:30 น.	การจัดการธาตุอาหารพืชตามแนวทางการเกษตรระบบแม่นยำ	ผศ.ดร. อรรถศิษฐ์ วงศ์เมธีโรจน์
9:30-10:30 น.	ฐานข้อมูลเพื่อการแปลผลการวิเคราะห์พืช	ผศ.ดร. สมศักดิ์ มณีพงษ์
10:30-11:00 น.	พัก	
11:00-12:00 น.	การใช้ปุ๋ยในมะละกอตามผลการวิเคราะห์ดินและพืช	ดร. มงคล ต๊ะอู่น
12:00-13:00 น.	พัก	
13:00-14:00 น.	กรณีศึกษา : การวิเคราะห์ดินและใบลำไยเพื่อการแนะนำปุ๋ย	ร.ศ. สมชาย วงศ์ประเสริฐ
14:00-15:00 น.	กรณีศึกษา : การใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมันตามผลการวิเคราะห์ดินและพืช	รศ.ดร. ชัยรัตน์ นิลนนท์
15:00-15:30 น.	พิธีปิดการสัมมนา/พัก	ผศ. ดร. สมศักดิ์ มณีพงษ์



รูปที่ 11-5 การสัมมนาวิชาการ ครั้งที่ 2 เรื่อง การแปลผลการวิเคราะห์ดินและพืช ณ สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาดิน กรมพัฒนาที่ดิน กรุงเทพฯ

5. สรุป

การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการและการสัมมนาวิชาการ ตลอดจนการดำเนินงานของโครงการ ได้ผลดังนี้

- 5.1 เจ้าหน้าที่ระดับห้องปฏิบัติการ ของเครือข่ายเสริมได้รู้และมีความเข้าใจในเทคนิคการวิเคราะห์ดินในแนวเดียวกัน
- 5.2 เป็นการสร้างความรู้จักคุ้นเคยกับเจ้าหน้าที่ของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริม รวมทั้งก่อให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันทั้งในเรื่องวิธีวิเคราะห์และการประกันคุณภาพ
- 5.3 เจ้าหน้าที่ระดับห้องปฏิบัติการของเครือข่ายหลักและเครือข่ายเสริมมีความรู้และทักษะการบำรุงรักษาในการใช้เครื่อง AAS
- 5.4 ผู้เข้าร่วมอบรมสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการวิเคราะห์ดินและพืชกับหน่วยงานบริการของตัวเอง
- 5.5 ผู้เข้าร่วมอบรม มีความรู้และทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์และเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในด้านต่างๆ ได้หลากหลายและเต็มศักยภาพมากขึ้น
- 5.6 การประมวลผลข้อมูลของห้องปฏิบัติการต่างๆ ที่ส่งเจ้าหน้าที่เข้าร่วมอบรม มีประสิทธิภาพดีขึ้น และมีความผิดพลาดน้อยลง
- 5.7 ได้วิสัยมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืช และได้วิสัยแปลงผลการวิเคราะห์ดินและพืชเบื้องต้น
- 5.8 เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมมีความเข้าใจวิสัยแปลงผลการวิเคราะห์ดิน มากขึ้น
- 5.9 เจ้าหน้าที่ระดับห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมให้ความสนใจ และให้ความร่วมมือต่อกิจกรรมต่างๆ ของโครงการฯ ที่จะจัดให้มีขึ้นในอนาคต
- 5.10 เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ของนักวิจัยในเรื่องการแปลผลวิเคราะห์ดินและพืช



ภาคผนวก ๑

- แบบสำรวจห้องปฏิบัติการ 182
- ผลการสำรวจห้องปฏิบัติการ เครื่องข่ายหลัก 200
- ผลการสำรวจห้องปฏิบัติการ เครื่องข่ายเสริม 211
- รายชื่อผู้เข้าร่วมอบรม วิทยากร และผู้เข้าร่วมสัมมนาวิชาการกับทางโครงการ 237

แบบสำรวจเรื่อง
การจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของห้องปฏิบัติการ

1.1 ชื่อห้องปฏิบัติการ.....
ที่อยู่.....
.....
.....

โทรศัพท์ โทรสาร E-mail

1.2 ห้องปฏิบัติการของท่านให้บริการ

- วิเคราะห์ดิน วิเคราะห์พืช วิเคราะห์ปุ๋ย วิเคราะห์อาหารสัตว์ วิเคราะห์น้ำ
 วิเคราะห์อื่นๆ โปรดระบุ.....
.....

1.3 ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชแยกออกจากห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อย่างอื่นฯ หรือไม่

- แยก ไม่แยก

1.4 ห้องปฏิบัติการของท่านทำการวิเคราะห์ดินเป็นระยะเวลา

- น้อยกว่า 3 ปี 3-10 ปี 10-20 ปี มากกว่า 20 ปี

1.5 ห้องปฏิบัติการของท่านทำการวิเคราะห์พืชเป็นระยะเวลา

- น้อยกว่า 3 ปี 3-10 ปี 10-20 ปี มากกว่า 20 ปี

1.6 ห้องปฏิบัติการของท่านบริการวิเคราะห์ดินและพืช ให้แก่

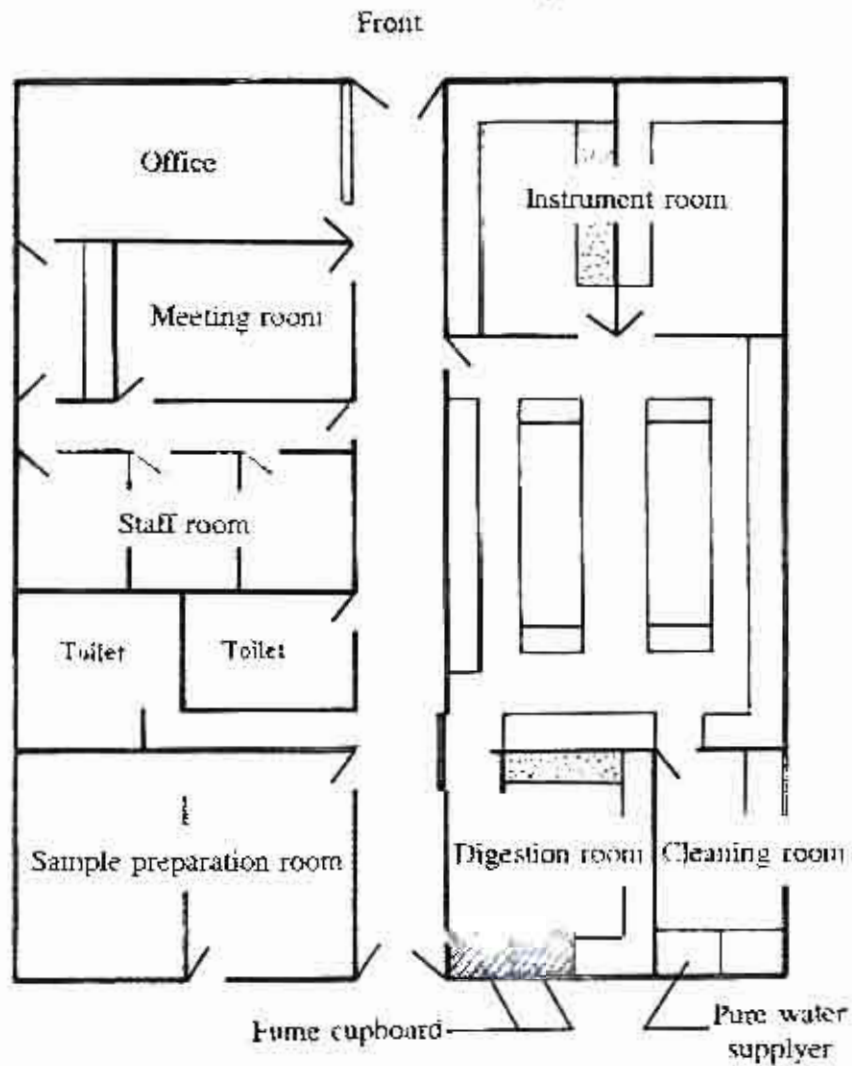
- หน่วยงานของรัฐ หน่วยงานเอกชน เกษตรกร บุคคลทั่วไป

1.7 ห้องปฏิบัติการที่ใช้ในการวิเคราะห์ดินและพืช

- มีการแบ่งเป็นห้องต่างๆ ดังนี้
 ห้องเก็บสารเคมี ห้องเก็บเครื่องแก้ว ห้องเตรียมตัวอย่าง ห้องย่อยตัวอย่าง
 ห้องเผาตัวอย่าง ห้องเตรียมสารละลาย ห้องเครื่องมือวิเคราะห์
 อื่นๆ ระบุ
- ไม่มีการแบ่งห้อง

1.8 แผนผังของห้องปฏิบัติการอย่างคร่าวๆ

ตัวอย่างแผนผังห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช



1.9 พื้นที่ใช้สอย/ กิจกรรม ในแต่ละห้อง (โปรดให้รายละเอียด) เช่น ห้องเตรียมตัวอย่างมี พื้นที่ 2x2 ม²

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.10 การลงทะเบียนตัวอย่าง ของห้องปฏิบัติการ

- มีการลงทะเบียนตัวอย่าง กรุณาแนบแบบฟอร์ม
- ไม่มีการลงทะเบียนตัวอย่าง
- มีการลงทะเบียนผู้ขอใช้บริการ กรุณาแนบแบบฟอร์ม
- ไม่มีการลงทะเบียนผู้ขอใช้บริการ
- มีการลงทะเบียนร่วมกันทั้งตัวอย่างและผู้ขอใช้บริการ

1.11 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ดินและพืช

- Oven Furnace Analytical balance Shaker
- pH meter EC meter Chloride meter Titrator
- UV-Vis-Spectrophotometer Auto Analyzer Dilutor
- Atomic absorption spectrophotometer ICP-AES C/N determinator
- อื่นๆ ระบุ
- อื่นๆ ระบุ
- อื่นๆ ระบุ

1.12 รายการวิเคราะห์ดินที่ท่านทำในห้องปฏิบัติการ

- ความเป็นกรดต่าง (pH) ความตึงการบูน การนำไฟฟ้า (EC)
- อินทรีย์วัตถุและอินทรีย์คาร์บอน ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC)
- ความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable acidity) ไนโตรเจนทั้งหมด
- ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โปแตสเซียม แคลเซียม
- แมกนีเซียม กำมะถัน เซลิก

แมงกานีส

ทองแดง

สังกะสี

โบรอน

อื่นๆ ระบุ

1.13 รายการวิเคราะห์พืชที่ท่านทำในห้องปฏิบัติการ

ในไตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน

เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี โบรอน

1.14 ห้องปฏิบัติการมีการควบคุมคุณภาพ (Quality control) ของการวิเคราะห์ดินและพืช หรือไม่

มี โปรดให้รายละเอียด เช่น ใช้ตัวอย่างมาตรฐาน, ใช้ตัวอย่างอ้างอิง, การเข้าร่วมในการเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการ ฯลฯ

.....
.....
.....
.....
.....

ไม่มี

1.15 ห้องปฏิบัติการมีอุปกรณ์ต่างๆ สำหรับความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน ดังนี้

ดังดับเพลิง แวนดานิกซ์ เสื้อกาวน์ ถุงมือ mask ปิดจมูก ฝักบัว ตู้ดูดควัน

อื่นๆ ระบุ

.....
.....

1.16 การกำจัดของเสียของห้องปฏิบัติการ

เททิ้งในอ่างน้ำทั้งหมด และเปิดน้ำผ่าน

เทเฉพาะ กรดและด่างทิ้งในอ่างน้ำ และเปิดน้ำผ่าน

นำกรดและด่างมาทำให้เป็นกลาง แล้วจึงเททิ้งในอ่างน้ำ และเปิดน้ำผ่าน

แยกสารพิษทั้งหมดใส่ภาชนะ ปิดฝา และเก็บไว้รอการกำจัด

เทเฉพาะสารพิษที่เป็นอันตรายใส่ ภาชนะ ปิดฝา และเก็บไว้รอการกำจัด

อื่นๆ ระบุ

.....
.....

1.17 จำนวนตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์ในปีที่ผ่านมา

ตัวอย่างดิน ตัวอย่าง รายการวิเคราะห์รวม รายการ

ตัวอย่างพืช ตัวอย่าง รายการวิเคราะห์รวม รายการ

1.18 ห้องปฏิบัติการของท่านต้องการเข้าร่วมในเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชหรือไม่

- ต้องการ ไม่ต้องการ

1.19 หากท่านต้องการเข้าร่วมในเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช ท่านต้องการความช่วยเหลือในเรื่องการเข้ารับการฝึกอบรม ดังนี้

- เทคนิคการวิเคราะห์ดินและพืชตามวิธีมาตรฐานที่โครงการได้จัดทำขึ้น
- การประกันคุณภาพในห้องปฏิบัติการ
- เทคนิคการวิเคราะห์ธาตุต่างๆ โดยใช้ Atomic absorption spectrophotometer และ ICP-AES
- การสร้างฐานข้อมูล และระบบการบริหารข้อมูลของห้องปฏิบัติการ

1.20 ราคาวิเคราะห์ดินและพืช ที่ให้บริการ

วิเคราะห์ดิน

รายการ	ราคา (บาท)
ความเป็นกรดด่าง	
ความเค็มการปน	
การนำไฟฟ้า	
อินทรีย์วัตถุและอินทรีย์คาร์บอน	
ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก	
ความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้	
ไนโตรเจน	
โพแทสเซียม	
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	
แคลเซียม	
แมกนีเซียม	
กำมะถัน	
เหล็ก	
ทองแดง	
แมงกานีส	
สังกะสี	
โบรอน	

ตอนที่ 2 ข้อมูลบุคลากร (เจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการ)

2.1 บุคลากรในห้องปฏิบัติการมีจำนวน คน ประกอบด้วย

- คนงาน จำนวน คน
- เจ้าหน้าที่วิเคราะห์ดิน จำนวน คน
- เจ้าหน้าที่วิเคราะห์พืช จำนวน คน
- เจ้าหน้าที่วิเคราะห์ดินและพืช จำนวน คน (ในกรณีที่ไม่ได้แยกห้องปฏิบัติการ)

2.2 คุณวุฒิของบุคลากรที่ทำหน้าที่วิเคราะห์ดินและพืช

- ต่ำกว่า ม. 3 ต่ำกว่า ม. 6 หรือ ปวส. ปริญญาตรี ปริญญาโท ปริญญาเอก

2.3 ท่านสามารถส่งผลการวิเคราะห์ให้แก่ผู้ส่งตัวอย่าง

- ภายใน 1 อาทิตย์ 2-3 อาทิตย์ 4-6 อาทิตย์ มากกว่า 6 อาทิตย์
- อื่นๆ ระบุ

2.4 ท่านแปลความหมายค่าวิเคราะห์และแนะนำการใช้ปุ๋ยให้กับผู้ส่งตัวอย่างหรือไม่

- แปล **★**ใช้ผลการแปลความหมายของ

.....
★แนะนำการใช้ปุ๋ยจาก.....

- ไม่แปล

ตอนที่ 3 วิธีวิเคราะห์ดิน

3.1 การเตรียมตัวอย่างดิน

- รับเตรียมตัวอย่าง
- ไม่รับเตรียมตัวอย่าง

3.1.1 รายละเอียดของการเตรียมตัวอย่าง

๕๕ การทำแห้งแห้ง

- ตากดินโดยการผึ่งแห้งในที่ร่ม (air dry) อบดิน (oven dry) ที่ °C
- อื่นๆ ระบุ

★โปรดให้รายละเอียดวิธีและขั้นตอนที่ปฏิบัติ

๕๖ การบดตัวอย่าง

- บดด้วยครก ใช้เครื่องบด อื่นๆ ระบุ

* การร่อนดินผ่านตะแกรง

2.0 มม. 1.0 มม. 0.5 มม. อื่นๆ ระบุ

* โปรดให้รายละเอียดวิธีและขั้นตอนที่ปฏิบัติ

3.1.2 การเก็บรักษาตัวอย่างดินที่ผ่านการเตรียมแล้ว เพื่อรอการวิเคราะห์

ลักษณะที่เก็บ

ถุงพลาสติก ถุงกระดาษ ขวดแก้ว ขวดพลาสติก อื่นๆ ระบุ

สภาพที่เก็บ

ไว้ในห้องปฏิบัติการ ไว้ในห้องเย็น ไว้ในตู้เย็น อื่นๆ ระบุ

3.1.3 การเก็บรักษาตัวอย่างดินที่ผ่านการวิเคราะห์แล้ว

ลักษณะที่เก็บ

ถุงพลาสติก ถุงกระดาษ ขวดแก้ว ขวดพลาสติก อื่นๆ ระบุ

ใส่ในภาชนะที่อุดความชื้น ไม่ใส่ในภาชนะที่อุดความชื้น

สภาพที่เก็บ

ไว้ในห้องปฏิบัติการ ไว้ในห้องเย็น ไว้ในตู้เย็น อื่นๆ ระบุ

3.1.4 ระยะเวลาเก็บรักษาตัวอย่างที่ผ่านการวิเคราะห์แล้ว

6 เดือน 1 ปี 2 ปี มากกว่า 2 ปี อื่นๆ ระบุ

3.2 การวิเคราะห์ปฏิกิริยาดิน (pH) โดยใช้ pH meter

ไม่ได้วิเคราะห์

วิเคราะห์ สารละลายที่ใช้: น้ำ KCl CaCl₂ อื่นๆ ระบุ

อัตราส่วน ดิน : น้ำ: 1:1 1:1.25 1:5 อื่นๆ ระบุ

* โปรดให้รายละเอียดวิธีและขั้นตอนที่ท่านปฏิบัติ เช่น น้ำหนัสดิน ปริมาตรของสารละลายที่ใช้ เวลาในการคน วิธีการคนตัวอย่าง ใส่มือ หรือเขย่าด้วยเครื่องและวางทิ้งไว้ก่อนวัด ฯลฯ

3.3 ความต้องการปูน

ไม่ได้วิเคราะห์

วิเคราะห์ โดยใช้ วิธีของ Dunn วิธีของ Woodruff อื่นๆ ระบุ

★ โปรดให้รายละเอียดวิธีและขั้นตอนที่ท่านปฏิบัติ เช่น น้ำหนักดิน ชนิดของน้ำยาที่ใช้ ฯลฯ.....

3.4 ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity) โดยใช้ EC meter

ไม่ได้วิเคราะห์

วิเคราะห์ โดยใช้ อัตราส่วนดิน:น้ำ = 1:5 ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (saturation extract)

อื่นๆ ระบุ

★ โปรดให้รายละเอียดวิธีและขั้นตอนที่ท่านปฏิบัติ เช่น น้ำหนักดิน ปริมาตรของน้ำที่ใช้ ฯลฯ.....

3.5 การวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์วัตถุ ใช้วิธี

ไม่ได้วิเคราะห์

วิเคราะห์ โดยใช้ Walkley and Black Heanes C/N analyzer

อื่นๆ ระบุ

★ โปรดให้รายละเอียดวิธีและขั้นตอนที่ท่านปฏิบัติ เช่น น้ำหนักดิน, oxidizing และ reducing agent ที่ใช้ ฯลฯ.....

3.6 การวิเคราะห์ total nitrogen ใช้วิธี

ไม่ได้วิเคราะห์

วิเคราะห์ โดยใช้ Kjeldahl digestion C/N analyzer กลิ่นและไตเตรท

Spectrophotometer Autoanalyzer อื่นๆ ระบุ

กรดที่ใช้

★ โปรดให้รายละเอียดวิธีและขั้นตอนที่ท่านปฏิบัติ เช่น น้ำหนักดิน, กรดที่ใช้ วิธีกลั่น วิธีไตเตรท ฯลฯ.....

3.7 การวิเคราะห์ Extractable nitrogen

ไม่ได้วิเคราะห์

วิเคราะห์ โดย การสกัด ใช้ fresh soil หรือ incubated soil

อัตราส่วน ดิน: น้ำยาสกัด = ...

น้ำยาสกัด 2M KCl 1M KCl อื่นๆ ระบุ

การวัด วัด NH_4 วัด NO_3 วัด NO_2

วิธีวัด กลั่นสารละลายที่สกัดได้และไตเตรท

วัดสารละลายที่สกัดได้โดยวิธี Colorimetry

อื่นๆ ระบุ

★ โปรดให้รายละเอียดวิธีและขั้นตอนที่ท่านปฏิบัติ เช่น น้ำหนักดิน, ปริมาณ KCl ที่ใช้ เวลาที่ใช้แยก ปริมาณกรดและความเข้มข้นของกรดที่ใช้ไตเตรท ฯลฯ.....

3.8 การวิเคราะห์ Total phosphorus

ไม่ได้วิเคราะห์

วิเคราะห์ โดย กรดดินด้วย กรด HNO_3 / HClO_4 อื่นๆ ระบุ

วิธีวัด

Molybdenum blue method โดยวิธี manual (ใช้ Spectrophotometer)

Molybdenum blue method โดยวิธี automatod (ใช้ Autoanalyzer)

Vanado-molybdate method โดยวิธี manual (ใช้ Spectrophotometer)

Vanado-molybdate method โดยวิธี (ใช้ Autoanalyzer)

อื่นๆ ระบุ

★ โปรดให้รายละเอียดวิธีและขั้นตอนที่ท่านปฏิบัติ เช่น น้ำหนักดิน อัตราส่วนและปริมาณของกรดที่ใช้ อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ย่อยตัวอย่าง วิธีวัด P, ช่วงของ working standard ที่ใช้ ฯลฯ.....

3.9 การวิเคราะห์ Available phosphorus

ไม่ได้วิเคราะห์

วิเคราะห์ โดย การสกัด ใช้ อัตราส่วน ดิน: น้ำยาสกัด -/.....

น้ำยาสกัด Bray No.2 Bicarbonate อื่นๆ ระบุ

วิธีวัด

Molybdenum blue method โดยวิธี manual (ใช้ Spectrophotometer)

Molybdenum blue method โดยวิธี automated (ใช้ Autoanalyzer)

Vanado-molybdate method โดยวิธี manual (ใช้ Spectrophotometer)

Vanado-molybdate method โดยวิธี (ใช้ Autoanalyzer)

อื่นๆ ระบุ

★ โปรดให้รายละเอียดวิธีและขั้นตอนที่ท่านปฏิบัติ เช่น น้ำหนักดิน, อัตราส่วนดิน: ชนิดและปริมาณของน้ำยาสกัดที่ห้ วิธีและเวลาที่ใช้เขย่า ฯลฯ

3.10 การวิเคราะห์ Total sulfur

ไม่ได้วิเคราะห์

วิเคราะห์ โดย ย่อยดินด้วย กรด HNO₃ / HClO₄ อื่นๆ ระบุ

วิธีวัด

Turbidimetric method โดยวิธี manual (ใช้ Spectrophotometer)

Turbidimetric method โดยวิธี automated (ใช้ Autoanalyzer)

Colorimetric method โดยวิธี manual (ใช้ Spectrophotometer)

Colorimetric method โดยวิธี automated (ใช้ Autoanalyzer)

อื่นๆ ระบุ

ไม่ได้วิเคราะห์

★ โปรดให้รายละเอียดวิธีและขั้นตอนที่ท่านปฏิบัติ เช่น น้ำหนักดิน, อัตราส่วนและปริมาณของกรดที่ใช้ อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ย่อยด้วยยกร วิธีวัด S สารละลายที่ใช้วัด S ช่วงของ working standard ที่ใช้ ฯลฯ

3.11 การวิเคราะห์ Available sulfur

ไม่ได้วิเคราะห์

วิเคราะห์ โดย การสกัด ใช้ อัตราส่วน ดิน: น้ำยาสกัด = เวลาที่ใช้เขย่า

น้ำยาสกัด 0.01 M หรือ 0.04 M calcium phosphate Calcium chloride

อื่นๆ ระบุ

วิธีวัด

Turbidimetric method โดยวิธี manual (ใช้ Spectrophotometer)

Turbidimetric method โดยวิธี automated (ใช้ Autoanalyzer)

Colorimetric method โดยวิธี manual (ใช้ Spectrophotometer)

Colorimetric method โดยวิธี automated (ใช้ Autoanalyzer)

อื่นๆ ระบุ

★โปรดให้รายละเอียดวิธีและขั้นตอนที่ทางปฏิบัติ เช่น เช่น น้ำหนักดิน อัตราส่วนดิน:น้ำยาสกัด ปริมาณของสารสกัดที่ใช้ วิธีและเวลาที่ใช้เขย่า วิธีวัด S สารละลายที่ใช้วัด S ช่วงของ working standard ที่ใช้ ฯลฯ.....

3.12 Exchangeable cations (K, Ca, Mg, Na)

ไม่ได้วิเคราะห์

วิเคราะห์ โดยใช้ น้ำยาสกัด NH₄Oac NH₄Cl อื่นๆ ระบุ

วัดด้วย Flame photometer วัด เฉพาะ K และ Na

Atomic absorption spectroscopy (AAS) วัด K, Ca, Mg, Na

อื่นๆ ระบุ

★โปรดให้รายละเอียดวิธีและขั้นตอนที่ทางปฏิบัติ เช่น น้ำหนักดิน อัตราส่วนดิน:น้ำยาสกัด ปริมาณของสารสกัดที่ใช้ วิธีและเวลาที่ใช้เขย่า วิธีวัด Exchangeable cations, สารละลายที่ใช้วัด ช่วงของ working standard ที่ใช้ ฯลฯ.....

3.13 Exchangeable acidity (Al, H)

ไม่ได้วิเคราะห์

วิเคราะห์ ใช้ น้ำยาสกัด NH₄Oac NH₄Cl KCl อื่นๆ ระบุ

วัดโดย Titration Atomic absorption spectroscopy (AAS)

Colorimetry (วัด Al) อื่นๆ ระบุ

★ โปรดให้รายละเอียดวิธีและขั้นตอนที่ท่านปฏิบัติ เช่น น้ำหนักดิน ปริมาณของน้ำยาสกัดที่ใช้ วิธีและเวลาที่ใช้ วิธีวัด สารละลายที่ใช้วัด ช่วงของ working standard ที่ใช้ ฯลฯ.....

.....
.....
.....

3.14 Cation exchange capacity (CEC)

ไม่ได้วิเคราะห์

วิเคราะห์

★ โปรดให้รายละเอียดวิธีและขั้นตอนที่ท่านปฏิบัติ เช่น น้ำหนักดิน สารละลายที่ใช้ ชนิดและความเข้มข้นของกรดที่ใช้ titrate ฯลฯ.....

.....
.....
.....

3.15 AEC

ไม่ได้วิเคราะห์

วิเคราะห์โดย คำนวณจากค่า EA+CEC titration

★ โปรดให้รายละเอียดวิธีและขั้นตอนที่ท่านปฏิบัติ เช่น น้ำหนักดิน สารละลายที่ใช้ ชนิดและความเข้มข้นของกรดที่ใช้ titrate ฯลฯ.....

.....
.....
.....

3.16 การวิเคราะห์ จุลธาตุ (Fe, Mn, Cu, Zn)

ไม่ได้วิเคราะห์

วิเคราะห์

น้ำยาสกัดที่ใช้

วิธีวัด

โปรดให้รายละเอียดวิธีและขั้นตอนที่ท่านปฏิบัติ เช่น น้ำหนักดิน ชนิดและปริมาณของน้ำยาสกัดที่ใช้ วิธีและเวลาที่ใช้เขย่า วิธีวัด ช่วงของ working standard ที่ใช้ในแต่ละธาตุ ฯลฯ.....

3.17 การวิเคราะห์ Boron

ไม่ได้วิเคราะห์

วิเคราะห์

น้ำยาสกัดที่ใช้

วิธีวัด

โปรดให้รายละเอียดวิธีและขั้นตอนที่ท่านปฏิบัติ เช่น น้ำหนักดิน ชนิดและปริมาณของน้ำยาสกัดที่ใช้ วิธีและเวลาที่ใช้เขย่า วิธีวัด ช่วงของ working standard ที่ใช้ ฯลฯ.....

ตอนที่ 4 วิเคราะห์พืช

4.1 การเตรียมตัวอย่างพืช

- รับเตรียมตัวอย่าง
- ไม่รับเตรียมตัวอย่าง

4.1.1 รายละเอียดของการเตรียมตัวอย่าง

๕๕ การทำความสะอาดตัวอย่างเพื่อกำจัดสิ่งปนเปื้อน

- ไม่มีการทำความสะอาด
 - ล้างน้ำธรรมดา และขัดด้วยกระดาษหรือผ้า
 - ล้างด้วยผงซักฟอกและกรด
 - ฟองน้ำหรือผ้าละเอียดชุบน้ำมาซัก เช็ด
 - อื่นๆ ระบุ
- ★ โปรดให้รายละเอียดวิธีและขั้นตอนที่ปฏิบัติ

๕๖ การอบตัวอย่างพืช

- ไม่มีการอบตัวอย่างพืช
 - อบด้วยตู้อบ (oven) ที่อุณหภูมิ °C นาน ชั่วโมง
- ★ โปรดให้รายละเอียดวิธีและขั้นตอนที่ปฏิบัติ

๕๗ การบดตัวอย่าง

- บดด้วย grinding mill
- บดด้วย blender
- อื่นๆ ระบุ

๕๘ อบตัวอย่างพืชก่อนซึ่งน้ำหนักพืช

- อบตัวอย่างก่อนซึ่งน้ำหนักพืช ที่อุณหภูมิ °C นาน ชั่วโมง
- ไม่ได้อบตัวอย่างก่อนซึ่ง

❖ การย่อยตัวอย่างพืช

กรดที่ใช้

H₂SO₄

Nitric-perchloric acid

เหมด้วยเตาเผา

อื่นๆ ระบุ

★ โปรดให้รายละเอียดวิธีและขั้นตอนที่ปฏิบัติ เช่น น้ำหนักพืช กรดและปริมาณที่ใช้ ฯลฯ

.....
.....
.....

4.1.2 การเก็บรักษาตัวอย่างพืชที่ผ่านการเตรียมแล้ว เพื่อรอการวิเคราะห์

❖ ภาชนะที่เก็บ

ถุงพลาสติก ถุงกระดาษ ขวดแก้ว ขวดพลาสติก อื่นๆ ระบุ

ใสในภาชนะที่ดูดความชื้น ไม่ใสในภาชนะที่ดูดความชื้น

❖ สภาพที่เก็บ

ไว้ในห้องปฏิบัติการ ไว้ในห้องเย็น ไว้ในตู้เย็น อื่นๆ ระบุ

4.1.3 การเก็บรักษาตัวอย่างพืชที่ผ่านการวิเคราะห์แล้ว

❖ ภาชนะที่เก็บ

ถุงพลาสติก ถุงกระดาษ ขวดแก้ว ขวดพลาสติก อื่นๆ ระบุ

ใสในภาชนะที่ดูดความชื้น ไม่ใสในภาชนะที่ดูดความชื้น

❖ สภาพที่เก็บ

ไว้ในห้องปฏิบัติการ ไว้ในห้องเย็น ไว้ในตู้เย็น อื่นๆ ระบุ

4.1.4 ระยะเวลาเก็บรักษาตัวอย่างพืชที่ผ่านการวิเคราะห์แล้ว

6 เดือน 1 ปี 2 ปี มากกว่า 2 ปี อื่นๆ ระบุ

4.2 การวิเคราะห์ total nitrogen วิธี

ไม่ได้วิเคราะห์

วิเคราะห์โดย Kjeldahl digestion C/N analyzer กลั่นและไตเตรท

Spectrophotometer Autoanalyzer อื่นๆ ระบุ

กรดที่ใช้

★ โปรดให้รายละเอียดวิธีและขั้นตอนที่ท่านปฏิบัติ เช่น น้ำหนักพืช, วิธีกลั่น วิธีไตเตรท

.....
.....

4.3 การวิเคราะห์ Total phosphorus

- ไม่ได้วิเคราะห์
- วิเคราะห์ โดย ปล่อยด้วย กรด $\text{HNO}_3/\text{HClO}_4$ อื่นๆ ระบุ

วิธีวัด

- Molybdenum blue method โดยวิธี manual (ใช้ Spectrophotometer)
- Molybdenum blue method โดยวิธี automated (ใช้ Autoanalyzer)
- Vanado-molybdate method โดยวิธี manual (ใช้ Spectrophotometer)
- Vanado-molybdate method โดยวิธี (ใช้ Autoanalyzer)
- อื่นๆ ระบุ

★ โปรดให้รายละเอียดวิธีและขั้นตอนที่ท่านปฏิบัติ เช่น น้ำหนักพืช, อัตราส่วนและปริมาณของกรดที่ใช้ อุณหภูมิและเวลาที่ปล่อยตัวอย่าง วิธีวัด P, ฯลฯ ของ working standard ที่ใช้ ฯลฯ.....

4.4 การวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก (Total K, Ca, Mg) และจุลธาตุ (Fe, Cu, Mn, Zn)

- ไม่ได้วิเคราะห์
- วิเคราะห์ โดย ปล่อยด้วย กรด $\text{HNO}_3/\text{HClO}_4$ อื่นๆ ระบุ

วิธีวัด

- Flame photometer วัด เฉพาะ K, Na
- Atomic absorption spectroscopy (AAS) วัด K, Ca, Mg, Na
- Atomic absorption spectroscopy (AAS) วัดจุลธาตุ
- อื่นๆ ระบุ

★ โปรดให้รายละเอียดวิธีและขั้นตอนที่ปฏิบัติ เช่น น้ำหนักพืช, อัตราส่วนและปริมาณของกรดที่ใช้ อุณหภูมิและเวลาที่ปล่อยตัวอย่าง วิธีวัดธาตุอาหารหลัก และจุลธาตุ ฯลฯ ของ working standard ที่ใช้ ฯลฯ.....

4.5 การวิเคราะห์ Total sulfur

- ไม่ได้วิเคราะห์
- วิเคราะห์ โดย ปล่อยตัวอย่างด้วย กรด HNO_3 / HClO_4 , อื่นๆ ระบุ

วิธีวัด

- Turbidimetric method โดยวิธี manual (ใช้ Spectrophotometer)
- Turbidimetric method โดยวิธี automated (ใช้ Autoanalyzer)
- Colorimetric method โดยวิธี manual (ใช้ Spectrophotometer)
- Colorimetric method โดยวิธี automated (ใช้ Autoanalyzer)
- อื่นๆ ระบุ

★ โปรดให้รายละเอียดวิธีและขั้นตอนที่ท่านปฏิบัติ เช่น น้ำหนักพืช, อัตราส่วนและปริมาณของกรดที่ใช้ อุณหภูมิและเวลาที่ปล่อยตัวอย่าง วิธีวัด S สารละลายที่ใช้วัด S ช่วงของ working standard ที่ใช้ ฯลฯ

4.6 การวิเคราะห์ Boron

- ไม่ได้วิเคราะห์
- วิเคราะห์ โดย เผาตัวอย่าง และละลายในกรด ปล่อยตัวอย่างด้วย กรด
- อื่นๆ ระบุ
- วิธีวัด ใช้เครื่อง

★ โปรดให้รายละเอียดวิธีและขั้นตอนที่ท่านปฏิบัติ เช่น น้ำหนักพืช, วิธีการเผาตัวอย่าง อุณหภูมิและเวลาที่เผาตัวอย่าง วิธีวัด Boron Wavelength ที่ใช้ สารละลายที่ใช้ทำให้เกิดสี ช่วงของ working standard ที่ใช้ ฯลฯ

ชื่อ ผู้ให้ข้อมูล
ตำแหน่ง :

สรุปแบบสอบถามเรื่องการจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการ วิเคราะห์ดินและพืช : เครือข่ายหลัก

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของห้องปฏิบัติการ

รายละเอียด	ห้องปฏิบัติการ					
	มส	มก	มช	มจ	ปชช	ปพด
* การให้บริการ						
: ดิน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
: พืช	✓	✓	✓	✓	✓	✓
: ปุ๋ย		✓	✓	✓		✓
: อาหารสัตว์	✓	✓	✓			
: น้ำ	✓	✓	✓	✓	✓	
* การบริการวิเคราะห์ดินและพืช ให้แก่						
- หน่วยงานของรัฐ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- หน่วยงานเอกชน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- เกษตรกร	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- บุคคลทั่วไป	✓	✓	✓	✓	✓	✓
* ระยะเวลาที่ให้บริการวิเคราะห์ดิน						
- น้อยกว่า 3 ปี	✓					
- 3-10 ปี		✓				
- 10-20 ปี				✓		
- มากกว่า 20 ปี			✓		✓	✓
* ระยะเวลาที่ให้บริการวิเคราะห์พืช						
- น้อยกว่า 3 ปี	✓	✓				
- 3-10 ปี						
- 10-20 ปี				✓		
- มากกว่า 20 ปี			✓		✓	✓
* ห้อง lab						
: แยกวิเคราะห์ ดิน พืช					✓	✓
: ไม่แยกวิเคราะห์	✓	✓	✓	✓		

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของห้องปฏิบัติการ

รายละเอียด	ห้องปฏิบัติการ					
	มส	มก	มช	มฉ	กษค	กพจ
<p>✱ รายการวิเคราะห์พืช</p> <p>Tota. N</p> <p>- P</p> <p>- K</p> <p>- Ca</p> <p>- Mg</p> <p>- S</p> <p>- Fe</p> <p>- Mn</p> <p>Cu</p> <p>- Zn</p> <p>- B</p>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<p>✱ การควบคุมคุณภาพ ของการวิเคราะห์ดินและพืช</p> <p>- มี</p> <p>- ไม่มี</p>	✓	✓	✓	✓	✓ (ดิน) ✓ (พืช)	✓ (ดิน) ✓ (พืช)
<p>✱ ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน</p> <p>- กังคัมเพลิง</p> <p>- แวนตาไมรภัย</p> <p>- เสื้อกาวน์</p> <p>- ถุงมือ</p> <p>- mask ปิดจมูก</p> <p>- สักบัว</p> <p>- ชูตูดควัน</p>	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ตอนที่ 2 ข้อมูลบุคลากร (เจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการ)

รายละเอียด	ห้องปฏิบัติการ					
	มส	มก	มช	มจ	กษศ	กษต
* จำนวนบุคลากรในห้องปฏิบัติการ						
- คนงาน (คน)	1		1	2	8	2
- เจ้าหน้าที่วิเคราะห์ดิน (คน)	1				3	9
- เจ้าหน้าที่วิเคราะห์พืช (คน)					5	9
- เจ้าหน้าที่วิเคราะห์ดินและพืช (คน)		4	1	2		
* คุณวุฒิของบุคลากร						
- ต่ำกว่า ม. 3						✓
- ต่ำกว่า ม. 6					✓	✓
- ปริญญาตรี	✓		✓	✓	✓	✓
- ปริญญาโท	✓	✓			✓	✓
- ปริญญาเอก		✓				
* ระยะเวลาส่งผลการวิเคราะห์						
- ภายใน 1 อาทิตย์						
- 2-3 อาทิตย์		✓		✓	✓	✓
- 4-6 อาทิตย์					✓	
- มากกว่า 6 อาทิตย์						
- จัดกับตัวอย่างและการวิเคราะห์	✓		✓			
* การแปลความหมายค่าวิเคราะห์และแนะนำการปรับปรุง						
- แปล				✓		
- ไม่แปล	✓	✓	✓		✓	✓

ตอนที่ 3 วิธีวิเคราะห์ดิน

รายละเอียด	ห้องปฏิบัติการ					
	มส	มก	มช	มจ	กษศ	กษต
* การเตรียมตัวอย่างดิน						
- รับเตรียมตัวอย่าง	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- ไม่รับเตรียมตัวอย่าง						
* pH						
- ไม่ได้วิเคราะห์						
- วิเคราะห์ สารละลายที่ใช้	✓	✓	✓	✓	✓	✓
น้ำ 1:1		✓	✓	✓	✓	✓

1:2.5	✓					
1:5						
KCl 1:1						✓
1:2.5						
1:5	✓					
CaCl ₂ 1:1						✓
1:2						✓
1:5						✓
* Lime requirement						
- ไม่ได้วิเคราะห์		✓				
- วิเคราะห์ โดย วิธี Dunn	✓					
- Woodruff			✓	✓	✓	✓
* FC						
- ไม่ได้วิเคราะห์						
- วิเคราะห์ โดยวิธี	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- น้ำ 1:5	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ						✓
* Organic matter/ Carbon						
- ไม่ได้วิเคราะห์						
- วิเคราะห์ โดยวิธี	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- Walkley and Black	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- Heanes						
- C/N analyzer						
* Total N						
- ไม่ได้วิเคราะห์					✓	
- วิเคราะห์โดย	✓	✓	✓	✓		✓
- Kjeldahl digestion	✓	✓	✓	✓		✓
- C/N analyzer						
- กลิ่นแอมโมเนีย	✓		✓	✓		✓
- Spectrophotometer	✓		✓	✓		✓
- Autoanalyzer		✓				

ตอนที่ 3 วิธีวิเคราะห์ดิน

รายละเอียด	ห้องปฏิบัติการ					
	มส	มว	มช	มจ	วชค	วพด
<p>* Extractable N</p> <p>- ไม่ได้วิเคราะห์</p> <p>- วิเคราะห์ โดย</p> <p>- ใช้ fresh soil</p> <p>- incubated soil</p> <p>อัตราส่วน ดิน:น้ำยาสกัด</p> <p>2M KCl</p> <p>1M KCl</p> <p>กลั่นและไตเตรท</p> <p>การวัด - วัด NH₄</p> <p>- วัด NO₃</p>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<p>* Total P</p> <p>- ไม่ได้วิเคราะห์</p> <p>- วิเคราะห์ โดย ย่อยดินด้วย</p> <p>- HNO₃ / HClO₄</p> <p>- H₂SO₄</p> <p>วิธีวัด</p> <p>- Molybdenum blue - Spectrophotometer</p> <p>Molybdenum blue - Autoanalyzer</p> <p>- Vanado-molybdate - Spectrophotometer</p> <p>Vanado-molybdate - Autoanalyzer</p>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<p>* Available P</p> <p>- ไม่ได้วิเคราะห์</p> <p>- วิเคราะห์ โดย</p> <p>การสกัด ใช้</p> <p>ดิน: น้ำยาสกัด</p> <p>น้ำยาสกัด</p> <p>- Bray No.2</p> <p>- Bicarbonate</p> <p>วิธีวัด</p> <p>Molybdenum blue - Spectrophotometer</p> <p>- Molybdenum blue - Autoanalyzer</p> <p>- Vanado-molybdate - Spectrophotometer</p>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	1:10	1:10	1:5	1:7	1:10	1:10
	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	✓	✓	✓	✓	✓	✓

- Vanado-molybdate -Autoanalyzer						
* Total S						
- ไม่ได้วิเคราะห์	✓	✓		✓	✓	✓
วิเคราะห์ โดย			✓			
- ย่อยดินด้วย HNO_3 / HClO_4			✓			
วิธีวัด						
- Turbidimetric method-Spectrophotometer			✓			
- Turbidimetric method -Autoanalyzer						
Colorimetric method-Spectrophotometer						
- Colorimetric method -Autoanalyzer						
* Available S						
- ไม่ได้วิเคราะห์		✓		✓		
- วิเคราะห์	✓		✓		✓	✓
น้ำยาสกัด						
0.02 M หรือ 0.04 M $\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_2$	✓		✓		✓	✓
CaCl_2	✓					
วิธีวัด						
- Turbidimetric method Spectrophotometer	✓		✓		✓	✓
- Turbidimetric method -Autoanalyzer						
- Colorimetric method-Spectrophotometer						
Colorimetric method -Autoanalyzer						
* Exchangeable cations (K, Ca, Mg, Na)						
- ไม่ได้วิเคราะห์						
- วิเคราะห์ โดยใช้ <u>น้ำยาสกัด</u>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- NH_4OAc	✓	✓	✓	✓	✓	✓
NH_4Cl						
วัดด้วย						
Flame photometer สำหรับ K, Na			✓		✓	✓
- AAS วัด K, Ca, Mg, Na	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ขยหน้า 3 วิธีวิเคราะห์ดิน

รายละเอียด	ห้องปฏิบัติการ					
	ม.ล	มก	มช	มจ	ปชด	ปทจ
<p>* Exchangeable acidity (Al, II)</p> <p>- ไม่ได้วิเคราะห์</p> <p>- วิเคราะห์ ใช้</p> <p>น้ำยาสกัด</p> <p>NH₄OAc</p> <p>NH₄Cl</p> <p>- KCl วัดโดย</p> <p>- Titration</p> <p>- AAS</p> <p>- Colorimetry (วัด Al)</p>		✓	✓	✓	✓	✓
<p>* Cation exchange capacity (CEC)</p> <p>- ไม่ได้วิเคราะห์</p> <p>- วิเคราะห์</p>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<p>* AEC</p> <p>- ไม่ได้วิเคราะห์</p> <p>- วิเคราะห์ โดย</p> <p>- คำนวณจากค่า</p> <p>- EA+CEC</p> <p>- Titration</p>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<p>* จุลธาตุ (Fe, Mn, Cu, Zn)</p> <p>- ไม่ได้วิเคราะห์</p> <p>- วิเคราะห์</p> <p>น้ำยาสกัดที่ใช้</p> <p>DTPA</p>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<p>* Boron</p> <p>- ไม่ได้วิเคราะห์</p> <p>- วิเคราะห์</p> <p>น้ำยาสกัดที่ใช้</p> <p>วิธีวัด</p>	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ตอนที่ 4 วิธีวิเคราะห์พืช

รายละเอียด	ห้องปฏิบัติการ					
	มส	มก	มช	มจ	ปจค	กพด
<p>❖ การเตรียมตัวอย่างพืช</p> <ul style="list-style-type: none"> - รับเตรียมตัวอย่าง - ไม่รับเตรียมตัวอย่าง 	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<p>❖ การทำความสะอาดตัวอย่างเพื่อกำจัดสิ่งปนเปื้อน</p> <ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีการทำความสะอาด - ล้างน้ำธรรมดา และล้างด้วยยาฆ่าเชื้อหรือผ้า - ล้างด้วยผงซักฟอกและกรด - ฟองน้ำหรือผ้าละเอียด - ถัง ล้างด้วยน้ำธรรมดา 	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<p>❖ การอบตัวอย่างพืช</p> <ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีการอบตัวอย่างพืช - อบด้วยตู้อบที่ °C - นาน ชั่วโมง 	70 24-72	80 24-36	80 48	70 24-36	70 48	65-70 24-72
<p>❖ การบดตัวอย่าง</p> <ul style="list-style-type: none"> บดด้วย grinding mill - บดด้วย blender 	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<p>❖ อบตัวอย่างพืชก่อนแห้งหนักเพื่อวิเคราะห์</p> <ul style="list-style-type: none"> - อบก่อนแห้งหนักพืช ที่อุณหภูมิ °C นาน ชั่วโมง - ไม่ได้อบก่อนแห้ง 	✓ 70 3	✓ 80 3	✓ 80 1	✓ 70 3		
<p>❖ การย่อยตัวอย่างพืช</p> <p>กรดที่ได้</p> <ul style="list-style-type: none"> - H₂SO₄ - HNO₃-HClO₄ - เผาด้วยเตาเผา 	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓

ตอนที่ 4 วิธีวิเคราะห์พืช

รายละเอียด	ห้องปฏิบัติการ					
	มส	มว	มข	มจ	ปชช	กพด
<p>* ภาชนะที่เก็บตัวอย่างพืชที่ผ่านการเตรียม เพื่อวิเคราะห์</p> <p>วิเคราะห์</p> <ul style="list-style-type: none"> - ถุงพลาสติก - ถุงกระดาษ ขวดแก้ว - ขวดพลาสติก - ใส่ในภาชนะที่ดูความชื้น - ไม่ใส่ในภาชนะที่ดูความชื้น 						
<p>* สภาพที่เก็บ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ไว้ในห้องปฏิบัติการ - ไว้ในห้องเย็น - ใส่น้ำแข็ง 						
<p>* Total N</p> <ul style="list-style-type: none"> - ไม่ได้วิเคราะห์ - วิเคราะห์ โดย - Kjeldahl digestion - C/N analyzer - กลิ่นและไตเตรท - Spectrophotometer - Autoanalyzer 						
<p>* Total P</p> <ul style="list-style-type: none"> - ไม่ได้วิเคราะห์ - วิเคราะห์ โดย - ย่อย $\text{HNO}_3 / \text{HClO}_4$ - ย่อยด้วย H_2SO_4 - ย่อยด้วยเตาเผา <p>วิธีวัด</p> <ul style="list-style-type: none"> - Molybdenum blue Spectrophotometer - Molybdenum blue method - Autoanalyzer - Vanado-molybdate - Spectrophotometer - Vanado-molybdate method - Autoanalyzer 						

<p>* ธาตุอาหารหลัก (Total K,Ca, Mg) และจุลธาตุ (Fe, Cu, Mn, Zn)</p> <p>✓ ไม้ได้วิเคราะห์</p> <p>วิเคราะห์</p> <p>- ย่อยด้วย HNO_3 / HClO_4</p> <p>- ย่อยด้วย H_2SO_4</p> <p>วิธีวัด</p> <p>- Flame photometer วัด แพระ K, Na</p> <p>AAS วัด K, Ca, Mg, Na</p> <p>- AAS วัดจุลธาตุ</p>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<p>* Total S</p> <p>- ไม้ได้วิเคราะห์</p> <p>- วิเคราะห์ โดย</p> <p>- ย่อยตัวอย่างด้วย กรด HNO_3 / HClO_4</p> <p>วิธีวัด</p> <p>- Turbidimetric method- Spectrophotometer</p> <p>- Turbidimetric method -Autoanalyzer</p> <p>- Colorimetric method -Spectrophotometer</p> <p>- Colorimetric method Autoanalyzer</p>		✓		✓		
<p>* Boron</p> <p>✓ ไม้ได้วิเคราะห์</p> <p>- วิเคราะห์ โดย</p> <p>เผาตัวอย่าง</p> <p>ละลายในกรด H_2SO_4</p> <p>วิธีวัด</p> <p>- Azomethin-H -Spectrophotometer</p> <p>- Orinalizarin - Spectrophotometer</p>	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของห้องปฏิบัติการ

รายละเอียด	ปฐพี มก	ปฐพี มช	เกษตร มช	พืชมล มช	สพช.1 L.ชช ชช	สพช.4 พืชมล มช	สพช.5 ชช มช	สพช.6 สพช. มช	สพช.1 สพช.	สพช.12 พืชมล มช	สพช.1 ชช	สพช.3 ชช มช	สพช.4 ชช มช	สพช.5 ชช มช	สพช.6 ชช มช	สพช.7 ชช มช
* วัสดุวิเคราะห์ดิน -น้อยกว่า 3 ปี 3-10 ปี -10-20 ปี -มากกว่า 20 ปี	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
* เวลาวิเคราะห์พืช -น้อยกว่า 3 ปี 3-10 ปี -10-20 ปี -มากกว่า 20 ปี	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
* ห้อง lab แยกวิเคราะห์ ชิน ชตร ไม่แยกวิเคราะห์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
* การแบ่งห้อง lab -การแบ่ง -ไม่มีการแบ่ง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ตอนที่ 1 ที่ชมพูท้าวๆ ไปของห้องปฏิบัติการ

รายละเอียด	ปฐพี	ปฐพี	เกษตร	วิทยา	สพว.1	สพว.4	สพว.5	สพว.6	สพว.12	สพว.2	สพว.3	สพว.4	สพว.5	สพว.6	สพว.7	
	สก	มช	มช	รช	มช	อุบลฯ	ขอนแก่น	ลำปาง	สุราษฎร์	พิษณุโลก	เชียงใหม่	อุบลฯ	ชัยนาท	จันทบุรี	สุราษฎร์	
* การลงทမ်းมีผลกระทบได้ บริการ																
มีการลงทမ်းมีผลกระทบ					✓			✓								
เมื่อมีการลงทမ်းมีผลกระทบ					✓			✓								
- มีการลงทမ်းมีผลกระทบ					✓			✓								
* เมื่อมีการลงทမ်းมีผลกระทบ																
- มีการลงทမ်းมีผลกระทบ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
อย่างไร้ผู้ดำเนินการ																

ตารางที่ 1 ข้อมูลตัวชี้วัดของแปลงปลูกข้าว

รายละเอียด	ปลูก	ปลูก	ปลูก	ปลูก	ปลูก	ปลูก	ปลูก	ปลูก	ปลูก	ปลูก	ปลูก	ปลูก	ปลูก	ปลูก	ปลูก	ปลูก	ปลูก	ปลูก
	มก	มก	มก	มก	มก	มก	มก	มก	มก	มก	มก	มก	มก	มก	มก	มก	มก	มก
* รายละเอียดแปลง																		
- pH	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Lime requirement	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- EC	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- Organic matter	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
/Carbon	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- CEC	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- Exchangeable acidity	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- Total N	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- Avail P	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- K	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- Ca	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- Mg	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- S	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- Fe	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- Mn	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- Cu	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- Zn	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของห้องปฏิบัติการ

รายละเอียด	รูปที่	รูปที่	ภาพ	ภาพ	ภาพ	ภาพ	ภาพ	ภาพ	ภาพ	ภาพ	ภาพ	ภาพ	ภาพ	ภาพ	ภาพ	ภาพ	ภาพ	ภาพ
	รูปที่	รูปที่	ภาพ	ภาพ	ภาพ	ภาพ	ภาพ	ภาพ	ภาพ	ภาพ	ภาพ	ภาพ	ภาพ	ภาพ	ภาพ	ภาพ	ภาพ	ภาพ
* รายละเอียดภาพที่																		
- Total N	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- P	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- K	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- Ca	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- Mg	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- S	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- Fe	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- Mn	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- Cu	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- Zn	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- B	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
* การควบคุมคุณภาพ																		
- 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของห้องปฏิบัติการ

รายละเอียด	ปฐพี ม.ก	ปฐพี ม.ช	เกษตร ม.ช	วิศวกรรม ม.ค	สพท.1 ปฐพี ม.ค	สพท.4 อุ.สจ	สพท.5 อุ.อน ม.ก	สพท.6 สถาปัตย์	สพท.11 สุราษฎร์	สพท.12 นครศรี ราช	สพท.1 ชล.	สพท.2 พิษณุ โลก	สพท.3 อุ.น แก่น	สพท.4 อุ.บศ	สพท.5 ชัย นพ	สพท.6 จัน บุรี	สพท.7 สุราษฎร์	
* การปลอดสัตว์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ก. ปฏิบัติงาน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- กำจัดสิ่ง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- แยกสารพิษภัย	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- ใส่ถุงมือ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- mask ปิดจมูก	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- ผักบัว	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- ฆ่าเชื้อทุกวัน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ตอนที่ 2 ข้อมูลบุคลากร (เจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการ)

รายละเอียด	ปฐพี ส.ก	ปฐพี ส.ช	เกษตร สช	หัตถกรรม นร นย	สพช.1 ปฐม ส.ช	สพช.2 สุบลดา	สพช.3 นศ.4 แก่น	สพช.4 ลำปาง	สพช.5 สุราษฎร์	สพช.6 นราธิ วาส	สพช.1 นศ.	สพช.2 วิเศษ วิเศษ	สพช.3 อน แก่น	สพช.4 สุบลดา	สพช.5 ชัย นาท	สพช.6 จัน บุรี	สพช.7 สุราษฎร์
✓ การแปลความหมายค่า วิเคราะห์และแนะนำการใช้ ปุ๋ย	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		
✓ เมล็ด		✓	✓		✓												
✓ เมล็ด				✓													

ตอนที่ 3 วิธีวิเคราะห์ดิน

รายละเอียด	ปรุพี มก	ปรุพี มช	ภาชนะ มช	พิชฌน กร ชอ	สพจ.1 ปพม ชานี้	สพจ.4 อุบตา	สพจ.5 ชอน แก๊น	สพจ.6 ลำปาง	สพจ.11 สุราษฯ	สพจ.12 นราธิ วาส	สพ.1 ชม.	สพ.2 พิชฌน ลก	สพ.3 ชอน แก๊น	สพ.4 อุบตา	สพ.5 ชัย นย	สพ.6 จัน บุรี	สพ.7 สุราษฯ
* การเตรียมตัวอย่างดิน																	
- ละเอียด	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- ไม่รับเตีรียม																	
* การวิเคราะห์ pH																	
- ไม่ได้วิเคราะห์																	
- วิเคราะห์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
สารละลายที่ใช้																	
น้ำ 1:1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1:2.5																	
1:5																	
KC.1:1				✓													
1:2.5																	
1:5																	
CaCl ₂ 1:1	✓																
1:1.25																	
1:5																	

ตอนที่ 3 วิธีวิเคราะห์ดิน

รายละเอียด	ปฐพี ผก	ปฐพี ผด	เกษร มก	หัตถมา กร เส	สพ.1 ปทุม ธานี	สพ.4 อุบลฯ	สพ.5 อุบลฯ แม่	สพ.6 ลำปาง	สพ.11 สุราษฎร์	สพ.12 นราธิ วาส	สพ.1 ชล.	สพ.2 พิษณุ โลก	สพ.3 ขอนแก่น	สพ.4 อุบลฯ	สพ.5 ชัย ภาพ	สพ.6 จันท บุรี	สพ.7 สุราษฎร์	
* Lime requirement ไม่ได้วิเคราะห์ -วิเคราะห์ โดยวิธี - Dunn - Woodruff soil lime incubation	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
* EC -ไม่ได้วิเคราะห์ -วิเคราะห์ โดยวิธี น้ำ 1:1E ดินย้อมด้วยน้ำ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ตอนที่ 3 วิธีวิเคราะห์ดิน

รายละเอียด	ปฐพี ผ.ก	ปฐพี ผ.ย	เกษตร ผ.ย	หัตถกรรม ผ.ย	สพท.1 ผ.ย ผ.ค	สพท.4 ผ.ย ผ.ค	สพท.5 ผ.ย ผ.ค	สพท.6 ผ.ย ผ.ค	สพท.11 ผ.ย ผ.ค	สพท.12 ผ.ย ผ.ค	สพท.1 ผ.ย ผ.ค	สพท.2 ผ.ย ผ.ค	สพท.3 ผ.ย ผ.ค	สพท.4 ผ.ย ผ.ค	สพท.5 ผ.ย ผ.ค	สพท.6 ผ.ย ผ.ค	สพท.7 ผ.ย ผ.ค
* Extraciable N		✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
-ไม่วิเคราะห์โดย	✓		✓														
-วิเคราะห์โดย	✓		✓														
-ใช้ fresh soil																	
-incubated soil																	
อัตราส่วนดิน: น้ำยาล้าง	1:10		1:5														
2M KCl	✓		✓														
1M KCl	✓		✓														
1 ส่วนและ 3 ส่วน	✓		✓														
ใช้ NH ₄	✓		✓														
ใช้ NO ₃	✓		✓														

ตอนที่ 3 วิธีวิเคราะห์ดิน

รายละเอียด	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 4	วิธีที่ 5	วิธีที่ 6	วิธีที่ 7	วิธีที่ 8	วิธีที่ 9	วิธีที่ 10	วิธีที่ 11	วิธีที่ 12	วิธีที่ 13	วิธีที่ 14	วิธีที่ 15	วิธีที่ 16	วิธีที่ 17	วิธีที่ 18	
	ปรอท	ปรอท	ปรอท	ปรอท	ปรอท	ปรอท	ปรอท	ปรอท	ปรอท	ปรอท	ปรอท	ปรอท	ปรอท	ปรอท	ปรอท	ปรอท	ปรอท	ปรอท	ปรอท
* Total P																			
- ไม่ได้อะไร	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- วิเคราะห์ โดย	✓																		
ใช้ด้วย HNO_3 / HClO_4	✓																		
วิธีวัด																			
- Molybdenum blue - Spectrophotometer																			
- Molybdenum blue Autoanalyzer																			
- Vanadomolybdate - Spectrophotometer																			
- Vanadomolybdate - Autoanalyzer	✓																		

ตอนที่ 3 วิธีวิเคราะห์ดิน

รายละเอียด	ปฐพี เคมี	ปฐพี อินทรีย์	การวิเคราะห์ เคมี	วิธีแยก สาร	สพท.1 ปรมาณู	สพท.4 อุบลฯ	สพท.5 ชก.	สพท.6 กำแพง	สพท.11 สุราษฎร์	สพท.12 มหาสารคาม	สพท.1 ทม.	สพท.2 พิษณุโลก	สพท.3 ชก.	สพท.4 อุบลฯ	สพท.5 ชัยภูมิ	สพท.6 จันทบุรี	สพท.7 สุราษฎร์	
❖ Available P - ไม่ได้วิเคราะห์ - วิเคราะห์ โดย ใช้ ดิน น้ยาสกัด น้ำยาสกัด Bray No.1 Bray No.2 Bicarbonate Double acid วิธีวัด	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Molybdenum blue- Spectrophotometer	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Molybdenum blue - Autoanalyzer																		
Vanado-molybdate - Spectrophotometer																		
Vanado-molybdate Autoanalyzer																		

ตอนที่ 3 วิธีวิเคราะห์ดิน

วิธีการแยก	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก
	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก	รูปผลึก
* Total S	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
วิเคราะห์โดย	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ใช้ $HNO_3 / HClO_4$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
วิเคราะห์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- Turbimetric																	
- Spectrophotometer																	
- Turbidimetric																	
Autoanalyzer																	
- Colorimetric																	
Spectrophotometer																	
Colorimetric																	
Autoanalyzer																	

ตอนที่ 3 วิธีวิเคราะห์ดิน

รายละเอียด	ปฐพี อิน.	ปฐพี อน.	ธาตุ อิน.	ธาตุ อน.	ธาตุ อิน.	ธาตุ อน.	ธาตุ อิน.	ธาตุ อน.	ธาตุ อิน.	ธาตุ อน.	ธาตุ อิน.	ธาตุ อน.	ธาตุ อิน.	ธาตุ อน.	ธาตุ อิน.	ธาตุ อน.
* Available S	✓															
- ได้วิเคราะห์	✓															
- วิเคราะห์		✓														
- นวัตกรรม			✓													
- 0.01, 0.04 M Ca ₂ (PO ₄) ₂	✓															
- CaCl ₂ /Acetic acetate																
วิธีอื่น																
- Turbidity																
- Spectrophotometer																
- Turbidity																
- Autoanalyzer																
- Colorimetric method																
- Spectrophotometer																
- Colorimetric																
- Autoanalyzer																

ตอนที่ 3 วิธีวิเคราะห์ดิน

รายละเอียด	ปฐพี มก	ปฐพี มค	แกมตร มก	หัตถพร มอ	สพท.1 ปฐม ธณี	สพท.4 อุบลธา	สพท.5 ทอง เมกน	สพท.6 ลำปาง	สพท.11 สุราษฎร์	สพท.12 นราธิ วาส	สพท.1 พม.	สพท.2 พิษณุ โลก	สพท.3 ขอนแก่น	สพท.4 อุบลธา	สพท.5 ชัย นาท	สพท.6 ฉะ เชิง เทร	สพท.7 สุราษฎร์
<ul style="list-style-type: none"> ☼ Exchangeable cations (K, Ca, Mg, Na) - ไม่ได้วิเคราะห์ - วิเคราะห์ - ง่ายที่สุด - NH₄OAc - NH₄Cl - วัดด้วย - Flame photometer FWTE K, Na - AAS วัด K, Ca, Mg, Na - Ion analyzer - Ca, Mg titration 	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ตอนที่ 3 วิธีวิเคราะห์ดิน

รายละเอียด	1.ดูที่ มก	ปฐพี มข	เศษกร มข	หวั่นแ มข มบ	สปข.1 ปพม ธานี	สปข.4 อุบล*	สปข.5 ขอนแก่น	สปข.6 ลำปาง	สปข.11 สุราษฎร์	สปข.12 นริทร์ วาส	สปพ.1 ชม.	สปพ.2 พิษณุ โลก	สปพ.3 ขอนแก่น	สปพ.4 อุบลฯ	สปพ.5 ชัย นาท	สปพ.6 จันทน์ บุรี	สปพ.7 สุราษฎร์
*Exchangeable acidity (Al, H) -ไม่ได้วิเคราะห์ วิเคราะห์ได้ นอยถักัด -NH ₄ OAc -NH ₄ Cl -KCl วัดโดย - Triabor. - AAS - Coximetry (วัด Al)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
* Cation exchange capacity (CEC) -ไม่ได้วิเคราะห์ วิเคราะห์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ตอนที่ 3 วิเคราะห์ธาตุดิน

รายละเอียด	ปฐพี mg	ปฐพี mg	วิเคราะห์ mg	หัตถ mg	สพท.1 ปทุม ธณี	สพท.4 อุบลฯ	สพท.5 ชย.4 แก้ว	สพท.6 ลำปาง	สพท.11 สุราษฎร์	สพท.12 ราชบุรี วาสน	สพท.1 ชม.	สพท.2 พิษณุ โลก	สพท.3 ขอนแก่น มโน	สพท.4 อุบลฯ	สพท.5 ชัย นาท	สพท.6 จ.4 พบุรี	สพท.7 สุราษฎร์	
* AEC	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- ไม่สกัดธาตุ																		
- วิเคราะห์ โดย																		
- จำนวนจากค่า																		
- EA+CEC																		
- titration																		
* จุลสาร Cu, Fe, Mn, Co, Zn																		
- ไม่สกัดธาตุ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- วิเคราะห์																		
- นำยกลักตั้งที่ -DIPA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- NH ₄ OAc																		
* Boron																		
- ไม่สกัดธาตุ																		
- วิเคราะห์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- นำยกลักตั้ง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- วิเคราะห์ Spectrophotometer	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ตอนที่ 4 วิถีชีวิตชาวพื้นเมือง

รายละเอียด	ปฏิทิน มกราคม	ปฏิทิน กุมภาพันธ์	เทศกาล สงกรานต์	วันสงกรานต์ สงกรานต์	สงกรานต์ สงกรานต์	สงกรานต์ สงกรานต์	สงกรานต์ สงกรานต์	สงกรานต์ สงกรานต์	สงกรานต์ สงกรานต์	สงกรานต์ สงกรานต์	สงกรานต์ สงกรานต์	สงกรานต์ สงกรานต์	สงกรานต์ สงกรานต์	สงกรานต์ สงกรานต์	สงกรานต์ สงกรานต์	สงกรานต์ สงกรานต์
<ul style="list-style-type: none"> - การเตรียมตัวอย่างพิถีพิถัน - รับประทานอาหารอย่างสะอาด - ไม่รับประทานเนื้อสัตว์อย่างสุก 	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<ul style="list-style-type: none"> - การทำความสะอาดอย่างทั่วถึง - รับประทานอาหารที่สดใหม่ทุกวัน - ไม่มีการทำความสะอาด - ล้างมือทุกครั้ง และล้างด้วยสบู่ - กระจายหรือล้าง - ล้างด้วยผงซักฟอกและสารฟอกขาว - ฟองน้ำหรือผ้าเช็ด 	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ตอนที่ 4 วิธีวิเคราะห์พืช

รายละเอียด	รูปที่ 1	รูปที่ 2	รูปที่ 3	รูปที่ 4	รูปที่ 5	รูปที่ 6	รูปที่ 7	รูปที่ 8	รูปที่ 9	รูปที่ 10	รูปที่ 11	รูปที่ 12	รูปที่ 13	รูปที่ 14	รูปที่ 15	รูปที่ 16	รูปที่ 17
* ครอบตัวกรองพืช - ไม่ระบายตัวอย่างพืช - ระบายตัวอย่างพืช - ระบายตัวอย่างพืช - ระบายตัวอย่างพืช	รูปที่ 1	รูปที่ 2	รูปที่ 3	รูปที่ 4	รูปที่ 5	รูปที่ 6	รูปที่ 7	รูปที่ 8	รูปที่ 9	รูปที่ 10	รูปที่ 11	รูปที่ 12	รูปที่ 13	รูปที่ 14	รูปที่ 15	รูปที่ 16	รูปที่ 17
* การบดตัวอย่าง	รูปที่ 1	รูปที่ 2	รูปที่ 3	รูปที่ 4	รูปที่ 5	รูปที่ 6	รูปที่ 7	รูปที่ 8	รูปที่ 9	รูปที่ 10	รูปที่ 11	รูปที่ 12	รูปที่ 13	รูปที่ 14	รูปที่ 15	รูปที่ 16	รูปที่ 17
* การพักตัวอย่าง	รูปที่ 1	รูปที่ 2	รูปที่ 3	รูปที่ 4	รูปที่ 5	รูปที่ 6	รูปที่ 7	รูปที่ 8	รูปที่ 9	รูปที่ 10	รูปที่ 11	รูปที่ 12	รูปที่ 13	รูปที่ 14	รูปที่ 15	รูปที่ 16	รูปที่ 17

ตอนที่ 4 วิธีวิเคราะห์พืช

รายละเอียด	ปฐพี มา	ปฐพี บข	เกษตร มท	หญ้า บข	สพว.1 ปทุม ธานี	สพว.4 อุบลฯ	สพว.5 ขะเม แก่น	สพว.6 ลำปาง	สพว.12 นราธิ วาส	สพว.1 ทม.	สพว.2 พิษณุ โลก	สพว.3 ธอน แก่น	สพว.4 อุบลฯ	สพว.5 ชัย นาท	สพว.6 จัน บุรี	สพว.7 สุพรรณ
* Total N								✓								
- ไม่ได้วิเคราะห์																
- วิเคราะห์	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- Kjeldahl digestion	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- C/N analyzer																
- สุ่มและวิเคราะห์	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- Spectrophotometer																
- Autoanalyzer																

ตอนที่ 4 วิธีวิเคราะห์พืช

วิธีวิเคราะห์พืช	รูปที่ 3.1	รูปที่ 3.2	รูปที่ 3.3	รูปที่ 3.4	รูปที่ 3.5	รูปที่ 3.6	รูปที่ 3.7	รูปที่ 3.8	รูปที่ 3.9	รูปที่ 3.10	รูปที่ 3.11	รูปที่ 3.12	รูปที่ 3.13	รูปที่ 3.14	รูปที่ 3.15	รูปที่ 3.16	รูปที่ 3.17
	รูปที่ 3.1	รูปที่ 3.2	รูปที่ 3.3	รูปที่ 3.4	รูปที่ 3.5	รูปที่ 3.6	รูปที่ 3.7	รูปที่ 3.8	รูปที่ 3.9	รูปที่ 3.10	รูปที่ 3.11	รูปที่ 3.12	รูปที่ 3.13	รูปที่ 3.14	รูปที่ 3.15	รูปที่ 3.16	รูปที่ 3.17
* Total P																	
-ไม่ได้นิเคราะห์																	
-วิเคราะห์ โดย																	
-ย่อย $\text{HNO}_3 / \text{HClO}_4$																	
-tri acid, HClO_4																	
วิธีวัด																	
-Molybdenum blue Spectrophotometer																	
-Molybdenum blue Autoanalyzer																	
-Vanadomolybdate Spectrophotometer																	
-Vanado-molybdate Autoanalyzer																	

ตอนที่ 4 วิเคราะห์หัตถ์

รายละเอียด	รูปสี่	ปฐพี	เกษตร	หัตถ์ยา	สพท.1 - สพท.4	สพท.5	สพท.6	สพท.11	สพท.12	สพท.1	สพท.2	สพท.3	สพท.4	สพท.5	สพท.6	สพท.7	
	มก	มก	มก	มก	มก	มก	มก	มก	มก	มก	มก	มก	มก	มก	มก	มก	
<ul style="list-style-type: none"> - หมายเหตุ: หนัก และจุด - หนัก - ไม่ได้วิเคราะห์ - วิเคราะห์ ย่อยด้วย - HNO₃ / HClO₄ - tri acid, HClO₄ / HCl - วิจัย - Flame photometer วัด - พบ K, Na - AAS วัด K, Ca, Mg, Na - AAS วัดจุด 	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ตอนที่ 4 วิธีวิเคราะห์พืช

รายละเอียด	ปฐพี ร.ก	ปฐพี ร.ค	เกษตร ร.ค	พืชมก ร.ค	สพพ.1 ปฐพ ร.ค	สพพ.4 อุบลฯ	สพพ.5 ขอนแก่น	สพพ.6 ลำปาง	สพพ.11 สุราษฎร์	สพพ.12 นราธิ วาส	สพพ.1 พม.	สพพ.2 พิษณุ โลก	สพพ.3 ขอนแก่น	สพพ.4 อุบลฯ	สพพ.5 ชัย นาท	สพพ.6 จันท บุรี	สพพ.7 สุราษฎร์	
* Total S		✓	✓			✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	
ไม่ได้วิเคราะห์ วิเคราะห์ โดย	✓			✓							✓							
โดยใช้ HNO ₃ / HClO ₄ วิธีวัด	✓		✓	✓							✓							
-Turbidimetric Spectrophotometer	✓			✓							✓							
Colorimetric method - Spectrophotometer																		
* Boron		✓	✓			✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ไม่ได้วิเคราะห์	✓																	
วิเคราะห์ โดย เผาตัวอย่าง	✓			✓							✓							
และละลายในกรด H ₂ SO ₄	✓			✓							✓							

รายชื่อบุคคลและสังกัดของผู้เข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 1 เรื่อง ความรู้พื้นฐานด้านการวิเคราะห์ดิน
ระหว่างวันที่ 25-29 มีนาคม 2545 ณ ฝ่ายเครื่องมือวิทยาศาสตร์กลาง สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	สังกัด
1	น.ส.ศวรรณา อธิคางวงศ์	สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 1 ต.ลำผักกูด อ.ทับปุด จ.ปทุมธานี 12110
2	นางอุมา เรืองหอม	สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 4 ถ.แจ้งสนิท ๑ แขวงแม่ อ.เมือง จ.อุบลราชธานี 34000
3	นางสุลวีร์ สานสมบัติ	สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 5 ถ.มิตรภาพ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น
4	นายประคัลภ์ ภูวดเจริญ	สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 6 (ฝ่ายวิเคราะห์ดิน) ถ.ลำปาง-เชียงใหม่ ต.เวียงตาล อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง 52190
5	นางสาวละไม ศรีสวัสดิ์	สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 11 หมู่ที่ 2 ต.ท่าข้าม อ.พุนพิน จ.สุราษฎร์ธานี 84130
6	นางสายหยุด เพ็ชรสุข	สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 12 (ฝ่ายวิเคราะห์ดิน) ศูนย์ศึกษากาการพัฒนาพิภพสงขล อ.เมือง จ.นราธิวาส 90000
7	นางสาวลาวัลย์ เทวินทร์	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 ถ.เชียงใหม่-พร้าว ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290
8	นางสาวระพีพร มูลจันทร์	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 ถ.เชียงใหม่-พร้าว ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290
9	นายสุเวศ โอพระลับ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 3 ต.สีลา อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000
10	นายวีระชัย เสรี	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 3 ต.สีลา อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000
11	นางสาวเขาวรัตน์ อุดบุญ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 4 ต.ท่าช้าง กิ่งอ.สว่างวีระวงศ์ จ.อุบลราชธานี 34190
12	นายดนัย ทองอก	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 4 ต.ท่าช้าง กิ่งอ.สว่างวีระวงศ์ จ.อุบลราชธานี 34190
13	นางสาวจริยาพร บุญสุข	ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ อ. ท่าศาลา จ.นครศรีธรรมราช 80160
14	นายสามารถ เลือคำ	ภาควิชาปฐพี คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน เขตจตุจักร จ.กรุงเทพฯ 10900
15	Ms. Amphavanh Xayanbthone	National Agricultural Center, P.O. Box 811, Vientiane, Lao PDR

16	Mr. Chay Somsaint	National Agricultural Center, P.O. Box 811, Vientiane, Lao PDR
17	Mrs. Bouakaysone Souya	Soil Survey and Land Classification Center, P.O. Box 811, Vientiane, Lao PDR
18	Mr. Nivong Sipaseuth	Soil Survey and Land Classification Center, P.O. Box 811, Vientiane, Lao PDR
19	Mr. Bounton Keochanda	National University of Laos, Faculty of Agriculture, Nabong Campus, P.O. Box 7332, Vientiane, Lao PDR
20	Mrs. Fern Louangsackda	National University of Laos, Faculty of Agriculture, Nabong Campus, P.O. Box 7332, Vientiane, Lao PDR

รายชื่อวิทยากรและหน่วยงานต้นสังกัดในการอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 1 เรื่อง ความรู้พื้นฐานด้านการวิเคราะห์ดิน ระหว่างวันที่ 25-29 มีนาคม 2545 ณ ฝ่ายเครื่องมือวิทยาศาสตร์กลาง สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ

ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	สังกัด
1	ผศ.ดร. สมศักดิ์ มณีหงส์	สำนักเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
2	นางนันทนา ชินฉิม	สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3	นางสาวศิริวัลย์ บุญสุข	สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4	รศ. ดร. พัชร แสงจันทร์	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
5	นางพัชรภรณ์ ภูไพบูลย์	สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
6	นางไพสิน เหล็กคง	กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร
7	นางวรางคณา สระบัว	กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร
8	นางนพมณี สุวรรณัง	กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน
9	นางสาวสุวรรณี ภูธรราช	กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน
10	นางนงลักษณ์ ประณะพงษ์	คณะผลิตกรรมและการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
11	นางนวลศรี กาญจนกุล	อดีตผู้อำนวยการกองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน
12	Mr. Jean Peard	Institut de recherche pour le Developpement (IRD), France
13	Dr.Rod Lefroy	Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR)

รายชื่อและหน่วยงานที่เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ใช้ atomic absorption spectrophotometry เพื่อการวิเคราะห์ดินและพืช ระหว่างวันที่ 16-20 ธันวาคม 2545 ณ ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 เชียงใหม่

ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	สังกัด
1	คุณชนิตา จริญวรวรพจน	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน บางเขน กรุงเทพฯ 10900 โทร. 0-2579-0111 ต่อ 1386
2	คุณสุรเชษฐ์ นาราภักดิ์	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน บางเขน กรุงเทพฯ 10900 โทร. 0-2579-0111 ต่อ 3121, 3122
3	คุณอุบลลา เข็งหอม	ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4 ต.สระคู อ.สุวรรณภูมิ จ.ร้อยเอ็ด 45130 โทร. 0-4353-2438
4	คุณสกุศลรัตน์ สนสมบัติ	ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขตที่ 5 ถ. มิตราภาพ อ.เมือง จ. ขอนแก่น 40000 โทร. 0 4324 6758
5	คุณประคัลภ์ กวุดเจริญ	ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 6 ต.เวียงตาล อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง 52190 โทร. 0 5426 9579
6	คุณละไม ศรีสวัสดิ์	ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 11 หมู่ 2 ต.ท่าข้าม อ.พุนพิน จ.สุราษฎร์ธานี 84000 โทร. 0-7731-1138
7	คุณสายหยุด เพ็ชรสุข	ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ต. กะลุวอเหนือ อ. เมือง จ. นราธิวาส 96000 โทร. 0-7351 3562-3
8	คุณรวมพร มูลจันทร์	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 ต.แม่เหียะ อ.เมือง จ. เชียงใหม่ 50100 โทร. 0 5326 1822-5
9	คุณรุ่งทิพย์ ธรรมพันธ์	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 ต.แม่เหียะ อ.เมือง จ. เชียงใหม่ 50100 โทร. 0-5326-1822-5
10	คุณลาวัลย์ เทวินทร์	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 ต.แม่เหียะ อ.เมือง จ. เชียงใหม่ 50100 โทร. 0-5326-1822-5
11	คุณสุวณี ตันเฮง	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 ต.แม่เหียะ อ.เมือง จ. เชียงใหม่ 50100 โทร. 0-5326-1822-5
12	คุณพัชรินทร์ เทียมสกุล	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2 ต.วังทอง อ.วังทอง จ.พิษณุโลก 65130 โทร. 0-5531-1305
13	คุณเนิพรวัฒน์ ทิมทรัพย์	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2 ต.วังทอง อ.วังทอง จ.พิษณุโลก 65130 โทร. 0-5531-1305
14	คุณดิเรก นรานาฎกรณ์	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 ถ. มิตราภาพ อ.เมือง จ. ขอนแก่น 40000 โทร. 0-4324-1286-7
15	คุณสุภาพ มนุษย์สม	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4

		ถนนสถิตย์นิมิตการ กิ่ง ค. ส่วนวังวงค์ จ. อุบลราชธานี โทร. 0-4520-2190, 202193
16	คุณเป็ยนา ปลั่งดี	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 บริเวณดอนเจ้าพระยา ในบริเวณศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ต. บางหลวง อ. สรรพยา จ.ชัยนาท 17000 โทร. 0-5641-3044-5
17	คุณศิริเนตร สัทสิทธิ์	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี ต. พลับ อ.แหลมสิงห์ จ.จันทบุรี 22190 โทร. 0-3939 7076, 0-3939-7134 ต่อ 122
18	คุณหัตถ์ชัย ยิ้มมณี	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 ต.ท่าอุแท อ.กาญจนดิษฐ์ จ. สุราษฎร์ธานี 84000 โทร. 0-7728-5079, 0-7728-9445-6 ต่อ 63
19	คุณสมภารด เลือคำ	ภาควิชารัฐวิเทศ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ 10900 โทร 0-2942-8104 5
20	คุณกาญจนา มั่นสิทธิ์	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ค. มารินชาบาย จ. อุบลราชธานี โทร. 0-4528-8374-5
21	คุณนพมาศ นามแดง	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อ. มารินชาบาย จ. อุบลราชธานี โทร. 0-4528-8374-5
22	คุณเจียรพร บุญสุข	ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ค. ท่าศาลา จ. นครศรีธรรมราช 80160 โทร. 0 7567 3248 51
23	คุณวรรณณี ภูมิพัฒน์	คณะผลิตกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ค.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290 โทร. 0-5387-3490 ต่อ 119

รายชื่อวิทยากรและหน่วยงานต้นสังกัดในการอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ใช้ atomic absorption spectrophotometry เพื่อการวิเคราะห์ดินและพืช ระหว่างวันที่ 16-20 ธันวาคม 2545 ณ ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 เชียงใหม่

ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	สังกัด
1	นายสุรศักดิ์ มานะวิเศษสุวรรณ	บริษัท Perkin Elmer (ประเทศไทย) จำกัด
2	นางสาวสิริ สุวรรณเขตนikom	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 เชียงใหม่
3	ผศ.ดร.สมศักดิ์ มณีพงษ์	สำนักเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
4	นางนันทนา ชินอิม	สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5	นางสาวศิริวัลย์ บุญสุข	สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
6	นางไพสิน เหลืองคง	กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร
7	นางวรางคนา สาระบัว	กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร
8	นางสาวสุวรรณี กุชกรราช	กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน
9	นางสาวอรวงษิตา ลิปิยมงคล	กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน
10	นางนงลักษณ์ ประณะพงษ์	คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

รายชื่อบุคคลและหน่วยงานที่เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 3 เรื่อง เครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อการจัดการข้อมูลห้องปฏิบัติการ ระหว่างวันที่ 26-30 เมษายน 2547 ณ ศูนย์คอมพิวเตอร์และฝ่ายบริการการใช้เครื่องมือ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ 5 มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช

ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	สังกัด
1	คุณศักดิ์ ทุมโน	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน ถ.พหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
2	คุณรัตนชาติ ช่วยบุจดา	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน ถ.พหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
3	คุณสันติ รัตนลาภภาพ	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน ถ.พหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
4	คุณศวรรณา อธิตวงศ์	สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต ๒ ลำปาง อ.ชัยบุรี จ.ปทุมธานี โทรศัพท์ 0-2577-5052-53
5	คุณอุมา เริงหอม	ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4 ต.สระคู อ.สุวรรณภูมิ จ.ร้อยเอ็ด 45130 โทร. 0-4353-2438
6	คุณสกุลวัฒน์ สมนะปิติ	ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขตที่ 5 ถ. มิตรภาพ อ.เมือง จ. ขอนแก่น 40000 โทร. 0-4324-6758
7	คุณระวีศักดิ์ กฤษเจริญ	ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 6 ต.เวียงตาล อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง 82190 โทร. 0-5428-9579

8	คุณสายหยุด เพ็ชรสุข	ศูนย์ศึกษาการพัฒนากิจการทองอินเนื่องมาจากพระราชดำริ ต. กะลุยเหนือ อ. เมือง จ. นครราชสีมา 96000 โทร. 0-7351-3562-3
9	คุณพิพัฒน์ เขียวทริว	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 ต. ท่าคูแห อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี โทรศัพท์ 0-7725-9485-6
10	คุณเบญจมาศ ใจแก้ว	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 ต. ท่าคูแห อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี โทรศัพท์ 0-7725-9485-6
11	คุณวราภรณ์ ภูมิพิพัฒน์	ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290 โทรศัพท์ 0-5387-3490 ต่อ 119
12	คุณเจริยาพร บุญสุข	ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ อ. ท่าศาลา จ.นครศรีธรรมราช 80160
13	คุณเสาวภา ทาญโสภณ	ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ อ. ท่าศาลา จ.นครศรีธรรมราช 80160
14	คุณสุเทพ เทนิศคลอง	ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ อ. ท่าศาลา จ.นครศรีธรรมราช 80160
15	ดร. นันทนา ชื่นอ้อม	สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
16	คุณศิริวัลย์ บุญสุข	สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
17	คุณไพสิฐ เหล็กทอง	กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร
18	คุณวรางคณา สรขันธ์	กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร
19	คุณเสาวงอิดา ลิขิมงคล	กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน
20	คุณสุวรรณี มุทธธราช	กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน
21	คุณเนงลักษณ์ ปุระณะพงษ์	คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

รายชื่อวิทยากรและหน่วยงานต้นสังกัดในการอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 3 เรื่อง เครื่องข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อการจัดการข้อมูลห้องปฏิบัติการ ระหว่างวันที่ 26-30 เมษายน 2547 ณ ศูนย์คอมพิวเตอร์และฝ่ายบริการการใช้เครื่องมือ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ 5 มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช

ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	สังกัด
1	ผศ.ดร.สมศักดิ์ มณีเพ็ญศรี	สำนักเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
2	คุณพิชิต คุไวรัตน์	ศูนย์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
3	คุณชัยรัตน์ กาญจนอารี	ศูนย์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
4	คุณกาญจนา ทฤทธรพงศ์	ศูนย์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
5	คุณนพพร ภัตติพัฒน์บวร	ศูนย์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

รายชื่อบุคคลที่เข้าร่วมสัมมนาทางวิชาการ ครั้งที่ 1 เรื่อง วิทยุมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืชเพื่อประเมิน
 ความอุดมสมบูรณ์ของประเทศไทย ระหว่างวันที่ 23-24 พฤษภาคม 2545 ณ ห้องประชุมกองเกษตรเคมี กรมวิชาการ
 เกษตร บางเขน กรุงเทพฯ

ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	สังกัด
1	ผู้แทนผู้ค้ำนายการกองวิเคราะห์ดิน	กรมพัฒนาที่ดิน
2	รศ.ดร. อธิธิสุนทร นันทกิจ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ลาดกระบัง
3	รศ.ดร. สุมิตรา ภู่วโรดม	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ลาดกระบัง
4	ศ.ดร. พงษ์ศิริ พัทธปรีชา	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
5	รศ.ดร. ชัยวัฒน์ นิลนนท์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
6	ดร. พิชิต พงษ์สกุล	กรมวิชาการเกษตร
7	คุณเสีรี สุวรรณชตนิคม	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร
8	รศ.ดร. ศรีสม สุวรรณวงศ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
9	คุณนวลศรี กาญจนกุล	ข้าราชการบำนาญ กรมพัฒนาที่ดิน
10	คุณสมชาย กริฑาภิรมย์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
11	ดร. นันทรัตน์ ฤกษ์กำเนิด	ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย กรมวิชาการเกษตร
12	คุณจู่ไร ทองมาก	ข้าราชการบำนาญ กรมพัฒนาที่ดิน
13	ดร. จีรพงษ์ ประสิทธิ์เขต	กรมวิชาการเกษตร
14	ดร. ประภาศรี จงประดิษฐ์นันท์	กรมวิชาการเกษตร
15	ดร. ประไพ	กรมวิชาการเกษตร
16	ดร. กนกพันธ์ พันธุ์สมบัติ	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
17	รศ.ดร. พิชรี แสนจันทร์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
18	ผศ.ดร. สมศักดิ์ มณีพงษ์	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
19	ดร. นันทนา ชินอิม	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
20	คุณศิริวัลย์ บุญสุข	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
21	คุณนงลักษณ์ ประณะพงษ์	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
22	คุณไพลิน เหล็กทอง	กรมวิชาการเกษตร
23	คุณวรางคณา สระบัว	กรมวิชาการเกษตร
24	คุณนพมณี สุวรรณัง	กรมพัฒนาที่ดิน
25	คุณสุวรรณีย์ ภูอรรถราช	กรมพัฒนาที่ดิน
26	คุณเสวรงค์ดา ลิ้มมงคล	กรมพัฒนาที่ดิน

รายชื่อวิทยากรและหน่วยงานต้นสังกัดในการสัมมนาทางวิชาการ ครั้งที่ 1 เรื่อง วิวัฒนาการสำหรับการวิเคราะห์ดิน และพืชเพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของประเทศไทย ระหว่างวันที่ 23-24 พฤษภาคม 2545 ณ ห้องประชุมกองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร บางเขน กรุงเทพฯ

ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	สังกัด
1	ผศ.ดร.สมศักดิ์ มณีเพ็ชร์	สำนักเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
2	รศ.ดร.พัชรีย์ แสงจันทร์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
3	นางนันทนา ชื่นนิม	สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4	นางสาวศิริวัลย์ บุญสุข	สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5	นางไพลิน เหล็กคง	กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร
6	นางวรางคนา สว่างบัว	กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร
7	นางสาวสุวรรณีเย้ กุชธรรมา	กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน
8	นางสาวสรวิธิตา ลิ้มมงคล	กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน
9	นางนงลักษณ์ ปูระณะพงษ์	คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

รายชื่อผู้เข้าร่วมสัมมนาทางวิชาการ ครั้งที่ 2 เรื่อง การแปลผลวิเคราะห์ดินและพืช ระหว่างวันที่ 27-28 พฤษภาคม 2547 ณ ห้องประชุม 1 สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน บางเขน กรุงเทพฯ

ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	สังกัด
1	นางสาวสิริ สุวรรณเขตนิคม	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1
2	นางพัชรินทร์ เทียมสกุล	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2
3	นางสาวสุสิพร ดิยะศักดิ์	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2
4	นายเจริญ คชเล็ก	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2
5	นายกอบเกียรติ ไพศาลเจริญ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3
6	นายดิเรก นรานาฎกร	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3
7	นางสาวจินตนา ตุงตา	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4
8	นางฉวีวรรณ กักดี	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4
9	นางสาวจิรภา เมืองคล้าย	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5
10	นายประโมช สุขจิตไพบูลย์ผล	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6
11	นายเกริกชัย ธนราษฎร์	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7
12	นายพิพัฒน์ เรืองทสิล	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7
13	นางสาวศวรรรมา ลัดดาวงศ์	สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 1
14	นางอุบลมา เข็งหลม	สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 4 รั้วเก็ด
15	นางสาวจิตติมา กาบเย็น	สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 6

16	นางสาวอุษณ เพ็ชรศิริ	สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 11
17	นางสายหยุด เพ็ชรสุข	สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 12 นครราชสีมา
18	นายชูชาติ ฉันททรัพย์	ห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตร ม.เชียงใหม่
19	นางดวงสมร ตูลาทักษ์	ศูนย์ศึกษาค้นคว้าฯ ม.ขอนแก่น
20	นางสาวเกษสุดา เดชวิมล	ศูนย์ศึกษาค้นคว้าฯ ม.ขอนแก่น
21	นางสาววราภรณ์ ภูมิพัฒน์	ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม ม.แม่โจ้
22	นางพัชราภรณ์ ภูไพบูลย์	ม.เกษตรศาสตร์
23	นางสาวจิตวรรณ ท้ายเมือง	ม.เกษตรศาสตร์
24	นายสถาพร คิตตระกูล	สำนักวิจัยและพัฒนา
25	นางนงคราญ มณีวรรณ	สำนักวิจัยและพัฒนา
26	นางสาวอภันตรี พงษ์พร	สำนักวิจัยและพัฒนา
27	ช่อลัดดา แก้ววรรณรัตน์	สำนักวิจัยและพัฒนา
28	วันดี รัฐวิอักษรศิลป์	สำนักวิจัยและพัฒนา
29	นางนพมณี สุวรรณมา	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน
30	นางสาวนงลักษณ์ พลทองสถิตย์	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน
31	นายสุรัชย์ พิฒนพิบูล	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน
32	นางสาวจุฑารัตน์ คำนึ่งกิจ	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน
33	นางสาวธนิดา จวีญวพรรณ	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน
34	วันเพ็ญ วิริยะกิจนทีกุล	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน
35	นางนฤมล จันทวีชาญ	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน
36	นายรัตนชาติ ช่างบุญต	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน
37	นางสาวศิวพร สິลเดชะ	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน
38	นางชูศรี มุขวิวัฒน์	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน
39	ละไม ศรีสวัสดิ์	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน
40	นางสาวททัยรัตน์ พิทยานรงค์	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน
41	นางสาวทัศนีย์ หนูไอน	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน
42	นางอรทัย คูทวีพงศ์	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน
43	นางทิพวรรณ อินทโสถิ	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน
44	นายสันติ รัตนานุกาฬ	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน
45	นางสาวมณฑิลา สิววรรณ	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน
46	นภาพร เมฆลอย	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน
47	สุจจารี พิณีจ	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน
48	ครุณี ชัยโรจน์	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน
49	นางจุไร ทองมาล	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน

50	นางสาวสุภลักษณ์ พันธ์กุล	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน
51	นางสาวปิ่นเพชร บุญสุข	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน
52	นางสาวสมใจ เขนยพานิชย์	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน
53	นายสุรเชษฐ์ นากภัทร์	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน
54	นางชูจิตต์ สงวนทรัพย์	สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน
55	นางสาวลาวัลย์ จันทร์อัมพร	สพม. กรมวิชาการเกษตร
56	นางสาวประภาศรี จงประดิษฐ์โนนทร์	สพม. กรมวิชาการเกษตร
57	นายจิรพงษ์ ปรละสิทธิเนตร	กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สพม. กรมวิชาการเกษตร
58	นางสาวสรिता เสนาะ	กรมวิชาการเกษตร
59	นางสาวนิตา ไนบรรเทา	กรมวิชาการเกษตร
60	นางสาวละอัมภ์ เกื้อทอน	กรมวิชาการเกษตร
61	นางสาวไสรยา พันธุ์วิริยะพน	กรมวิชาการเกษตร
62	ปรีชา พรหมณีย์	สถาบันวิจัยพืชไร่
63	นางสาวศิริพร เข็ดอยู่	นักศึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
64	นางสาววิดา ว่องเสรีกา	นักศึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
65	นายสมชาย ศรีสเกตุ	สถาบันเทคโนโลยีฯ ลาดกระบัง
66	นายสุรชัย ขอบัติพร	บก. ปศุวิชาการเกษตร
67	นายสุรเชษฐ์ มหามบุญพัชย์	ทจก. ส.พืชผลเจริญการเกษตร 552/2 ถ.เจริญสุข อ.เมือง จ.กำแพงเพชร 62000
68	นางกฤติพร มหามบุญพัชย์	ทจก. ส.พืชผลเจริญการเกษตร 552/2 ถ.เจริญสุข อ.เมือง จ.กำแพงเพชร 62000
69	สัมพันธ์ เร่งพิมาว	เกษตรกรจังหวัดนครราชสีมา
70	สุทิน เร่งพิมาว	เกษตรกรจังหวัดนครราชสีมา
71	วีรวัน อัครรักษ์	บุญดินไทย
72	อภิฤฎา นันทโสภา	สื่อมวลชน (วารสารเกษตรการเกษตร)

รายชื่อวิทยากร ผู้ช่วยวิทยากร และหน่วยงานต้นสังกัดในการสัมมนาทางวิชาการ ครั้งที่ 2 เรื่อง การแปลผลวิเคราะห์ดินและพืช ระหว่างวันที่ 27-28 พฤษภาคม 2547 ณ ห้องประชุม 1 สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน บางเขน กรุงเทพฯ

ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	สังกัด
1	รศ.ดร. อธิติสุนทร นันทกิจ	ผู้ประสานงานชุดโครงการวิจัยดินและปุ๋ยพืชสวน
2	คุณพจนีย์ มอญเจริญ	ข้าราชการบำนาญสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน
3	รศ.ดร. สุมิตรา ภูวโรดม	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง
4	ดร. นันทรัตน์ ฤกษ์กำเนิด	ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร
5	ผศ. อรรถสิทธิ์ วงศ์มณีโรจน์	คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
6	ดร. มงคล ต๊ะอู่น	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
7	รศ. สมชาย องค์ประเสริฐ	คณะผลิตกรรมภาวเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
8	รศ.ดร. ชัยรัตน์ นิลนนท์	คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
9	ผศ.ดร. สมศักดิ์ มณีพงษ์	สำนักเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
10	นางนันทนา ชื่นอ้อม	สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
11	นางสาวศิริวัลย์ บุญสุข	สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
12	รศ.ดร. พิชรี แสนจันทร์	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
13	นางไพสิน เหล็กคง	กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร
14	นางวรางคณา สรรบัว	กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร
15	นางสาวสุวรรณี ภูธรราช	กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน
16	นางสาวสุวรรณีดา สปิมงคล	กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน
17	นางนงลักษณ์ ประณะพงษ์	คณะผลิตกรรมภาวเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ภาคผนวก ๒

- ตัวอย่าง SOP ของห้องปฏิบัติการภาคชีววิทยาพืชและสิ่งแวคล้อม, คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
- ตัวอย่าง SOP ของห้องปฏิบัติการงานวิเคราะห์และสิ่งแวคล้อม สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
- ตัวอย่าง SOP ของห้องปฏิบัติการฝากบริการใช้ระบบเครื่องมือ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
- ตัวอย่าง SOP ของห้องปฏิบัติการสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- ตัวอย่าง SOP ของห้องปฏิบัติการสำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ภาควิชา	Standard Operation Procedure		หน้า :
ทรัพยากรดินและ สิ่งแวดล้อม, แม่โจ้	เอกสารหมายเลข : plant analysis 001	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่
	เรื่อง : การวิเคราะห์ไนโตรเจน (N) ในพืช		File : plant analy 001

1. ขอบข่าย : เป็นการหาปริมาณไนโตรเจน โดย Kjeldahl method

2. หลักการ

การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่าง ซึ่งอยู่ในรูปของไนโตรเจนทั้งหมด (total N) ใช้วิธีวิเคราะห์ของเคสตาล (kjeldahl method) ซึ่งนำมาปรับปรุงโดย Jackson (1967) เป็นวิธีที่ใช้กันแพร่หลายและยังเป็นที่ยอมรับกันอยู่ว่าเป็นวิธีที่ดีที่สุด มีเปอร์เซ็นต์ recovery เกือบร้อยเปอร์เซ็นต์ แบ่งขั้นตอนการวิเคราะห์ เป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การย่อยสลายตัวอย่าง โดยใช้กรด conc. H_2SO_4 เป็นตัวย่อยและใช้สารเร่งปฏิกิริยา (catalyst) เป็นตัวเพิ่มจุดเดือดให้สูงขึ้น

2. การกลั่น เป็นการหาแอมโมเนีย โดยให้ทำปฏิกิริยากับด่าง NaOH แล้วกลั่นเอาแอมโมเนียออกมาโดยเก็บไว้ในกรดบอริก

3. การไตเตรท เป็นการหาปริมาณของแอมโมเนียที่ละลายในกรด โดยการไตเตรทกับกรด H_2SO_4 หรือ HCl ที่รู้ความเข้มข้นแน่นอน

3. เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1 หลอดย่อย (digestion tube) 75 มล.

3.2 บีเปด 5, 10 มล.

3.3 ขวดชมพู 125 มล.

3.4 กระดาษกรองเบอร์ 5

3.5 ขวดพลาสติก ขนาด 100 มล.

3.6 เครื่องชั่ง

3.7 เครื่องย่อยตัวอย่าง

3.8 เครื่องกลั่นไนโตรเจน

4. สารเคมี

4.1 Digestion mixture : ผสม Na_2SO_4 หรือ K_2SO_4 100 กรัม กับ Se 1 กรัม และ conc. H_2SO_4 1000 มล. ในขวดชมพูขนาด 2 ลิตร แล้วนำไปตั้งบน hot plate ใน hood digest จนกระทั่งได้สารละลายใส ไม่มีสี คั้นต่อไปอีก 10 นาที จึงยกลงเก็บสารละลายที่ได้ไว้ในขวดแก้วสีชา ที่มีฝา ปิดทันทีที่เย็น

4.2 Boric acid indicator solution : ละลายกรด H_3BO_3 จำนวน 40 กรัม ในน้ำร้อน 70 มล. เมื่อสารละลายเย็นจึงถ่ายลงใน volumetric flask ขนาด 1 ลิตร ซึ่งมี 200 มล. Ethanol และ 20 มล. ของ mixed indicator บรรจุอยู่ (mixed indicator เตรียมได้โดยสารละลาย 0.330 กรัม bromocresol green และ 0.165 กรัม methyl red ใน

ผู้บันทึก :	ลายเซ็น :
หัวหน้าหน่วย :	วันที่ตรวจ :

ภาควิชา	Standard Operation Procedure		หน้า :
ทรัพยากรดินและ	เอกสารหมายเลข : plant analysis 001	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่
สิ่งแวดล้อม, แม่ใจ	เรื่อง : การวิเคราะห์ไนโตรเจน (N) ในพืช		File : plant analy 001

ethanol จำนวน 500 มล.) หลังจากผสมสารละลายใน flask ให้เข้ากันแล้วค่อย ๆ เติม 0.05 N NaOH ลงไปจนกระทั่งพบว่า เมื่อนำสารละลายนี้ 1 มล. มาผสมกับน้ำ 1 มล. สารละลายจะเปลี่ยนจากสีชมพูอมม่วงเป็นสีเขียว ปริมาณของสารละลายด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร : 1 ลิตร เขย่าสารละลายใน flask ให้เข้ากัน

4.3 40 % NaOH : สารละลาย NaOH จำนวน 400 กรัม ในน้ำกลั่น 600 มล. (ควรทำใน hood) ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

4.4 Standard 0.01 N H_2SO_4

๖. ตัวอย่าง : พืชที่เอาแห้งแล้ววัดด้วยเครื่องบดผ่านตะแกรง 20-40 เมช.

6. วิธีการ

6.1 การย่อยสลายตัวอย่างพืช

ชั่งตัวอย่างพืชจำนวน 0.2 กรัม ลงในหลอด test tube ขนาด 75 มล. เติม H_2SO_4 - Na_2SO_4 - Se mixture (digestion mixture) ลงไป 5 มล. แล้วนำไป digest บน digestion apparatus ภายใต้ fume hood ควบคุมอุณหภูมิของเครื่อง digest ให้อยู่ในช่วง $360-400^{\circ}C$ ย่อยสลายตัวอย่างพืชจนได้สารละลายใส จึงยกลงทิ้งไว้ให้เย็น ปรับปริมาตรเป็น 50 มล. ด้วยน้ำกลั่น เขย่าสารละลายให้เข้ากัน กรองเก็บสารละลายที่กรองได้ไว้ในขวดพลาสติก ขนาด 100 มล. ที่มีฝาปิด ควรทำ blank พร้อมตัวอย่างด้วย

6.2 การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน

ไปเตร็ดสารละลาย (aliquot) ที่ได้จากการ digest พืช (H_2SO_4 - Na_2SO_4 - Se mixture) จำนวน 10 มล. ใส่ลงใน distillation flask เติม 40% NaOH ลงไป 6 มล. แล้วทำการกลั่นไนโตรเจนที่อยู่ในรูป $(NH_4)_2SO_4$ จะถูกเปลี่ยนไปเป็นแอมโมเนีย เก็บแอมโมเนียที่กลั่นได้ซึ่งออกมาในรูปของแอมโมเนียไฮดรอกไซด์ ในสารละลาย Boric acid indicator 10 มล. กลั่นจนกระทั่งสารละลายใน flask ซึ่งบรรจุ Boric acid indicator มีปริมาตรราว 50 มล. Titrate สารละลายที่กลั่นได้นี้ด้วย Standard 0.01 N H_2SO_4 ทำ Blank พร้อมตัวอย่าง

ผู้บันทึก :	ลายเซ็น :
หัวหน้าหน่วย :	วันหมดอายุ :

ภาควิชา	Standard Operation Procedure		หน้า :
ทรัพยากรดินและ สิ่งแวดล้อม, แม่โจ้	เอกสารหมายเลข : plant analysis 001	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่
	เรื่อง : การวิเคราะห์ไนโตรเจน (N) ในพืช		File : plant analy 001

7. การคำนวณ :

$$\% \text{ N ในพืช} = \frac{(Vs-Vbl) \times N \cdot \text{H}_2\text{SO}_4 \times 0.014 \times 50 \times 100}{W \times \text{ปริมาณที่ใช้}}$$

- เมื่อ Vs = ปริมาณที่ใช้ได้ผลของตัวอย่างพืช (มล.)
Vbl = ปริมาณที่ใช้ได้ผลของ blank (มล.)
N. H₂SO₄ = ความเข้มข้นของกรด H₂SO₄ (N)
W = น้ำหนักของตัวอย่างพืช (กรัม)

ผู้บันทึก :

หัวหน้าหน่วย :

ลายเซ็น :

วันหมดอายุ :

ภาควิชา ทรัพยากรดินและ สิ่งแวดล้อม, แม่โจ้	Standard Operation Procedure		หน้า:
	เอกสารหมายเลข : soil analysis 005	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่
	เรื่อง : การวิเคราะห์หาอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter ; O.M)		File : soil analy 005

1. ขอบข่าย : เป็นการหาอินทรีย์วัตถุ โดยใช้วิธีของ Walkley and Black

2. หลักการ

อินทรีย์วัตถุในดินประกอบด้วย ซากพืช ซากสัตว์ และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่สลายตัวทับถมอยู่ในดิน รวมทั้ง humus ในดิน เซลล์ของจุลินทรีย์ต่าง ๆ และสารประกอบต่าง ๆ ที่จุลินทรีย์สังเคราะห์ขึ้น รวมทั้งสารประกอบที่คาร์บอนอื่น ๆ ดังนั้นการหาปริมาณอินทรีย์วัตถุจึงนิยามหาในรูปของปริมาณคาร์บอนแล้วจึงคำนวณกลับเป็นอินทรีย์วัตถุเป็นส่วนใหญ่ โดยทั่วไปอินทรีย์วัตถุจะมี organic carbon อยู่ 58% โดยน้ำหนัก การวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนมี 2 วิธี คือ

1. Dry combustion เป็นการเผาไหม้ให้คาร์บอนในอินทรีย์วัตถุเปลี่ยนเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แล้ววัดปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นและนำมาคำนวณกลับเป็นอินทรีย์วัตถุ

2. Wet oxidation เป็นวิธีการใช้สารบางอย่างไป oxidized คาร์บอนให้เป็น คาร์บอนไดออกไซด์ด้วย $K_2Cr_2O_7$ และ H_2SO_4 ที่มากเกินพอ แล้ววัดปริมาณสาร $Cr_2O_7^{2-}$ ที่เหลือจากการ oxidized โดยการ titrate กับ reducing agent (Ferrous sulfate) แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน โดยถือว่าน้ำหนักกรัมสมมูลย์ของคาร์บอนที่ถูก oxidized = 3

Wet oxidation ที่นิยมใช้กันคือ วิธีของ Walkley and Black ซึ่งมี percent recovery เท่ากับ 77 เปอร์เซ็นต์

3. เครื่องมือและอุปกรณ์

- 3.1 ขวดชมพู 250 มล.
- 3.2 บิวเรต 25 มล.
- 3.3 สแตนดาร์ด และที่ยัดบิวเรต
- 3.4 ไวลูมเมตริกฟลาสค์ 100 มล. , 1000 มล.
- 3.5 ไวลูมเมตริกปิเปต 10 มล.
- 3.6 กระบอกตวง 10 มล. , 20 มล. , 250 มล.
- 3.7 เครื่องชั่งละเอียดหคนิยม 4 ตำแหน่ง

ผู้บันทึก :	ลายเซ็น :
หัวหน้าหน่วย :	วันที่ทดสอบ :

ภาควิชา	Standard Operation Procedure		หน้า :
ทรัพยากรดินและ สิ่งแวดล้อม.	เอกสารหมายเลข : soil analysis 005	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่
แม่ใจ	เรื่อง : การวิเคราะห์หาอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter ; O.M)		File : soil analy 005

4. สารเคมี

4.1 สารละลายโพตัสเซียมไดโครเมต 1 นอร์มอล (Potassium dichromate solution, $K_2Cr_2O_7$ 1 N) : ละลาย $K_2Cr_2O_7$ (reagent grade) ที่อบที่ 105° ช นาน 2 ชั่วโมง จำนวน 49.04 กรัมในน้ำกลั่น เติลงในโวลูมเมตริกฟลาสค์ ขนาด 1000 มล แล้วทำให้เป็นปริมาตรทั้งหมด 1 ลิตร

4.2 กรดซัลฟูริกเข้มข้น, H_2SO_4

4.3 สารละลายเฟอร์รัสซัลเฟต 0.5 นอร์มอล : ละลาย $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ (reagent grade) 140 กรัม ลงในน้ำกลั่น ปริมาณ 600 มล. เติม H_2SO_4 15 มล. ทั้งให้เย็น ปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

4.4 โดฟีแนนทรีน เฟอรัสซัลเฟต อินดิเคเตอร์ (O-phenanthroline ferrous sulfate indicator, 0.025 M) : ละลายโอฟีแนนทรีน 1.48 กรัม และเฟอร์รัสซัลเฟต ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) 0.70 กรัม ในน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้เป็น 100 มล.

5. ตัวอย่าง : ดินแห้งที่บดร่อนผ่านตะแกรง 0.5 มม.

6. วิธีการ

6.1 ชั่งตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรง 0.5 มม. จำนวน 0.5-2 กรัม (ทั้งนี้แล้วแต่ตัวอย่างดินจะมีอินทรีย์วัตถุ มากหรือน้อย) ใส่ในขวดชมพู 250 มล. บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน

6.2 เติม $K_2Cr_2O_7$ 1 N จำนวน 10 มล. โดยใช้โวลูมเมตริกปิเปต เขย่าขวดเบา ๆ

6.3 เติม H_2SO_4 เข้มข้นจำนวน 20 มล. ลงไปอย่างรวดเร็ว เขย่าขวดชมพูเบา ๆ เพื่อให้เข้ากันดีกับดินผสมเข้ากัน ดีประมาณ 1-2 นาที (ควรเติมกรดในตู้ดูดควัน) แล้วตั้งทิ้งไว้ให้ทำปฏิกิริยากัน 30 นาที

6.4 เติมน้ำกลั่น 50 มล. นำไปไตเตรตกับเฟอร์รัสซัลเฟต 0.5 นอร์มอล โดย

หยดกลินดิเคเตอร์ลงไป 4-5 หยด เขย่าขวดชมพู นำไปไตเตรตทันที โดยใช้วิธี ทิวเน็ต สีของสารละลายจะ ค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีเขียวและเข้มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อถึงจุดสมมูลย์ สารละลายจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลปนแดง

6.5 ทำ blank ตามข้อ 2 ข้อ 4 โดยไม่ใส่ดินอีก 2 ขวด เพื่อหาความเข้มข้นที่แท้จริงของเฟอร์รัสซัลเฟต บันทึก ปริมาตรที่เข้า แล้วนำมาคำนวณหาความเข้มข้นโดยใช้สูตร

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

เมื่อ N_1 = ความเข้มข้นของ $K_2Cr_2O_7$ ที่ใช้
 V_1 = ปริมาตรของ $K_2Cr_2O_7$ ที่ใช้
 N_2 = ความเข้มข้นของ $FeSO_4$ ที่ใช้ titrate

ผู้บันทึก :	ลายเซ็น :
หัวหน้าหน่วย :	วันหมดอายุ :

ภาควิชา	Standard Operation Procedure		หน้า :
ทรัพยากรดินและ สิ่งแวดล้อม, แม่โจ้	เอกสารหมายเลข : soil analysis 005	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่
	เรื่อง : การวิเคราะห์หาอินทรียวัตถุ (Organic Matter ; O.M)		File : soil analy 005

V2 = ปริมาตร FeSO₄ ที่ใช้ titrate

6.6 ถ้าสารละลายในขวดชมพูเป็นสีแดง ก่อนถูกไตเตรทหรือไตเตรทแล้ว ใช้เฟอริลซัลเฟต จำนวน 1-4 มล. ควรจะทำการวิเคราะห์ใหม่ โดยลดปริมาณตัวอย่างดินให้น้อยลง

7. การคำนวณ :

คำนวณหาปริมาณอินทรียวัตถุในดิน โดยใช้สูตร

$$\% \text{ organic carbon} = \frac{(m\text{eK}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - m\text{fFeSO}_4) 0.003 \times 100 \times 1.33}{\text{น้ำหนักดิน (กรัม)}} \times \text{MF}$$

หรือ
$$\% \text{ organic carbon} = \frac{[(m\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times N\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) - (m\text{fFeSO}_4 \times N\text{FeSO}_4)] \times 0.003 \times 100 \times 1.33}{\text{น้ำหนักดิน (กรัม)}} \times \text{MF}$$

$$\% \text{ Organic carbon} = \frac{(10 \times 1) - (V \times N\text{FeSO}_4) \times 0.399}{\text{น้ำหนักดิน (กรัม)}} \times \text{MF}$$

$$\% \text{ Organic matter} = \% \text{ organic carbon} \times 1.72$$

- เมื่อ
- V = ปริมาตรของ FeSO₄ ที่ใช้ titrate (มล.)
 - N.FeSO₄ = ความเข้มข้นที่แท้จริงของ FeSO₄
 - 0.003 = น้ำหนักของ one equivalent carbon(g)
 - 1.33 = oxidation factor
 - MF = moisture factor

ผู้บันทึก :	ลายเซ็น :
หัวหน้าหน่วย :	วันหมดอายุ :

งานวิเคราะห์ และสิ่งแวดล้อม ภวพ.ภก	Standard Operation Procedure		หน้า : 1/2
	เอกสารหมายเลข : Meth_soil 001	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่ 1 ตุลาคม 2546
	เรื่อง : การวัด pH ของดินในน้ำ		File : Meth_soil 001

1. ขอบข่าย : เป็นการวัดความเป็นกรด-ด่างของดิน (ค่า pH) โดยทำให้ตัวอย่างดินเป็นสารแขวนลอยในน้ำ และวัดสารแขวนลอยด้วย pH electrode ซึ่งเปรียบเทียบกับค่าความเป็นกรด-ด่างกับสารละลายบัฟเฟอร์

2. เอกสารที่เกี่ยวข้อง :

2.1 อ้างอิง :

2.2 SOP อื่นที่เกี่ยวข้อง :

3. หลักการ

การวัดความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) เป็นการวัดความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนในสารละลายดิน ค่า pH ของดินมีค่าตั้งแต่ 1-14 ถ้า pH 7 ถือว่าเป็นกลาง pH < 7 เป็นกรด และ pH > 7 เป็นด่าง ค่า pH ของดินเป็นค่าที่บ่งชี้ความเป็นกรด-ด่างของดิน ซึ่งค่านี้จะมีผลต่อกระบวนการทางเคมีและชีวภาพในดิน ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช วิธีวัด pH ของดินทำได้โดยทำให้ตัวอย่างดินเป็นสารแขวนลอยในน้ำ และวัด pH ของสารแขวนลอยด้วย pH electrode ซึ่งเปรียบเทียบกับค่าความเป็นกรด-ด่างกับสารละลายบัฟเฟอร์

4. เครื่องมือและอุปกรณ์

4.1 ปีกเกอร์ขนาด 50 มล.

4.2 แท่งแก้วสำหรับคน

4.3 กระดาษกรอง

4.4 ขวดน้ำกลั่น

4.5 ซ้อนตักสาร

4.6 เครื่อง pH meter

4.7 เครื่องชั่ง

5. สารเคมี

5.1 สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน pH 4.0, 7.0 และ 10.0 (Standard buffer solution pH 4.0, 7.0 and 10.0)

6. ตัวอย่าง

6.1 ดินแห้งที่บดร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มม.

7. วิธีการ

7.1 ชั่งดิน 10 กรัม ลงในปีกเกอร์ขนาด 50 มล.

7.2 เติมน้ำกลั่น 10 มล. ใช้แท่งแก้วคนให้ดินและน้ำเข้ากัน ทิ้งไว้ 30 นาที ในขณะที่ยางวัดดินอีก 1 ครั้ง

7.3 คนอีก 1 ครั้ง ก่อนนำไปวัดค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter (วิธีการใช้เครื่อง pH meter ดูในเอกสารวิธีการใช้เครื่อง

pH meter)

8. การคำนวณ : ไม่มี

ผู้บันทึก : นางสาวศิริวัลย์ บุญสุข	ลายเซ็น :
หัวหน้าหน่วย : ดร. นันทนา ชื่นนิยม	วันหมดอายุ :

งานวิเคราะห์	Standard Operation Procedure		หน้า : 2/2
และสิ่งแวดล้อม	เอกสารหมายเลข : Meth_soil 001	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่ 1 ตุลาคม 2546
ศพ.มก	เรื่อง : การวัด pH ของดินในน้ำ		File : Meth_soil 001

9. ค่าที่ได้ :

10. รายงานผล :

11. เอกสารอ้างอิง :

กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน. กองวิชาวิทยา. กรมวิชาการเกษตร. 2544. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด กรุงเทพฯ. หน้า 1-3.

โครงการจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช. 2546. เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง ความรู้พื้นฐานการวิเคราะห์ดิน. หน้า 20-22.

Bock, R. 1999. Soil Analysis Handbook of Reference Methods. Soil and Plant Analysis Council, Inc. CRC Press, USA. p.27-28.

ผู้บันทึก : นางสาวศิริวัลย์ บุญสุข	ลายเซ็น
หัวหน้าหน่วย : ดร. นันทนา ชื่นกิม	วันหมดอายุ :

งานวิเคราะห์ และสิ่งแวดล้อม ภาพ.มก	Standard Operation Procedure		หน้า : 1/4
	เอกสารหมายเลข : App001	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่ 29 มกราคม 2546
	เรื่อง : การใช้เครื่อง pH meter รุ่น Cyberscan pH-510		File : App 001

1. วัตถุประสงค์

เพื่อใช้เครื่อง pH meter Cyberscan pH 510 ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

2. หลักการ

การวัด pH เป็นการวัดค่าความแตกต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างสารละลายที่นำมาวัดและสารละลายอิเล็กโทรไลต์ KCl ที่อิ่มตัวที่ปลายขั้วเคล็ดเรตต์ ซึ่งเป็นการวัดแบบสัมพัทธ์ ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบสารละลายทั้งสอง อุณหภูมิ และรูปทรงเรขาคณิตของขั้ววัดจุดเชื่อมต่อกันที่ใช้ ดังนั้นก่อนการใช้ pH meter จึงต้อง calibrate และปรับด้วยสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานที่ทราบค่า pH

3. คุณสมบัติเฉพาะ

- หัววัดอิเล็กโตรดแบบพลาสติกชนิดที่มีระบบอ้างอิงอยู่ภายใน
- สามารถวัดค่า (Range) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ได้ตั้งแต่ 0.00 ถึง 14.00 pH
ค่าความต่างศักย์ (mv) ได้ตั้งแต่ -2000 ถึง +2000 mv
ค่าอุณหภูมิ (Temperature) ได้ตั้งแต่ 0.0 °C ถึง 100.0 °C
- ค่าความละเอียด (Resolution) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) 0.01 pH
ค่าความต่างศักย์ (mv) เป็น 0.1 mv ภายในช่วง ± 200 mv
1 mv ภายนอกช่วง ± 200 mv
ค่าอุณหภูมิ (Temperature) เป็น 0.1 °C

4. SOP อื่นที่เกี่ยวข้อง

5. ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความปลอดภัย : ไม่มี

6. วิธีการใช้งาน

6.1. หลักการ

การ standardize หรือการ calibrate เครื่อง pH meter นั้นมี 2 ขั้นตอน เดิมทีค่าที่เที่ยงมาจากค่าที่วัดได้ (ค่าจริง) จากสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานถูกแก้ไข (ชดเชย) ทางอิเล็กทรอนิกส์แล้ว ขั้นแรก จะให้สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน pH 7 ส่วนขั้นที่ 2 อาจใช้สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานที่มี pH ต่ำกว่า (pH 4) หรือ pH สูงกว่า (pH9 หรือ 10) ขึ้นอยู่กับช่วงค่าที่ต้องการที่จะวัด

6.2. วัสดุ

- หัววัดอุณหภูมิ

6.3. สารเคมี

ผู้บันทึก : นางสาวศิริวัลย์ บุญสุข	ลายเซ็น :
หัวหน้าหน่วย : ดร. นันทนา ชื่นอิม	ทั้งหมดภายใน

งานวิเคราะห์ และสิ่งบวกล้วน สภาพ.บค	Standard Operation Procedure		หน้า : 2/4
	เอกสารหมายเลข : App001	พิมพ์ครั้งที่ : I	วันที่ 29 มกราคม 2546
	เรื่อง : การใช้เครื่อง pH meter รุ่น Cyberscan pH 510		File : App 001

สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน pH 4.01, 7.00 และ 10.00 (Standard buffer solution pH 4.01, 7.00 and 10.00) ใช้
สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานสำเร็จรูป

6.4 ข้อควรระวัง

- อิเล็กโทรดต้องแช่อยู่ในสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานหรือน้ำประปา (ห้ามแช่ในน้ำกลั่น)
- สารละลายอ้างอิงที่บรรจุอยู่ในอิเล็กโทรดขณะทำการวัดควรอยู่สูงกว่าสารละลายที่กำลังวัด

6.5 ความถูกต้อง

ค่า pH ค่าที่ได้ทศนิยม 2 ตำแหน่ง ดังนั้นการ calibrate หรือ standardize และการเลือกใช้สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานจึงต้องคำนึงถึงทศนิยมถึง 2 ตำแหน่งด้วย ในการวัด pH ของสารละลายแขวนลอยของดินและสารสกัดค่าทศนิยมตำแหน่งที่ 2 จะไม่รายงาน

6.6 การเริ่มการใช้งาน

- ซ่อหัววัดอิเล็กโทรด pH หัววัดอุณหภูมิและขั้วต่อแหล่งกำเนิดไฟฟ้าเข้ากับเข้าเสียบของเครื่อง
- เสียบปลั๊กไฟ กดปุ่ม "ON/OFF" เพื่อเปิดเครื่อง

6.7 การ calibrate แบบสองจุด (ชดเชยอุณหภูมิแบบอัตโนมัติ)

ควร calibrate เครื่องวัดเป็นประจำ โดยเฉพาะงานที่ต้องการความถูกต้องสูง ซึ่งเราจะต้อง calibrate ก็ต่อเมื่อ

1. เปลี่ยนหัววัด pH หรือวัดอุณหภูมิ
2. อย่างน้อยเดือนละครั้ง
3. หลังจากทดสอบกับสารเคมีที่มีความเข้มข้นสูง
4. เมื่อต้องการความถูกต้องสูง

การ calibrate แบบสองจุดจะได้ผลที่ถูกต้องมากกว่าแบบหนึ่งจุด (โดยที่จะ calibrate จุดหนึ่งหรือค่าที่จะวัดและอีกจุดหนึ่งที่อยู่ที่ค่าที่จะวัด) แนะนำให้ใช้สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน pH 7 ก่อน

ขั้นตอนการ calibrate

1. กดปุ่ม "ON/OFF" เพื่อเปิดเครื่อง
2. หากหน้าจอไม่ได้อยู่ที่โหมดการวัดค่า pH ให้กดปุ่ม MODE เพื่อเลือกโหมดการวัด pH
3. ดำงอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่นหรือสารละลายสำหรับล้าง (ไม่ควรใช้ผ้าเช็ดอิเล็กโทรดให้แห้ง เพราะอาจทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตย์ที่ผิวของอิเล็กโทรด)
4. จุ่มอิเล็กโทรดและหัววัดอุณหภูมิลงในน้ำยาบัฟเฟอร์ 7.00 แล้วคนสักครู่
5. ต้องจุ่มอิเล็กโทรดให้ลึกประมาณ 4 ซม. หรือ 1.5 นิ้ว และต้องให้หัววัดอุณหภูมิ อยู่ในโคลิไซด์อิเล็กโทรดมากที่สุด เมื่อจุ่มอิเล็กโทรดลงในบัฟเฟอร์ เครื่องวัดจะแจ้งให้ผู้ใส่ทราบถึงผลการวัดที่หน้าจอแล้วหลัก

ผู้บันทึก : นางสาวศิริวัลย์ บุญสุข	ลายเซ็น :
หัวหน้าหน่วย : ดร.นันทนา ชินอิม	วันหมดอายุ :

งานวิเคราะห์ และสิ่งแวดล้อม สวพ.มก	Standard Operation Procedure		หน้า : 3/4
	เอกสารหมายเลข : App001	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่ 29 มกราคม 2546
	เรื่อง : การใช้เครื่อง pH meter รุ่น Cybersean pH 510		File : App 001

6. กดปุ่ม CAL/MEAS จะเห็นเครื่องหมาย "CAL" และเครื่องวัดยังคงแจ้งให้ผู้ใช้ทราบถึงผลการวัดที่หน้าจอ แฉกหลักและบรรทัดที่สองจะแสดงค่า "pH 7.00"
7. รอจนค่าที่อ่านได้คงที่ ที่จอ LCD จะปรากฏเครื่องหมาย "READY"
8. หากค่าของบัฟเฟอร์ที่ถูกเลือก แตกต่างจากค่าที่วัด เงินว่าระบบจะแสดงปรากฏผลของบัฟเฟอร์
9. ERR และดูอิเล็กทรอนิกส์ที่กดปุ่ม ENTER
10. กดปุ่ม "ENTER" เพื่อยืนยันค่าที่ได้จากการ calibrate ที่แฉกหลักจะปรากฏค่าการ calibrate ซึ่งค่าที่เครื่องได้จากการ calibrate ที่สารละลายมาตรฐานเดียวกับที่ปรากฏที่หน้าจอบรรทัดที่ 2
11. ที่หน้าจอบรรทัดที่สองจะเปลี่ยนไปสู่ค่า pH 4.01 โดยอัตโนมัติ เพื่อ calibrate จุดต่อไป
12. ล้างหัววัดแล้วจุ่มหัววัด pH ลงในน้ำยาคบัฟเฟอร์ตัวที่ 2 (pH 4.01 หรือ 10.01) เลือกค่าของบัฟเฟอร์ตัวที่สอง โดยการกดปุ่มลูกศร ▼ หรือ ▲
13. รอจนค่าคงที่และจอ LCD แสดงข้อความ "READY"
14. กดปุ่ม "ENTER" เพื่อยืนยันค่าที่ได้จากการ calibrate เครื่องได้รับการ calibrate ที่สารละลายมาตรฐานเดียวกับที่ปรากฏที่หน้าจอบรรทัดที่ 2
15. ที่หน้าจอบรรทัดที่สองจะเปลี่ยนไปสู่ค่าบัฟเฟอร์ตัวที่ 3
16. กดปุ่ม "CAL/MEAS" เพื่อกลับเข้าสู่ขั้นตอนการวัดค่า ซึ่งจะออกไปสู่โหมดการวัด "MEAS" ซึ่งคำว่า "MEAS" จะปรากฏที่หน้าจอ LCD ส่วนบนตรงกลาง ส่วนคำว่า "ATC" จะปรากฏที่มุมล่างด้านขวาเพื่อแสดงว่ามีการชดเชยอุณหภูมิแบบอัตโนมัติ

6.8 การวัดค่า (การชดเชยอุณหภูมิแบบอัตโนมัติ)

การวัดค่าโดยมีการชดเชยอุณหภูมิแบบอัตโนมัติต้องใส่หัววัดอุณหภูมิติดกับเครื่องทุกครั้ง เครื่อง "ATC" จะปรากฏที่หน้าจอ เมื่อวัดค่าอุณหภูมิสารละลายนั้น จะถูกบันทึกและถูกชดเชยค่า

1. หลังจาก calibrate แล้วใช้น้ำกลั่นหรือน้ำประปาล้างอิเล็กทรอนิกส์ก่อนการวัดซ้ำ
2. จุ่มอิเล็กทรอนิกส์และหัววัดอุณหภูมิลงในสารตัวอย่างที่ต้องการวัดให้ลึกอย่างน้อย 4 ซม. หรือให้ท่วมาระเปาะส่วนปลายหัววัด คนในสารละลายตัวอย่างเบาๆ

3. หลังจากนั้นรอประมาณ 1-2 นาทีเพื่อให้ค่าที่วัดได้คงที่ เมื่อค่าที่อ่านคงที่จะปรากฏคำว่า "READY" ที่หน้าจอ LCD หากค่าที่อ่านได้คงที่ภายในช่วงการวัด ± 0.01 pH หน้าจอ LCD จะปรากฏคำว่า "READY" ที่มุมบนด้านซ้ายของหน้าจออ่านค่าที่วัดได้

7. การดูแลรักษา

การเก็บ-ควรเก็บปลายาระเปาะอิเล็กทรอนิกส์ให้เบียดเสมอกัน ขอแนะนำให้เก็บในสารละลายสำหรับเก็บรักษา (Storage solution) การเก็บในสารละลายบัฟเฟอร์และน้ำประปาไม่ได้เช่นกัน แต่ห้ามเก็บในน้ำกลั่น

ผู้บันทึก : นางสาวศิริวัลย์ บุญสุข	ลายเซ็น : _____
หัวหน้าหน่วย : ดร.นันทนา ชื่นกิม	วันหมดอายุ : _____

งานวิเคราะห์ และสิ่งแวดล้อม สุขภาพ	Standard Operation Procedure		หน้า : 4/4
	เอกสารหมายเลข : App001	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่ 29 มกราคม 2546
	เรื่อง : การใช้เครื่อง pH meter รุ่น Cyberscan pH 510		File : App-001

หลังการใช้งาน-ควรมีล้างหัวอิเล็กโทรดในน้ำกลั่นและเก็บไว้ในสารละลายดังกล่าวข้างต้น

เอกสารอ้างอิง

- คู่มือการใช้เครื่องวัดกรด-ด่าง/ความต่างศักย์/อุณหภูมิสำหรับห้องปฏิบัติการ รุ่นไซเบอร์สแกน พี เลข 510

ผู้บันทึก : นางสาวศิริวัลย์ บุญสุข	ลายเซ็น : _____
หัวหน้าหน่วย : ดร. นันทนา ชื่นชื่น	วันหมดอายุ : _____

งานวิเคราะห์ และสิ่งแวดล้อม สวพ.มก	Standard Operation Procedure		หน้า : 1/3
	เอกสารหมายเลข : Meth_soil 006	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่ 1 ตุลาคม 2545
	เรื่อง : การวิเคราะห์ เหล็ก (Fe), ทองแดง (Cu), แมงกานีส (Mn) และสังกะสี (Zn) ในดิน		File : Meth_soil 006

1. ขอบข่าย : วิเคราะห์ เหล็ก (Fe), ทองแดง (Cu), แมงกานีส (Mn) และสังกะสี (Zn) ในดินโดยใช้รีเอเจนต์ DTPA สกัด

2. เอกสารที่เกี่ยวข้อง :

2.1 อ้างอิง :

2.2 SOP อื่นที่เกี่ยวข้อง :

3. หลักการ

การสกัดจุลธาตุ เหล็ก (Fe), ทองแดง (Cu), แมงกานีส (Mn) และสังกะสี (Zn) โดยใช้ DTPA สกัด (Diethylenetriaminepenta acetic acid, DTPA) นอกจากจะสกัดจุลธาตุเหล่านี้ได้แล้วยังได้สกัดธาตุอาหารอื่นๆได้อีกด้วยคือ แคดเมียม (Cd) และนิกเกิล (Ni) โดยที่ DTPA จะทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนที่มีความเสถียร TEA (Triethanolamine) ที่ pH 7.3 จะทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ป้องกันไม่ให้เกิดเหล่านี้ออกมา และ CaCl_2 จะเป็นตัวช่วยลดการละลายของ carbonate ion (CO_3^{2-}) ในดินที่เป็นด่างจัด (Calcareous soil)

4. เครื่องมือและอุปกรณ์

4.1 ขวดจุ่มพู่ขนาด 125 มล.

4.2 ขวดวัดปริมาตร

4.3 กรวยกรองพร้อมกระดาษกรอง No 5

4.4 auto pipette

4.5 เครื่องชั่ง

4.6 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)

4.7 เครื่อง Atomic absorption spectrophotometer

4.8 เครื่องแช่เย็น

5. สารเคมี

5.1 ใช้น้ำสกัด DTPA (Diethylenetriaminepenta acetic acid, DTPA) ประกอบด้วย 0.006 M DTPA, 0.1 M TEA และ 0.01 M CaCl_2 ที่ pH 7.3 เตรียมโดย ละลาย DTPA 1.96 กรัม TEA 14.92 กรัม (หรือใช้ 14.9 มล. TEA) และ $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1.47 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร จากนั้นปรับ pH ให้เท่ากับ 7.3 เก็บในขวดพลาสติก

5.2 สารละลายมาตรฐาน (Standard solution)

- stock standard Fe, Cu, Mn และ Zn 1000 ppm ใช้ commercial standard

ผู้บันทึก : นางสาวศิริวัลย์ บุญสุข	ลายเซ็น :
หัวหน้าหน่วย : ดร.นันทนา สีนลิ้ม	วันหมดอายุ :

งานวิเคราะห์ และสิ่งแวดล้้อม สวท.มก	Standard Operation Procedure		หน้า : 2/3
	เอกสารหมายเลข : Meth soil 006	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่ 1 ตุลาคม 2545
	เรื่อง : การวิเคราะห์ เหล็ก (Fe), ทองแดง (Cu), แมงกานีส (Mn) และสังกะสี (Zn) ในดิน		File : Meth_soil 006

- Intermediate standard Fe, Cu, Mn และ Zn 100 ppm โดยการปิเปต stock standard ของธาตุแต่ละตัว ปริมาณ 2.5 มล ลงในขวดขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มล. จากนั้นปรับปริมาตรเป็น 25 มล. ด้วยน้ำกลั่น (เตรียมแยกแต่ละธาตุ) จากนั้นจึงเตรียม working standard ความเข้มข้นธาตุต่าง ดังนี้

- เตรียม working standard Fe ความเข้มข้น 0-8 ppm
- เตรียม working standard Cu ความเข้มข้น 0-8 ppm
- เตรียม working standard Mn ความเข้มข้น 0-3 ppm
- เตรียม working standard Zn ความเข้มข้น 0-1 ppm

การเตรียม working standard เตรียมโดยปิเปต Intermediate standard ของธาตุแต่ละตัวที่ต้องการจะเตรียมปริมาณ ตามตารางลงในขวด volumetric flask ขนาด 50 มล. แล้วปรับปริมาตร เป็น 50 มล. ดังก 1 DTPA

ความเข้มข้น, ppm	ปริมาตร Intermediate standard Fe (100 ppm), μ l
0	0
2.0	1000
4.0	2000
6.0	3000
8.0	4000

ความเข้มข้น, ppm	ปริมาตร Intermediate standard Cu (100 ppm), μ l
0	0
2.0	1000
4.0	2000
6.0	3000
8.0	4000

ความเข้มข้น, ppm	ปริมาตร Intermediate standard Mn (100 ppm), μ l
0	0
0.5	250
1.0	500
2.0	1000
3.0	1500

ความเข้มข้น, ppm	ปริมาตร Intermediate standard Zn (100 ppm), μ l
0	0
0.2	100
0.4	200
0.6	300
1.0	500

8. ตัวอย่าง

8.1 ดินแห้งที่เตรียมผ่านตะแกรงขนาด 2 มม.

ผู้บันทึก : นางสาวศิริวัลย์ บุญสุข	ลายเซ็น :
หัวหน้าหน่วย : ดร.นันทนา ชื่นชื่น	วันหมดอายุ :

งานวิเคราะห์ และสิ่งแวดล้อม ศพ.มก	Standard Operation Procedure		หน้า : 3/3
	เอกสารหมายเลข : Meth_soil 006	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่ 1 ตุลาคม 2545
	เรื่อง : การวิเคราะห์ เหล็ก (Fe), ทองแดง (Cu), แมงกานีส (Mn) และสังกะสี (Zn) ในดิน		File : Meth soil 006

7. วิธีการ

7.1 ชั่งดิน 25 กรัม (บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน) ลงในขวดชมพูขนาด 125 มล. โดยทำ blank และตัวอย่างข้างอิงไปพร้อมกันด้วย

7.2 เติมน้ำยาสกัด DTPA จำนวน 50 มล. ปิดฝาให้สนิทด้วย foil

7.3 เขย่าด้วยเครื่องเขย่า นาน 2 ชม. จากนั้นนำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5

7.4 นำสารละลายที่กรองได้ไปอ่านค่า เหล็ก (Fe), ทองแดง (Cu), แมงกานีส (Mn) และสังกะสี (Zn) ด้วยเครื่อง AAS และอ่านค่าสารละลายมาตรฐานเทียบไปด้วย

8. การคำนวณ :

$$\text{ปริมาณธาตุ (mg/kg soil)} = \frac{(X-b) \times 50 \times d.f}{W}$$

X = ความเข้มข้นธาตุในสารละลายตัวอย่าง , ppm

b = ความเข้มข้นธาตุในสารละลาย blank , ppm

d.f = dilution factor

W น้ำหนักตัวอย่าง (g)

9. ค่าที่ใช้ได้ :

10. รายงานผล :

11. เอกสารอ้างอิง :

กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน, กองวิจัยวิทยา, กรมวิชาการเกษตร, 2544. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด กรุงเทพฯ. หน้า 71-75.

โครงการจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช, 2545. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการ เรื่อง วิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืชเพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของประเทศไทย. หน้า 60-66.

Beck, R. 1999. Soil Analysis Handbook of Reference Methods. Soil and Plant Analysis Council, Inc. CRC Press, USA. p. 117-131.

ผู้บันทึก : นางสาวศิริวิมล บุญสุข	ลายเซ็น :
หัวหน้าหน่วย : ดร.นันทนา ชินฉิม	วันหมดอายุ :

งานวิเคราะห์ และสิ่งมวลอื่น สภาพ.มก	Standard Operation Procedure		หน้า : 1/5
	เอกสารหมายเลข : App003	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2546
	เรื่อง : การใช้เครื่อง Atomic absorption spectrophotometer รุ่น Unicam 929		File : App 003

1. วัตถุประสงค์

เพื่อใช้เครื่อง Atomic absorption spectrophotometer รุ่น Unicam 929 ได้ถูกต้องและแม่นยำ

2. หลักการ

เครื่อง Atomic absorption spectrophotometer เป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจหาธาตุอนินทรีย์ในตัวอย่างต่างๆ เช่น อาหาร น้ำ และดินเป็นต้น ด้วยการวัดการดูดกลืนแสงในรูปที่เป็นอะตอมอิสระ โดยมีหลักการคือเมื่อสารละลายได้รับความร้อนจะเกิดการแตกตัวเป็นอะตอมอิสระในระจกาศ ดังนั้นเมื่อผ่านคลื่นแสงเฉพาะธาตุนั้นๆจากแหล่งของแสงเข้าไป อะตอมของธาตุนั้นจะดูดกลืนแสงนั้น ความเข้มบางส่วนจะถูกดูดกลืนไปซึ่งขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของธาตุนั้นและวัดความเข้มของแสงที่ผ่านออกมา

3. คุณลักษณะเฉพาะ

4. SOP อันที่เกี่ยวข้อ

5. ข้อแนะนำ เกี่ยวกับความปลอดภัย

- ก่อนการจุดไฟควรตรวจสอบปริมาณน้ำที่อยู่ใน spray chamber ว่ามีอยู่หรือไม่
- แสงที่ออกมาจาก Hallow cathode lamp อาจมีอันตรายต่อตาและผิวหนัง ควรหลีกเลี่ยงอย่ามองโดยตรงหรือสัมผัส

6. วิธีการใช้งาน

6.1 หลักการ

หาปริมาณธาตุในตัวอย่างโดยการทำให้ธาตุหรือสารประกอบในตัวอย่างนั้นๆ แตกตัวเป็นอะตอมอิสระและผ่านคลื่นแสงเฉพาะธาตุนั้นๆ จากแหล่งกำเนิดแสง Hallow cathode lamp ธาตุอิสระจะดูดกลืนแสง และเมื่อวัดเทียบกับสารละลายมาตรฐานธาตุนั้นๆจะทำให้ทราบปริมาณได้

6.2 วัสดุ

- Hallow cathode lamp

6.3 สารเคมี

สารละลายมาตรฐานธาตุที่ต้องการวิเคราะห์

6.4 ข้อควรระวัง

ผู้บันทึก : นางสาวศิริวัลย์ บุญสุข	ลายเซ็น :
หัวหน้าหน่วย : ดร.วันทนา ชินฉิม	วงกลมตรา :

งานวิเคราะห์ และสิ่งควบคุม สภาพ.มก	Standard Operation Procedure		หน้า : 2/5
	เอกสารหมายเลข : App003	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2546
	เรื่อง : การใช้เครื่อง Atomic absorption spectrophotometer รุ่น Unicam 929		File : App 003

6.5 การเริ่มการใช้งาน

ลำดับการให้เครื่องมือ

1. การเปิดเครื่อง
2. การติดตั้ง Hollow cathode lamp
3. การตั้งค่าพารามิเตอร์ในการวัดตัวอย่าง
4. การจุด Flame
5. การวัดสารละลายมาตรฐานและตัวอย่าง
6. การปิดเครื่อง

จะกล่าวรายละเอียดในแต่ละหัวข้อดังนี้

1. การเปิดเครื่อง

- เปิดสวิตช์ breaker ของ hood และ air
- เปิดวาล์วที่หัวถังก๊าซ Acetylene โดยหมุนทวนเข็มนาฬิกา ความดันของก๊าซในถังไม่ควรต่ำกว่า 25 PSI และความดันของก๊าซในการใช้งานไม่ควรเกิน 12 PSI
- เปิดสวิตช์ breaker ของเครื่อง stabilizer ไปที่ on แล้วจึงกดปุ่ม reset (ปุ่มสีแดง)
- เปิดสวิตช์ของเครื่อง AAS หน้าจอเครื่องแสดง Initializing รอจนปรากฏคำว่า " Press the Home key " แล้วจึงกดปุ่ม Home

2. การติดตั้ง Hallow cathode lamp

เปิดฝาเครื่อง AAS ด้านหน้าจะเห็นแท่นหมุน (Turnot) เลือกตำแหน่ง lamp โดยหมุนแท่นจนตำแหน่งที่จะใส่ lamp อยู่ด้านนอก (ใกล้ผู้วิเคราะห์มากที่สุด) เตรียม lamp ของธาตุที่ต้องการวิเคราะห์ซึ่งจะขูดจับตัว lamp ระวังอย่าให้ส่วนเมื่อถูกส่วน window ใช้มือซ้ายหมุนให้ส่วนเบ้าเสียบของฐานของตำแหน่งที่จะใส่ lamp ให้อยู่ในตำแหน่ง unlock (หมุนขึ้น) จากนั้นค่อยๆนำ lamp ด้านที่มีขาเข้าหาแท่นเสียบของฐานโดยให้เสียบ (guide pin) ของ lamp ตรงกับร่องของเบ้าเสียบ เมื่อ lamp เสียบเข้าไปได้แล้ว เลื่อนขั้วให้ขั้วอยู่ในตำแหน่ง lock (หมุนลง) หมุนแท่นให้ lamp อยู่ในตำแหน่งที่จะวิเคราะห์

ผู้บันทึก : นางสาวศิริวิไล บุญสุข	ลายเซ็น :
หัวหน้าหน่วย : ดร. นันทนา ชินอิม	วันที่พิมพ์ :

งานวิเคราะห์ และสิ่งมวลล้น สวพ.มก	Standard Operation Procedure		หน้า : 3/5
	เอกสารหมายเลข : App003	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2546
	เรื่อง : การใช้เครื่อง Atomic absorption spectrophotometer รุ่น Unicam 929		File : App 003

3. การตั้งค่าพารามิเตอร์ในการวัดตัวอย่าง

หลังจากที่เปิดเครื่อง AAS แล้วหน้าจอปรากฏคำว่า Home ให้ กด Home จะปรากฏเมนู Home ซึ่งประกอบด้วย

1. System set up
2. Lamp set up
3. Optical set up
4. Flame set up
5. Analysis set up
6. Calibration set up

สามารถเลือกรายการในเมนู Home โดยเลื่อนลูกศร ขึ้น ลง ซ้าย หรือขวา ที่บนเครื่องจะให้แสงสว่างไปอยู่ที่รายการที่ต้องการ จากนั้นจึงกด enter เพื่อเลือกรายการที่เลือก กรณีนี้ให้เลือกเมนูแสงสว่างไปที่รายการที่ 2. Lamp set up จากนั้นกดปุ่ม enter เพื่อไม่ตั้งค่ากระแสแสง lamp กด enter ให้ดูตำแหน่งของ lamp ให้ตรงกันระหว่างหมายเลขของ lamp ที่หน้าจอกับหมายเลขตำแหน่งที่อยู่บนแท่นใส่ lamp ถ้าไม่ตรงให้เลื่อนแสงสว่างบนหน้าจอไปยังตำแหน่งที่ตรงกันการเลื่อนให้เลื่อนโดยใช้ลูกศรขึ้น หรือ ลง จากนั้นป้อนค่ากระแส lamp โดยกด enter แล้วป้อนตัวเลข (การปรับค่ากระแสไม่เกิน 80 % ของ current max ของแต่ละ lamp ที่ระบุไว้บน lamp หรือกล่องในคู่มือ)

- กดปุ่ม on/off เพื่อเปิด lamp ที่จิววิเคราะห์
- กด Next เพื่อเข้าไปตั้งค่า Optical set up
- กดปุ่ม enter เพื่อเลือกธาตุที่จะวิเคราะห์ จะปรากฏตารางธาตุ ให้เลือกธาตุที่จะวิเคราะห์โดยเลื่อนแสงสว่างไปยังสัญลักษณ์ธาตุที่จะวิเคราะห์ แล้วจึงกด enter

กด Set up เครื่องจะทำการปรับสัญญาณและความกวาดเคลื่อนของธาตุที่จะวิเคราะห์ ซึ่งจะปรากฏแสงสัญญาณ จะกระพริบแสงสัญญาณคงที่ หรือปรากฏข้อความ analyze, set up Auto zero, Next ขึ้นที่ด้านล่างของหน้าจอเครื่อง AAS

- กด Next เพื่อเข้าไปตั้งค่าชนิดของก๊าซและอัตราการไหลของก๊าซโดย
 - Flame type : AIR/C₂H₂ (สามารถเลือกโดยกด Enter ไปเรื่อยๆจนพบ AIR/C₂H₂)
 - Fuel Flow : 1.2 l/min (ตั้งไว้ไม่เกิน 1.2 l/min)
 - Aux oxidant: off
- กด Next เพื่อเข้าไปตั้งค่า analysis set up ดังนี้
 - Signal เลือกสัญญาณในการวิเคราะห์เป็น Cont (สามารถเลือกโดยกดปุ่ม Enter ไปเรื่อยๆ จนพบ

Cont.)

- Sample: หมายถึงจำนวนตัวอย่างที่จะวิเคราะห์ ให้ป้อนค่า เป็น 999 แล้วกด enter
- Measurement time : หมายถึงเวลาในการวัด (s) ให้ ป้อนตัวเลข เป็น 2

ผู้บันทึก : นางสาวศิริวัลย์ บุญสุข	ลายเซ็น :
หัวหน้าหน่วย : ดร.บัณฑิตา ชินอิม	วันหมดอายุ :

งนวิเคราะห และสิ่งแวดลอม สวพ.มก	Standard Operation Procedure		หน้า : 4/5
	เอกสารหมายเลข : App003	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2546
	เรื่อง : การใช้เครื่อง Atomic absorption spectrophotometer รุ่น Unicam 929		File : App 003

- Uptake time : หมายถึงเวลาในการดูดสารละลาย (s) ให้ที่โคนตัวเซปเป็น 2
- Sample ID : หมายถึงรายละเอียดชื่อของตัวอย่าง ให้เลือกเป็น Default
- กด Next เพื่อเข้าไปตั้งค่าจำนวนและความเข้มข้นสารมาตรฐาน
- เลื่อนแถบสว่างไปที่ตำแหน่ง std. กด enter เพื่อป้อนจำนวน std. จากนั้นป้อนจำนวนของ std. ที่ต้องการ แล้วกด enter อีกครั้งเพื่อให้เครื่องรับค่า
- เลื่อนแถบสว่างไปยัง ณ ตำแหน่ง ความเข้มข้นของ Std. ความเข้มข้นตัวที่ 1 แล้วกด enter เพื่อป้อนค่าความเข้มข้นStd.ที่ต้องการป้อนตัวเลขเสร็จ กด enter เพื่อให้เครื่องรับค่า เลื่อนแถบสว่างไปที่ความเข้มข้น std. ตัวที่ 2,3... แล้วป้อนค่าความเข้มข้นเช่นเดียวกันจนครบจำนวน Std. ที่ตั้งไว้
- กด Next

4. การจุด Flame

- จะจุด Flame ได้ให้สังเกตที่ปุ่ม ignite ไฟจะกระพริบ
- การจุด flame ให้กดปุ่ม Ignite แห้ว ขณะเดียวกันก็เอาเป็นจุดก็ษจ่อจุด Flame ตรง burner จน flame ติด แล้วกด Analyze รอกจนด้านล่างของหน้าจอปรากฏข้อความ "Aspirate blank and press run" จึงทำงานต่อได้
- ซุ่มสาย capillary tube ลงใน beaker ที่มีน้ำกลั่นเพื่อทำความสะอาดเครื่องนานประมาณ 5 นาที
- สังเกตเปลวไฟ ถ้าเป็นสีเหลืองให้ลด Flow rate ของ acetylene ลงจนดับแล้วเปลี่ยนไฟ

5. การวัดสารละลายมาตรฐานและตัวอย่าง

- หลังจากได้ตั้งค่าพารามิเตอร์ในการวัดตามวิธีการในข้อ 3 แล้วและจุด Flame แล้ว
- นำ capillary tube ซุ่มลงใน สารละลาย blank บร่อยให้ดูดสารละลายประมาณ 5 s แล้วจึงกด run รอจนกระทั่งหน้าจอบอกให้ "Aspirate std. 1 and press run" ให้นำ STD.ความเข้มข้น ที่ 1 ไปวัด แล้วจึงกด run พอเสร็จหน้าจอก็จะบอกให้นำ std. ตัวที่ 2 ไปวัดแล้วกด run ให้ทำ std. ความเข้มข้นตัวต่อๆ ไปเช่นเดียวกันจนครบจำนวน std. ที่ตั้งไว้ หน้าจอบอก "Aspirate sample and press run" จึงนำตัวอย่างเข้าไ้ววัดแล้วจึงกด run อ่านค่าความเข้มข้นของตัวอย่างจะออกมา แล้วจึงนำตัวอย่างถัดไปเข้าไ้ววัดและอ่านค่า ความเข้มข้นออกมาในลักษณะเช่นเดียวกัน

6. การปิดเครื่อง

- หลังจากวัดตัวอย่างเสร็จเรียบร้อยแล้วให้กด stop แล้วจึงกด finish หน้าจอจะกลับไปสู่เมนู Home
- ที่เมนู Home เลือกรายการที่ 2 Lamp set up เพื่อสับไ้วปิด lamp

ผู้บันทึก : นางสาวศิริวิมล บุญสูง	ลายเซ็น :
หัวหน้าหน่วย : ดร.นันทนา ชื่นคิม	วันหมดอายุ :

งานวิเคราะห์ และสิ่งแวดลอม สท.มก	Standard Operation Procedure		หน้า : 5/5
	เอกสารหมายเลข : App003	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2546
	เรื่อง : การใช้เครื่อง Atomic absorption spectrophotometer รุ่น Unicam 929		File : App 003

- เลื่อนแถบสว่างไปยัง lamp ที่ กำลัง on อยู่ จากนั้นกดปุ่ม on/off เพื่อปิด lamp (ในกรณีที่มี deuterium lamp มีการใช้งาน lamp จะ on อยู่ด้วย ให้เลื่อนแถบสว่างไปที่ D2 แล้วจึงให้ กดปุ่ม on/off เพื่อปิด deuterium lamp ด้วย)
- กดปุ่ม Home เพื่อกลับไปยังเมนู Home
- นำ capillary tube ดูดน้ำกลั่นเพื่อล้างเครื่องประมาณ 15-20 นาที
- นำ capillary tube ออกจากน้ำกลั่น ปิด Flame โดยกดปุ่มสีแดง (ดับปุ่ม: ignite) รอจนเปลวไฟดับ
- ปิดวาล์วแก๊สพิษ
- กดปุ่ม Off ของเครื่อง AAS ค้างไว้จนจนได้ยินเสียง click และรอกจนกว่าความดันของแก๊สลดลงเป็นศูนย์
- ปิดสวิทช์ของเครื่อง AAS
- ปิดสวิทช์ของ breaker ของเครื่อง stabilizer
- ปิดสวิทช์ breaker ของ hood และ air
- นำสารละลายที่ได้จากการวิเคราะห์ไปทิ้ง (ในถังสีขาว)

7. การดูแลรักษา

8. เอกสารอ้างอิง

- คู่มือการใช้เครื่อง Atomic absorption Unicam: 929

ผู้บันทึก : นางสาวศิริวัลย์ บุญสุข	ลายเซ็น :
หัวหน้าหน่วย : ดร.บัณฑิตนา ชินฮิม	วันหมดอายุ :



Standard Operating Procedure

Page : 1 / 2

No. : Meth Soil 001

Version : 1.0

Date : 02-01-24

Title : Soil sample preparation

File :
Meth Soil001.doc

1. ขอบข่าย

กล่าวถึงวิธีเตรียมตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์สมบัติและองค์ประกอบทางเคมี

2. หลักการ

ตัวอย่างดินในธรรมชาติมีความชื้นเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ดิน กิจกรรมของจุลินทรีย์เหล่านี้ทำให้สมบัติและองค์ประกอบทางเคมีของดินเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ดังนั้นเมื่อนำดินมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการจึงจำเป็นต้องหยุดกิจกรรมของจุลินทรีย์ โดยการฝังให้แห้งในที่ร่ม หรืออบที่อุณหภูมิไม่เกิน 40 °C

3. เอกสารที่เกี่ยวข้อง


4. เครื่องมือและอุปกรณ์

- 4.1 ครกไม้ หรือครกเซรามิก
- 4.2 ตะแกรงขนาดช่อง 2 มิลลิเมตร
- 4.3 เครื่องบดดิน
- 4.4 กระป๋องพลาสติก ขนาดประมาณ 200 ml.
- 4.5 แปรงทำความสะอาด
- 4.6 ทัพพี ตัวอย่าง
- 4.7 ห้องเตรียมตัวอย่างดิน

5. วิธีการ

- 5.1 ฝังดินในห้องเตรียมตัวอย่างดิน โดยใช้แผ่นพลาสติกหรือภาชนะพลาสติกทรงกลม ใส่มิถิบตัวอย่างเป็นก้อนเล็กๆ และเกลี่ยให้สม่ำเสมอ วางตัวกลางไว้บนชั้นวางจนแห้ง (ปกติใช้เวลา 3 - 15 วัน ขึ้นอยู่กับเนื้อดิน)
- 5.2 ตัวอย่างดินที่ต้องการวิเคราะห์เร่งด่วน ให้สกัดแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 40 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
- 5.3 ตักตัวอย่างด้วยครก หรือบดด้วยเครื่องบด แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร แยกเศษและเศษพืชขนาดใหญ่ทิ้งไป
- 5.4 เก็บ ตัวอย่างที่ร่อนผ่านตะแกรงในกระป๋องพลาสติกและปิดฝาให้สนิท เขียนหมายเลขตัวอย่างบนกระป๋องด้วยปากกาชนิดหมึกไม่ละลายน้ำ ห้ามเขียนหมายเลขบนฝากระป๋อง
- 5.5 ใช้ผ้าหรือแปรงทำความสะอาดเครื่องมือ และทำความสะอาดตัวอย่างต่อไป


Author :	Sign :
QA Officer (sign) :	Date of Expiry :

	Standard Operating Procedure		Page : 2 / 2
	No. : Meth_Soil_001	Version : 1.0	Date : 02-01-24
	Title : Soil sample preparation		File : Meth_Soil001.doc

6. ความปลอดภัย

ขณะเตรียมตัวทำงานให้มีฝุ่นละอองเกิดขึ้นมาก เพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานควรสวมหน้ากากปิดจมูก หรือหน้ากากกันฝุ่นตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน

Author :	Sign :
QA Officer (sign) :	Date of Expiry :

	Standard Operating Procedure		Page : 1 of 4
	No. : Meth_Soil 006	Version : 1.0	Date : 02-01-26
	Title : Lime requirement		File :

1. SCOPE

วิธีนี้อารมณ์ได้กับยี่ห้อต่างๆ ความต้องการปูนของดิน รวมถึง ปูนขาว ปูนปูน ปูนมาร์ล ปูนไดโลไมท์ เปลือกหอย ชากปะการัง และกากเตาจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

2. RELATED DOCUMENTS

2.1 Normative references

2.2 Related SOPs

APP	001	การใช้เครื่องชั่ง ความละเอียด 0.01 กรัม
APP	002	การใช้ pH meter
APP	003	การใช้ water bath

3. PRINCIPLE

ค่า pH ของดินที่วัดได้บ่งชี้ถึงระดับความเป็นกรดหรือด่างเท่านั้น ไม่สามารถระบุปริมาณกรดหรือด่างที่มีอยู่ทั้งหมดในดินได้ เช่นเดียวกับระดับน้ำในภาชนะ ระดับน้ำที่เท่ากันไม่สามารถเอาได้ว่าปริมาณน้ำในภาชนะจะต้องเท่ากันเสมอไป ดินที่เป็นกรดสามารถลดกรดได้โดยการเติมด่างลงไป ด่างที่นิยมใช้ในการเกษตรได้แก่ วัสดุปูนชนิดต่าง ๆ เช่น ปูนขาว ปูนปูน มาร์ล ปูนไดโลไมท์ เปลือกหอย ชากปะการัง และกากเตาจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น เนื่องจากต่างเหล่านี้มักมีราคาถูก ดังนั้นการวิเคราะห์ปริมาณกรดในดิน จึงนิยมระบุเป็นปริมาณปูนที่ต้องใช้เพื่อสะเทินกรด (Lime requirement)


วิธีวิเคราะห์ความต้องการปูนของดิน (lime requirement - LR) สามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่

- Soil - lime incubation : วิธีนี้ทำโดยนำดินมาเติมปูนในอัตราส่วนต่าง ๆ ทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยา 1 / 7 วัน แล้วนำไปวัด pH จากนั้นคำนวณปริมาณปูนที่ต้องใช้จากระหว่างปริมาณปูนที่เติมลงไปกับ pH
- Soil - base titration : วิธีนี้ทำโดยนำดินมาสกัดด้วยสารละลาย KCl หรือ NaCl ความเข้มข้น 1.0 M จากนั้นนำสารที่สกัดได้ไปไทเทรตด้วยด่าง
- Soil - buffer equilibration : วิธีนี้ทำโดยเติมสารละลายบัฟเฟอร์ที่ทราบค่า buffer capacity (ปริมาณกรดหรือด่างที่ทำให้บัฟเฟอร์เปลี่ยนค่า pH ไป : pH unit) อยู่ก่อนแล้วลงในดิน จากนั้นวัดค่า pH ที่เปลี่ยนไปก็จะได้ทราบค่าความต้องการปูนของดิน วิธีนี้สะดวกที่สามารถวิเคราะห์ได้รวดเร็ว สารละลายบัฟเฟอร์ที่นิยมใช้ได้แก่ Woodruff buffer และ SMP buffer เป็นต้น

4. APPARATUS AND GLASSWARE

- 4.1 เครื่องชั่ง ความละเอียด 0.01 กรัม
- 4.2 บีกเกอร์ ขนาด 100 ซม.
- 4.3 แขนงนิ้วคน

Author :	Sign :
QA Officer (sign) :	Date of Expiry :

	Standard Operating Procedure		Page : 2 of 4
	No. : Meth_Soil 006	Version : 1.0	Date : 02-01-26
	Title : Lime requirement		File :

- 4.4 กระบอกตวง ขนาด 50 cm³
- 4.5 water bath
- 4.6 pH meter
- 4.7 กระดาษรูปสี่เหลี่ยมขนาดประมาณ 45x10 cm

5. REAGENTS

- 5.1 สารละลาย phthalic phthalate buffer ความเข้มข้น 0.05 M เตรียมโดยวิธีที่กล่าวไว้แล้ว
- 5.2 สารละลาย neutral phosphate buffer เตรียมโดยวิธีที่กล่าวไว้แล้ว
- 5.3 สารแขวนลอย Ca(OH)₂ ความเข้มข้น 0.01 M
- 5.4 น้ำกลั่น

6. SAMPLE

ดินตัวอย่างแห้ง 20 กรัม


7. PROCEDURE

- 7.1 ชั่งดิน ตัวอย่างละ 20 กรัม ใส่ในเบเกอร์ขนาด 100 cm³ จำนวน 6 ใบ
- 7.2 เติมน้ำกลั่นลงไป 50, 40, 30, 20, 10 และ 0 cm³ ตามลำดับ
- 7.3 เติรสารละลาย Ca(OH)₂ ลงไป 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 cm³ ตามลำดับ
- 7.4 คนด้วยแท่งแก้วประมาณ 2-3 นาที โดยใช้แท่งแก้ว 1 อัน ต่อ 1 เบเกอร์ แล้วนำไปตีผสมให้เข้ากันเป็นครั้งคราว
ขณะตี
- 7.5 ทิ้งตั้งไว้ให้เย็นแล้วนำไปวัด pH
- 7.6 เขียนกราฟระหว่าง pH ของดินกับปริมาตรของสารละลาย Ca(OH)₂ แล้วหาค่าปริมาตรของสารละลายที่ต้องใช้เพื่อเพิ่มเป็น 6.0 แล้วคำนวณปริมาณปูนที่ต้องใช้

ขั้นตอนในการวัด pH

1. ปรับ pH meter ให้อ่านค่าเป็น 6.86 ด้วย neutral phosphate buffer ล้างหัววัดด้วยน้ำกลั่นแล้วซับให้แห้ง
2. ปรับ pH meter ให้อ่านค่าเป็น 4.01 ด้วย phthalic phthalate buffer ล้างหัววัดด้วยน้ำกลั่นแล้วซับให้แห้ง
3. วัด pH ของสารแขวนลอยดิน รวจนตัวเลขไม่เปลี่ยนแปลง ในเวลาประมาณ 30 วินาที จึงอ่านค่า ล้างหัววัดและ
ซับให้แห้ง
4. วัดตัวอย่างต่อไป เสร็จแล้วแช่หัววัดไว้ในน้ำกลั่น

Author :	Sign :
QA Officer (sign) :	Date of Expiry :

	Standard Operating Procedure		Page : 3 of 4
	No. : Meth_Soil 006	Version : 1.0	Date : 02-01-26
	Title : Lime requirement		File :

ข้อควรทราบเกี่ยวกับการใช้เครื่อง pH meter

1. หากซื้ออิเล็กโตรด (หัววัด) มาได้ใหม่ หรือเก็บอิเล็กโตรดทิ้งไว้ในเวลานานจนทำให้กะเปาะแก้วแห้ง จะต้องซื้ออิเล็กโตรดไว้ในราคา ถิ่นอย่างน้อย 24 ชั่วโมง จึงจะใช้ได้
2. ระดับสารละลายภายในอิเล็กโตรดชั้นนอกจะต้องสูงกว่าระดับของสารแขวนลอยดินไม่น้อยกว่า 2.5 เซนติเมตร หากระดับของสารละลายต่ำกว่านี้ให้เติมสารสำหรับอิเล็กโตรดเพิ่มลงไป ปกติใช้สารละลายอิ่มตัว KCl
3. ในกรณีที่ไม่สามารถปรับค่าที่อ่านได้ให้เท่ากับค่าของสารละลายบัฟเฟอร์ได้ ให้เทสารละลาย (filling solution) ออกจากอิเล็กโตรดแล้วเติมสารใหม่ลงไปแทน
4. หากต้องการเก็บอิเล็กโตรดไว้เป็นเวลานาน ควรแช่ในสารละลายอิ่มตัวของ KCl
5. ในกรณีที่อิเล็กโตรดสกปรกมากให้แช่ในสารละลาย 1 M HCl เป็นเวลา 30-60 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น

8. CALCULATION

8.1 ค่าปริมาณ lime requirement จาก exchangeable acidity สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$LR = C_b V_b \cdot \frac{V_e}{V_i} \cdot \frac{M}{W} \cdot \frac{100.089}{1000} \text{ kg - CaCO}_3 / \text{ไร่}$$

เมื่อ

LR = lime requirement

C_b = ความเข้มข้นที่แท้จริงของสารละลาย NaOH (Molar)

V_b = ปริมาตรของสารละลาย NaOH ที่ใช้ไทเทรตสารสกัดจากดิน (cm³)

V_e = ปริมาตรของสารละลาย KCl ที่ใช้สกัดดินในขั้นนี้ คือ 50 cm³

V_i = ปริมาตรของสารสกัดจากดินที่นำไปไทเทรตในขั้นนี้ คือ 25 cm³

M น้ำหนักดินชั้นไทรพราวบนพื้นที่ 1 ไร่ (kg) (ถ้าให้ค่า bulk density = 1.4 g/cm³ ดังนั้น M = 336,000 kg)

W = น้ำหนักของดินแห้งที่นำมาสกัด ในขั้นนี้ คือ 20 cm³

8.2 การคำนวณค่า lime requirement จากการทดลองตอนที่ 3 สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$LR = \frac{CVM}{W} \cdot \frac{100.089}{1000} \text{ kg - CaCO}_3 / \text{ไร่}$$

เมื่อ


C = ความเข้มข้นของ Ca(OH)₂ (M)

V = ปริมาตรของ Ca(OH)₂ ที่ต้องใส่เพื่อปรับ pH ของดิน W กรัม เป็น 8.0 (mL)

M = น้ำหนักดินชั้นไทรพราวบนพื้นที่ 1 ไร่ (kg)

W = น้ำหนักของดินแห้งที่ใช้ทดลอง ในขั้นนี้ คือ 20 cm³

Author :	Sign :
QA Officer (sign) :	Date of Expiry :

	Standard Operating Procedure		Page : 4 of 4
	No. : Meth_Soil 006	Version : 1.0	Date : 02-01-26
	Title : Lime requirement		File :

9. VALIDATION PARAMETERS

10. TEST REPORT

11. REFERENCES

Author :	Sign :
QA Officer (sign) :	Date of Expiry :

ส่วนวิจัยเคเคดิน	Standard Operation Procedure		หน้า : 1/2
สาร:	เอกสารหมายเลข : วิธีวิเคราะห์ดิน 004	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่ 1 กรกฎาคม 2547
กรมพัฒนาที่ดิน	เรื่อง : การวัดค่าการนำไฟฟ้าของดิน น้ำ 1 : 5 หรือระดับความเค็มของดิน		File : Meth_soil 004

1. ขอบข่าย : ใช้วัดค่าการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical conductivity, E.C) หรือระดับความเค็มของดิน

2. เอกสารที่เกี่ยวข้อง :

2.1 อ้างอิง :

2.2 SOP อื่นที่เกี่ยวข้อง : เครื่องมือ 002

3. หลักการ

การวัดค่าการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical conductivity, E.C) เป็นการวัดปริมาณของเกลือที่ละลายน้ำ (soluble salts) ที่มีอยู่ในดิน บางชนิดละลายได้ดี เช่น NaCl , CaCl_2 , NaHCO_3 , Na_2SO_4 เป็นต้น บางชนิดละลายได้เพียงบางส่วน เช่น CaSO_4 และค่าที่ได้ยังใช้เป็นตัวกำหนดความเค็มของดินซึ่งบอกถึงดินที่มีปริมาณเกลือมากเกินไปจนเป็นอันตรายต่อพืชหรือไม่ก็เกิดด้วย การวัดค่าการนำไฟฟ้าของดิน ซึ่งวัดในสารละลายของดินกับน้ำ อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำอาจแตกต่างกันแล้วแต่ห้องปฏิบัติการแต่ละแห่ง แต่ที่นิยมใช้กันเป็น 1:5 หรือ เรียกว่า EC 1:5 หรือใช้วัดเมื่อทำให้ดินเป็น saturated paste แล้ววัดในสารละลายที่สกัดได้ เรียกว่า EC extract (ECe) จะให้สัดส่วนของดินต่อน้ำทำได้ก็ตาม จะต้องระบุสัดส่วนนี้ไว้ด้วยทุกครั้งที่ยรายงานผล

4. เครื่องมือและอุปกรณ์

4.1 ขวดชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 125 มิลลิลิตร

4.2 กรวยกรอง

4.3 กระดาษกรอง เบอร์ 5

4.4 กระบอกตวงขนาด 50 มล.

4.5 เครื่องชั่ง

4.6 เครื่องวัดการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity meter)

4.7 เครื่องเขย่า (Mechanical shaker)

5. สารเคมี

5.1 สารละลาย KCl มาตรฐาน ที่มีค่า E.C 12.88 ms/cm ที่ 25 °C

5.2 สารละลาย KCl มาตรฐาน ที่มีค่า E.C 1.413 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ที่ 25 °C

5.3 น้ำกลั่น

6. ตัวอย่าง

6.1 ดินแห้งที่บดร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มม.

7. วิธีการ

7.1 ชั่งดิน 10 กรัม ใส่ในขวดชมพู่ขนาด 125 มล.

ผู้บันทึก : นางสาวสุวรรณี ภูธรราช

ลายเซ็น _____

หัวหน้าส่วน : นางชอุทิศต์ สงวนทวีพยากร

วันหมดอายุ : _____

ส่วนวิจัยเคมีดิน ลว๑ กรมพัฒนาที่ดิน	Standard Operation Procedure		หน้า : 2/2
	เอกสารหมายเลข : บัญชีวิเคราะห์ดิน 004	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่ 1 เมษายน 2547
	เรื่อง : การวัดค่าการนำไฟฟ้าอัตราส่วน ดิน : น้ำ 1 : 5 ที่ระดับความเค็มของดิน		File : Meth_soil 004

7.2 เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันเป็นเวลา 2 ชั่วโมง กรอง หรือนำเข้าดินเหนียว เขย่า 30 นาที จึงค้างคืน แล้วกรอง

7.3 นำสารละลายดิน 1:5 ไปวัดค่าการนำไฟฟ้า (EC) ด้วยเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity meter) วิธีการใช้เครื่อง conductivity meter ดูในเอกสารวิธีการใช้เครื่อง Electrical conductivity meter)

8. การคำนวณ : ไม่มี

9. ค่าที่ได้ :

10. รายงานผล :

11. เอกสารอ้างอิง :

กองวิเคราะห์ดิน. 2540. คู่มือสมบัติทางกายภาพและเคมีดินกับวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการ. กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. 59 หน้า.

โครงการจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช. 2546. เอกสารประกอบบทประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง ความรู้พื้นฐานการวิเคราะห์ดิน หน้า 26-27

Beck, R. 1999. Soil Analysis Handbook of Reference Methods. Soil and Plant Analysis Council, Inc. CRC Press, USA. p.57-66.

ผู้บันทึก : นางสาวสุวรรณี ภูธรราช	ลายเซ็น :
หัวหน้าส่วน : นางจุจิตต์ สงวนทรัพย์การ	วันหมดอายุ :

ส่วนวิจัยเคมีดิน สวค. กรมพัฒนาที่ดิน	Standard Operation Procedure		หน้า : 1/2
	เอกสารหมายเลข : เครื่องมือ 003	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่ 16 มิถุนายน 2547
	เรื่อง : การใช้เครื่องวัดการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity meter) ของ WTW รุ่น inoLab Cond Level 1		File : App 003

1. วัตถุประสงค์

เพื่อใช้เครื่องวัดการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity meter) ของ WTW รุ่น inoLab Cond Level 1 ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

2. หลักการ

การวัดค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) เป็นการวัดปริมาณสารอิเล็กโทรไลต์ (electrolyte) เมื่อละลายน้ำแตกตัวให้อิออนบวกและลบสามารถนำไฟฟ้าได้ โดยที่อิออนบวกจะเคลื่อนที่เข้าหาขั้วลบเพื่อถ่ายยิอิเล็กตรอน อิออนลบเคลื่อนเข้าหาขั้วลบเพื่อรับอิเล็กตรอน ขณะเดียวกันก็ทำให้กระแสไฟฟ้าเดินครบวงจร ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าเท่ากับค่าผกผันของความต้านทานไฟฟ้า (resistance, R) และมีหน่วย ohm^{-1} หรือ mho หรือ siemens (S)

3. คุณลักษณะเฉพาะ

- วัดค่าการนำไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 0 ถึง 19.99 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- 0 ถึง 19.99 mS/cm
- 0 ถึง 199.9 mS/cm

4. SOP อื่นที่เกี่ยวข้อง

5. ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความปลอดภัย : ไม่มี

6. วิธีการใช้งาน

6.1. หลักการ

การ calibrate หรือปรับเครื่อง E.C meter ทำได้โดยใช้สารละลายมาตรฐาน KCl ที่ทราบค่าการนำไฟฟ้า โดยค่าที่ได้เป็นค่าเบี่ยงเบนจากค่าที่วัดได้จริงกับใช้สารละลายมาตรฐาน KCl

6.2 วัสดุ -

หัววัดการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity electrode)

6.3 สารเคมี

ใช้สารละลายมาตรฐาน KCl ที่มีค่าการนำไฟฟ้า เท่ากับ 1.413 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ที่ 25 °C และ 12.88 mS/cm .

6.4 ข้อควรระวัง - ไม่มี

6.5 ความถูกต้อง

ค่าการนำไฟฟ้า อ่านได้ทศนิยม 2 ตำแหน่ง ดังนั้นการ calibrate หรือ standardize เครื่อง และการเลือกใช้สารละลายมาตรฐาน KCl จึงต้องคำนึงถึงทศนิยมถึง 2 ตำแหน่งด้วย และค่าการนำไฟฟ้าที่ได้จะรายงานทศนิยมตำแหน่งที่ 2

6.6 การเริ่มการใช้งาน

- ต่อหัววัดการนำไฟฟ้าเข้ากับเครื่อง
- เสียบปลั๊กไฟ กดปุ่ม เพื่อเปิดเครื่อง

ผู้บันทึก : นางสาวสุวรรณี สุทธราช	ลายเซ็น :
หัวหน้าส่วน : นางฐิติรัตน์ สงวนทรัพย์ากร	วันหมดอายุ :

ส่วนวิจัยเคมีดิน สวต. กรมพัฒนาที่ดิน	Standard Operation Procedure		หน้า : 2/2
	เอกสารหมายเลข : เครื่องมือ 003	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่ 16 มิถุนายน 2547
	เรื่อง : การใช้เครื่องวัดการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity meter) ของ WTW รุ่น InoLab Cond Level 1		File : App 003

6.7 การ calibrate

- กดปุ่ม AR เพื่อเลือกอุณหภูมิอ้างอิงเป็น 25°C หรือ 20°C ตามต้องการ
- กดปุ่ม CAL เพื่อเลือกอ่านอัตโนมัติ
- ล้างหัววัดการนำไฟฟ้าด้วยน้ำกลั่น ซับให้แห้งด้วยกระดาษนุ่ม
- จุ่มหัววัดลงในสารละลายมาตรฐาน KCl ที่มีค่าการนำไฟฟ้า เท่ากับ $1.413 \mu\text{S}/\text{cm}$
- กดปุ่ม CAL ซ้ำๆ จนพบคำว่า "CAL" และกดปุ่ม ENTER
- คอยจนกระทั่งคำว่า "AR" หยุดกระพริบ แสดงว่าเครื่องเก็บค่าคงที่ของหัววัด (cell constant) ไว้แล้ว

6.8 การวัด

- กดปุ่ม CAL ซ้ำๆ จนพบคำว่า "LF ∞ " และกดปุ่ม ENTER
- กดปุ่ม CAL ซ้ำๆ จนปรากฏคำว่า "nLP" เพื่อเลือก Non-linear temperature compensation, nLP
- กดปุ่ม M ซ้ำๆ จนพบคำว่า " " เพื่อเลือกวัดเป็นค่านำไฟฟ้า
- ล้างหัววัดการนำไฟฟ้าด้วยน้ำกลั่น ซับให้แห้งด้วยกระดาษนุ่ม
- จุ่มหัววัดลงในสารละลายตัวอย่างที่ต้องการวัด และกดปุ่ม ENTER คอยจนกระทั่ง "AR" หยุดกระพริบ บันทึกค่าที่อ่านได้
- ปิดเครื่องโดยกดปุ่ม

7. การดูแลรักษา

- เก็บหัววัดแบบแห้งโดยไม่ต้องเก็บในสารละลายใดๆ

8. เอกสารอ้างอิง

- คู่มือการใช้เครื่องวัดการนำไฟฟ้า ของ JENWAY รุ่น 4310

ผู้บันทึก : นางสาวสุวรรณี มุทธราช	ลายเซ็น :
ตำแหน่ง : นางสุจิตต์ สงวนทรัพย์การ	วันหมดอายุ :

ส่วนวิเคราะห์ วิธีพีช บัญ และ สิ่งปรับปรุงดิน ศวค. พค.	Standard Operation Procedure		หน้า : 1/4
	เอกสารหมายเลข : Meth_plant 002	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่ 1 ตุลาคม 2547
	เรื่อง : การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสและกำมะถันในพีช		File : Meth_plant 002

1. ขอบข่าย : การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส (Total P) และวิเคราะห์ปริมาณกำมะถัน (Total S) ในพีชโดยการย่อยด้วยกรดผสมและวัดความเข้มข้นของธาตุทั้งสองด้วยเครื่อง Spectrophotometer สำหรับ P ใช้วิธี vanadomolybdate (Barton) ส่วน S ใช้วิธี turbidity

2. เอกสารที่เกี่ยวข้อง :

2.1 อ้างอิง :

2.2 SOP อื่นที่เกี่ยวข้อง :

3. หลักการ

ตัวอย่างพีชจะถูกย่อยสลายให้อยู่ในรูปสารละลายโดยการย่อยด้วยกรดผสม HNO_3 และ HClO_4 ที่เข้มข้น จากนั้นวัดความเข้มข้นของธาตุทั้งสองด้วยเครื่อง Spectrophotometer สำหรับ P ใช้วิธี vanadomolybdate (Barton) อ่านความเข้มข้นของสีเหลืองที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยา ซึ่งเหมาะสมกับพีชที่มีจำนวน P มากกว่าดินและน้ำ ส่วน S ใช้วิธี turbidity เป็นวิธีที่แพร่หลาย และนิยมใช้ในห้องปฏิบัติการ อ่านความเข้มข้นของความขุ่นจากตะกอนที่แขวนลอยของปฏิกิริยา

4. เครื่องมือและอุปกรณ์

4.1 เครื่องชั่ง ความละเอียด 0.1 mg

4.2 เครื่องย่อยตัวอย่าง และหลอดย่อยตัวอย่างขนาด 250 มล

4.3 เครื่อง Spectrophotometer

4.4 ขวดปริมาตร 25 mL, 50 mL, 100 mL

4.5 กรวยกรองพร้อมกระดาษกรอง Whatman No. 5

5. สารเคมี

5.1 กรด HNO_3 และกรด HClO_4 อัตราส่วน 2 : 1 เตรียมโดยเติมกรด HNO_3 ความเข้มข้น 10 mL และกรด HClO_4 ความเข้มข้น 5 mL ลงในตัวอย่างพีช

5.2 น้ำยี่ห้อทำให้เกิดสี ammonium vanadomolybdate หรือ Barton's reagent ประกอบด้วย

5.2.1 น้ำยา A-เตรียมจากการละลาย ammonium molybdate - $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 25 g ในน้ำบริสุทธิ์

400 mL

ผู้บันทึก : นางสาวสรองธิดา ลิ้มมงคล	ลายเซ็น :
หัวหน้าส่วน : นางนฤมล จันทร์ชราพร	วันหมดอายุ :

ส่วนวิเคราะห์ วิธีหีพิช ปุ๋ย และ สิ่งรับปรุรงคิภ สวค. พค.	Standard Operation Procedure		หน้า : 2/4
	เอกสารหมายเลข : Meth_plant 002	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่ 1 ตุลาคม 2547
	เรื่อง : การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสและกำมะถันในพิช		File : Meth_plant 002

5.2.2 นำยา B-เตรียมจาก ammonium meta vanadate NH_4VO_3 1.25 g โอนน้ำปริสุทท์ที่อุณหภูมิร้อน 300 mL ที่ให้เย็นแล้วเติมกรด HNO_3 ความเข้มข้นลงไป 250 mL

5.2.3 นำ A และ B มาผสมกัน ปริมาณเป็น 1 L

5.2.4 สารละลายฟอสฟอรัสมาตรฐาน (standard phosphorus หรือ stock standard solution) 50 mg/L เตรียมโดยซึ่ง potassium dihydrogen phosphate - KH_2PO_4 ซึ่งผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง โดยซึ่ง 0.2195 g ละลายด้วยน้ำปริสุทท์ที่ปริมาตรให้เป็น 1 L จะได้สารละลายซึ่งมีฟอสฟอรัสอยู่ 50 mg/L หรือ จะเตรียมเป็นสารละลายฟอสฟอรัส 1000 mg/L ก็ได้ โดยซึ่ง KH_2PO_4 4.393 g ละลายด้วยน้ำปริสุทท์ที่ปริมาตรให้เป็น 1 L เก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C เมื่อจะใช้เป็น working standard ก็เตรียมสารละลายฟอสฟอรัส 50 หรือ 100 mg/L เดียวก็ จะอ้างได้ตามต้องการ

5.3 นำยาที่ท่างให้เกิดความขุ่นจากตะกอนที่แขวนลอยของปฏิกิริยา(S)

5.3.1 ammonium acetate (2M) - ซึ่ง $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 154.20 g ละลายในน้ำปริสุทท์ 1 L

5.3.2 barium chloride ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

5.3.3 gum acacia 0.25 % - ละลาย gum acacia 0.25 g ในน้ำอุ่นปริสุทท์ 100 mL

5.3.4 standard solution (1000 mg/L S) - ซึ่ง K_2SO_4 ที่อบแห้งแล้วที่ 105°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หนัก 5.4340 g ละลายด้วยน้ำปริสุทท์ประมาณ 200 mL ปริมาตรเป็น 1 L เก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C

5.3.5 การเตรียม intermediate standard solution (100 mg/L S) - ใเปิด 10 mL stock standard solution 1000 mg/L S ใส่ขวดกลมพุนขนาด 100 mL ปริมาตรเป็น 100 mL ด้วยน้ำปริสุทท์

6 ตัวอย่าง

6.1 ตัวอย่างพิชหีบคดและคบแห้งแล้ว

7 วิธีการ

7.1 การย่อยสลายด้วยพิช

- ซึ่งตัวอย่างพิช 1 กรัม ความละเอียด 0.1 mm ลงในหลอดย่อยด้วยพิชเติมกรด HNO_3 ความเข้มข้น 10 mL และ กรด HClO_4 ความเข้มข้น 5 mL ตั้งทิ้งค้างคิน แล้วนำไปวางลงใน block digester ให้ความร้อน 150°C รอจนควันสีน้ำตาล เริ่มจางหายไปควันจะวิ่งขึ้นสีขาว จากนั้นจึงเพิ่มอุณหภูมิเป็น 200°C ย่อยจนกระทั่งสารละลายสี ซึ่งใช้เวลาประมาณ 4-5 ชม. จากนั้นทิ้งให้เย็น แล้วเติมน้ำปริสุทท์เขย่ากรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 5 ลงในขวดวัดปริมาตรเป็น 100 mL

7.2 การวิเคราะห์ภาค

การเตรียม working standard - โดยใเปิด 0, 1, 2, 3 และ 4 mL จากสารละลายฟอสฟอรัสมาตรฐาน 50mg/L

ผู้บันทึก : นางสาวสรวยธิดา สิริมงคล	ฉากเซ็น :
หัวหน้าส่วน : นางนฤมล จันทร์ชวาระ	วันหมดอายุ :

ส่วนวิเคราะห์ วิธีพีช บัญ และ สิ่งปรับปรุงดิน สวค. พล.	Standard Operation Procedure		หน้า : 3/4
	เอกสารหมายเลข : Meth_plant 002	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่ 1 ตุลาคม 2547
	เรื่อง : การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสและกำมะถันในพีช		File : Meth_plant 002

ใส่ใน volumetric flask ขนาด 25 mL เติมน้ำยา Barton 5 mL ปริมาตรให้เป็น 25 mL ด้วยน้ำบริสุทธิ์ เขย่าให้เข้ากัน เพื่อเตรียมความเข้มข้นของ P เป็น 0, 2, 4, 6, 8 mg/L

การเตรียมสารละลายตัวอย่าง - โดยปิเปตสารละลายตัวอย่าง 5 mL ลงใน volumetric flask ขนาด 25 mL เติมน้ำยา Barton 5 mL ปริมาตรให้เป็น 25 mL ด้วยน้ำบริสุทธิ์ เขย่าให้เข้ากัน และตั้งทิ้งไว้ให้เกิดสีเหลืองอย่างสมบูรณ์อย่างน้อย 30 นาที วัดความเข้มข้นของสีด้วยเครื่อง Spectrophotometer ปริมาณเล็กน้อยของความเข้มข้นของสีจะเป็นปกติโดยตรงที่ปริมาณเล็กน้อยของฟอสฟอรัสในตัวอย่าง (blank และตัวอย่างอ้างอิงทำในท่านเองเดียวกัน)

ก่อนการวัดผ่านเครื่อง Spectrophotometer ให้ความยาวคลื่น 420 nm โดยวัดค่าจาก **working standard 0, 2, 4, 6, 8 mg/L** ก่อนแล้วจึงวัด blank พร้อมทั้งตัวอย่างอ้างอิงและตัวอย่างพีช

- การเตรียม working standard - โดยปิเปต 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 mL จากสารละลายกำมะถันมาตรฐาน 100mg/L ใส่ในขวดชวมุมขนาด 50 mL เติมน้ำยาละลาย $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 5 mL และเติม $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1 g เขย่าให้เข้ากัน ประมาณ 1 นาทีและ gum acacia 1 mL ลงในแต่ละขวด แล้วปรับปริมาตรเป็น 50 mL ด้วยน้ำบริสุทธิ์ เพื่อเตรียมความเข้มข้นของ S เป็น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 mg/L

- ปิเปตสารละลาย blank พร้อมทั้งตัวอย่างอ้างอิงและตัวอย่างพีช 5-10 mL ใส่ในขวดปริมาตรขนาด 50 mL เติมน้ำยาละลาย $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 5 mL และเติม $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1 g เขย่าให้เข้ากันประมาณ 1 นาทีและ gum acacia 1 mL ลงในแต่ละขวด แล้วปรับปริมาตรเป็น 50 mL ด้วยน้ำบริสุทธิ์

- นำไปวัดเปอร์เซ็นต์ความขุ่นด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 420 nm โดยอ่านจาก working standard ก่อนแต่ช่วงเวลาไม่เกิน 30 นาที แล้วจึงวัด blank พร้อมทั้งตัวอย่างอ้างอิงและตัวอย่างพีช

7. การคำนวณ

$$\% P/S = \frac{r \times 100 \times d.f. \times 100}{10^6 w}$$

r = mg/L ที่อ่านได้จากเครื่องจะต้องหักลบจาก blank

d.f. = dilution factor อาจเป็น 25/5 หรือ 25/1 ; 10/1 หรือ 5/1

w = น้ำหนักสารตัวอย่างของพีชใน g ที่ใช้ digest และปรับปริมาตรเป็น 100 mL

ผู้บันทึก : นางสาวดวงฉัตร ลิปิยมงคล	ลายเซ็น :
หัวหน้าส่วน : นางนฤมล ฉันทวิชรากร	วันหมดอายุ :

ส่วนวิเคราะห์ วิจัยพืช ปุ๋ย และ อินทรีย์ปรับปรุงดิน สวต. พศ.	Standard Operation Procedure		หน้า : 4/4
	เอกสารหมายเลข : Meth_plant 002	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่ : ตุลาคม 2547
	เรื่อง : การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสและกำมะถันในพืช		File : Meth_plant 002

9. ค่าที่ได้ :

10. รายงานผล :

11. เอกสารอ้างอิง

ประโสด ธรรมเขต, 2540. การวิเคราะห์ด้วยวิธีพืช ปุ๋ย และ สารปรับปรุงดิน กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ. 50 หน้า

Barton, C.J. 1948. Photometric analysis of phosphate rock. Analytical Chemistry 20 :
1068 – 1073.

Chesnin, L.C. and Yien. 1950. Turbidimetric determination of available sulfate. Soil Sci. Soc.
Amer. Proc. 15 : 149-151.

Hesse, P.R. 1971. Total elemental analysis and some trace elements. A test book of soil chemical
analysis P. 371-475.

ผู้บันทึก : นางสาวดวงกมล สิริมงคล	ลายเซ็น :
หัวหน้าส่วน : นางณฤมล จันทร์ชรากร	วันหมดอายุ :

กลุ่มงานวิเคราะห์	Standard Operating Procedure		หน้า : 1/3
วิทยาลัยศรีวิชัยวิทยาพิช	เอกสารหมายเลข : Methplant 001	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่ : พฤศจิกายน 2547
สพพ. ถวค.	เรื่อง : การวิเคราะห์ไนโตรเจนในพืช		File :

1. ขอบข่าย (scope)

วิธีการนี้ได้ใช้หมายถึงการวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) ในพืช

2. เอกสารที่เกี่ยวข้อง (related documents)

2.1 เอกสารอ้างอิง :

2.2 SOPs อื่นที่เกี่ยวข้อง

3. หลักการ (principle)

ไนโตรเจนที่มีอยู่ในพืชอยู่ในรูปองค์ประกอบของสารอินทรีย์ เช่น กรดอะมิโน โปรตีน โกลบิวลิน กรดนิวคลีอิก สโตรโมมาทอกซิน และคลอโรฟิลล์ การวิเคราะห์ไนโตรเจนในพืชจะต้องย่อยตัวอย่างพืชให้สารประกอบดินทรีย์ไนโตรเจน เปลี่ยนเป็นสารประกอบอนินทรีย์ไนโตรเจน กระบวนการย่อยใช้กรด H_2SO_4 มี K_2SO_4 และ $CuSO_4$ เป็น catalyst ไนโตรเจนในพืชจะถูกเปลี่ยนให้เป็นแอมโมเนีย NH_4^+ วิเคราะห์ NH_4^+ โดยการกลั่น และ titrate ตามวิธีที่เรียกว่า Kjeldahl method

4. เครื่องมือและอุปกรณ์ (apparatus and glassware)

4.1 เครื่องชั่ง ความละเอียด 0.001 g

4.2 อุปกรณ์ย่อยตัวอย่าง

4.2.1 Kjeldahl flask ขนาด 500 mL.

4.2.2 เตาช่อก้อนหุ้มสูง (heating mantle)

4.3 อุปกรณ์การกลั่นแอมโมเนีย

4.3.1 micro - Kjeldahl's distillation unit

4.4 ขวดปริมาตร ขนาด 250 mL.

4.5 ขวดชามแก้ว ขนาด 125 mL.

4.6 ปิเปต ขนาด 10 mL.

4.7 Dispenser ขนาด 10 mL.

4.8 Micro burette

4.9 ขวดกลั่นน้ำกลั่น ขนาด 500 mL.

ผู้บันทึก : ไหลิน เหล็กทอง	ลายเซ็น :
หัวหน้าหน่วย :	วันหมดอายุ :

กลุ่มงานวิเคราะห์	Standard Operating Procedure		หน้า : 2/3
วิจัยเคมีศรีรวิทยาพืช	เอกสารหมายเลข : Methplant 001	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่ : พฤศจิกายน 2547
สพป. กวค.	เรื่อง : การวิเคราะห์ไนโตรเจนในพืช		File :

5. สารเคมี (reagents)

- 5.1 กรด H_2SO_4 เข้มข้น (96 %) AR grade
- 5.2 Mixed catalyst : ผสม K_2SO_4 : $CuSO_4$ ในอัตราส่วน 100 : 5 (อัตราส่วนโดยน้ำหนัก)
- 5.3 Mixed indicator : เตรียมโดยละลาย methyl red 0.05 กรัม และ bromocresol green 0.075 กรัม ใน 95 % ethanol 100 mL.
- 5.4 สารละลายกรดบอริก 0.3 % : เตรียมโดยละลาย H_3BO_3 6 กรัม ด้วยน้ำกลั่นจน H_3BO_3 ละลายหมด ปรับปริมาตรเป็น 2000 mL.
- 5.5 สารละลาย 40 % NaOH (W/V) AR grade ละลาย NaOH 400 กรัมในน้ำกลั่น 1000 mL.
- 5.6 สารละลาย 1 N HCl : เตรียมโดยบีเปตกรด HCl เข้มข้น (36.5 % ความหนาแน่น 1.186 g/mL) 83 mL ใส่ลงในขวดปริมาตรขนาด 1000 mL ซึ่งมีน้ำปราศจากไอออนอยู่ก้ำประมาณ 500 mL. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จะได้กรดความเข้มข้น 1 N
- 5.7 สารละลายมาตรฐาน 0.01 N HCl : เจือจางสารละลายในข้อ 5.6 ในขวดปริมาตรขนาด 2000 mL โดย บีเปต 1 N HCl 20 mL. ปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนจนครบทำการ standardize สารละลายกรด HCl 0.01 N โดยชั่ง Na_2CO_3 (ที่อบ $105^\circ C$ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง) 0.00x กรัม (บันทึกน้ำหนักแน่นอน) ใส่ลงในขวดชมพูขนาด 125 mL. เติมน้ำปราศจากไอออนประมาณ 20 mL. เติมน้ำ mixed indicator 2-3 หยด titrate ด้วยสารละลายกรด HCl 0.01 N จนถึงจุดยุติ (สารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวในสีชมพู) บันทึกปริมาตรของกรดที่ใช้ไตเตรท เพื่อคำนวณความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐานกรด HCl

6. ตัวอย่าง (sample)

ตัวอย่างพืชที่อบแห้งและบดละเอียดแล้ว

7. วิธีการ (procedure)

- 7.1 ชั่งตัวอย่างพืช 1.000 กรัมใส่ใน Kjeldahl flask ขนาด 500 mL.
- 7.2 เติมน้ำ mixed catalyst 5 กรัม (ให้ช้อนลวง)
- 7.3 เติมกรด H_2SO_4 เข้มข้นลงไป 25-30 mL. เขย่าเบา ๆ
- 7.4 นำไปย่อยบนตาชั่งอุณหภูมิสูง ก่อขย ๆ เพิ่มอุณหภูมิจนถึงจุดเดือดของกรด (อุณหภูมิประมาณ $380^\circ C$) ย่อยจนได้สารละลายใส หรือมีสีฟ้าอ่อน ปิดไฟตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

หมายเหตุ ขั้นตอนนี้ต้องทำในตู้ดูดควัน

กลุ่มงานวิเคราะห์	Standard Operating Procedure		หน้า : 3/3
วิชัยเคมีศรีวิทยาพืช	เอกสารหมายเลข : Methplant 001	พิมพ์ครั้งที่ : 1	วันที่ : พฤศจิกายน 2547
สวส. กวค.	เรื่อง : การวิเคราะห์ไนโตรเจนในพืช		File :

- 7.5 นำสารละลายที่ย่อยจนใสแล้วจากข้อ 7.4 มาเติมน้ำกลั่นเข้าให้เข้ากัน ถ่ายสารละลายใส่ขวด ปริมาตรขนาด 250 mL. โดยใช้น้ำกลั่นที่ละน้อยล้าง 3-4 ครั้ง ปรับปริมาตรให้ครบ
- 7.6 ไปเปิดสารละลายตัวอย่างจากข้อ 7.5 มา 10 mL. นำไปกลั่นด้วยเครื่องกลั่น micro-distillation ก่อนเริ่มกลั่นเติมสารละลาย 40% NaOH 5 mL. และใช้กรดบอริก 0.3% จากข้อ 5.4 ใส่ใน ขวดขนาด 125 mL. จำนวน 20 mL. Mixed indicator ตามข้อ 5.3) 2-3 หยด จับ แก๊สแอมโมเนียที่เกิดขึ้น กลั่นนาน 10 นาที
- 7.7 ไตเตรตสารละลายที่กลั่นได้จากข้อ 7.6 ด้วยสารละลายมาตรฐานกรด HCl ที่รู้ความเข้มข้นที่แน่นอนแล้ว

8. การคำนวณ (calculation)

ความเข้มข้นที่แท้จริงของ HCl คำนวณได้จาก

$$N_1 (\text{HCl}) = \frac{W_1 \times 2 \times 1000}{105.99 \times V_1}$$

$$W_1 = \text{น้ำหนักของ } \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ (g)}$$

$$105.99 = \text{มวลโมลของ } \text{Na}_2\text{CO}_3$$

$$V_1 = \text{ปริมาตรของกรด HCl ที่ใช้ในการไตเตรต ข้อ 5.7 (mL.)}$$

ความเข้มข้นของไนโตรเจนทั้งหมดในตัวอย่างพืช

$$\% \text{ total N} = \frac{35 \times N_1 V_2}{W_2}$$

$$N_1 = \text{ความเข้มข้นที่แท้จริงของกรด HCl (N)}$$

$$V_2 = \text{ปริมาตรของกรด HCl ที่ใช้ในไตเตรต ข้อ 7.7 (mL.)}$$

$$W_2 = \text{น้ำหนักของตัวอย่างพืชที่ใช้ (g)}$$

9. ค่าที่ใช้ได้ (validation parameters)

10. รายงานผล (test report)

11. เอกสารอ้างอิง (references)

ภาคผนวก ๓

- ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิและ การปรับแผนดำเนินงานหรือคั้งชี้แจง สำหรับการประเมินความก้าวหน้าในรอบ 6 เดือน
- สภา. ผลการประเมินรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ และความคิดเห็นเพิ่มเติม
- เอกสารประกอบการสัมมนา เรื่อง "จากงานวิจัยสู่งานจัดการอาหารสัตว์คัมภีร์ 25 - 28 มีนาคม 2546 จัดโดยสมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย โรงแรมราเวล การ์เด้น กรุงเทพมหานคร
- บทความเรื่อง "การจัดทำตัวอย่างอ้างอิงสำหรับการวิเคราะห์ดิน" การประชุมทางวิชาการครั้งที่ 43 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 5 - 4 กุมภาพันธ์ 2548 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ
- บทความเรื่อง "การร่วมทดสอบตัวอย่างอ้างอิงของเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช (Colaborative test of Reference Matenas with Soil and Plant Analytical Laboratory Network)" การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 5 26 - 29 เมษายน 2548 ณ โรงแรมเวลคัมจอมเทียนบีชชลบุรี
- บทความเรื่อง "การทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ดินและพืชของห้องปฏิบัติการในประเทศ (Performance Test for Soil and Plant Analysis of Thai Laboratories)" การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 5 26 - 29 เมษายน 2548 ณ โรงแรมเวลคัมจอมเทียนบีชชลบุรี
- บทความเรื่อง "การจัดทำฐานข้อมูลแปลผลวิเคราะห์พืช (Database establishments for the interpretation of plant analysis results)" การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 5 26 - 29 เมษายน 2548 ณ โรงแรมเวลคัมจอมเทียนบีชชลบุรี
- ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้ กิจกรรมที่ดำเนินการ และผลที่ได้รับตลอดโครงการ

ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิและ การปรับแผนดำเนินงานหรือคำชี้แจง

การประเมินความก้าวหน้าในรอบ 6 เดือนที่ 1

ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

1. สิ่งแรกที่นักวิจัยในโครงการนี้จะดำเนินการ คือ

1.1 การจัดให้มีตัวอย่างมาตรฐาน หลังจากนั้นนำไปให้ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ โดยอาจจะวิเคราะห์วิธีเดิมที่ Lab นั้น ดำเนินการอยู่เป็นประจำ และอาจเปรียบเทียบกับวิธีที่คิดว่าเป็นมาตรฐาน เพื่อดู variation ที่เกิดขึ้น เพราะการใช้ วิธีที่แตกต่างกันอาจเนื่องมาจากอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีอยู่แตกต่างกัน แต่ข้อมูลที่ได้อาจไม่ส่งผลต่อการแปลความหมายค่า วิเคราะห์ก็ได้ ทั้งนี้ ถ้าได้ข้อมูลที่แตกต่างกันมาก อาจลงข้อพิจารณาดูรายละเอียดความแตกต่างที่เกิดจากสาเหตุ ใด และถ้าให้ปฏิบัติเหมือนกันแล้ว ข้อมูลที่ได้จะเหมือนกันหรือไม่ – เป็นการค้นหาสาเหตุที่ทำให้ได้ข้อมูลที่แตกต่าง กัน

1.2 หลังจากนั้นให้ห้องปฏิบัติการต่างๆ ปรึกษาหารือพร้อมกันที่เกิดขึ้น และจัดเป็นวิธีมาตรฐานขึ้นมา และทดลองใช้ ห้องปฏิบัติการต่างๆ วิเคราะห์ตามวิธีที่กำหนดว่าจะได้ค่าวิเคราะห์เหมือนกันหรือไม่ วิธีนี้จะทำให้ได้ห้องปฏิบัติการ เครื่องมือที่มีอยู่สามารถทำงานได้ถูกต้อง

แต่เมื่อพิจารณาสิ่งที่โครงการนี้ได้ดำเนินการไปแล้ว และจากการประชุมที่เคยดำเนินการมา มีความเห็นว่าเป็นที่ยุติแล้ว ห้องปฏิบัติการก็ยังคงดำเนินการตามปกติ โดยที่ไม่สามารถค้นพบสาเหตุของความแตกต่างใน Lab ได้

การดำเนินงาน/คำชี้แจง

1.1 โครงการนี้ได้มีแผนกดำเนินการตามข้อเสนอแนะ 1.1 และ 1.2 คุยแล้ว โดยดำเนินการตามข้อ 1.1 ในปีที่ 1 และ ข้อ 1.2 ในปีที่ 2 (รายละเอียดผลการวิเคราะห์ตาม แผนการดำเนินงานในปีที่ 1 ปรากฏในบทที่ 3) ผู้เชี่ยวชาญอาจ ไม่ทราบภาพรวมตลอดโครงการจึงเสนอแนะเช่นนี้

1.2 วิธีมาตรฐาน (reference method) มีวิธีวิเคราะห์ที่โครงการนี้คิดค้นขึ้น แล้วนำมากำหนดให้ห้องปฏิบัติการ ต่างๆ ทำตาม ตามความหมายของผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้ข้อเสนอแนะ แต่หมายถึงวิธีที่มีอยู่ก่อนแล้ว และได้รับการ พิสูจน์แล้วว่าสามารถปฏิบัติกันได้ตามวัตถุประสงค์ของวิธีนั้นๆ โครงการดำเนินการเพียงเล็กน้อยและรวบรวมวิธี เหล่านี้มาแนะนำแก่ห้องปฏิบัติการในเครือข่าย โดยไม่มีสัญญาณให้ห้องปฏิบัติการเหล่านั้น จะต้องปฏิบัติตาม เพียง แต่ห้องปฏิบัติการนั้นๆ สามารถอ้างอิงได้ง่ายขึ้น เพราะเป็นวิธีที่นักวิชาการด้านการวิเคราะห์ได้ผ่านการยอมรับใน ระดับหนึ่งแล้ว ประเทศอเมริกาเป็นตัวอย่างที่ดีในเรื่องนี้ ห้องปฏิบัติการในแต่ละรัฐของอเมริกาไม่ได้ใช้วิธีเดียวกัน เช่น การวิเคราะห์ P มีถึง 6 วิธีที่ถูกกำหนดให้เป็นวิธีมาตรฐาน โดย Soil and Plant Analysis Council คือ Bray I, Olsen, Mechlich I, Mechlich III, Morgan, และ ammonium bicarbonate-DTPA ถึงแม้ Bray II จะไม่ถูกกำหนดให้เป็นวิธีมาตรฐาน แต่ก็ยังมีหลายรัฐใช้

1.3 การสรุปว่า “เป็นที่ยุติแล้ว” ห้องปฏิบัติการก็ยังคงดำเนินการตามปกติ โดยที่ไม่สามารถค้นพบสาเหตุของความแตกต่างใน Lab ได้ เป็นการสรุปที่ไม่ให้ความเป็นธรรมกับผู้ถูกประเมิน และขาดหลักฐานข้อเท็จจริงสนับสนุน โครงการนี้ได้ดำเนินการเพียง 6 เดือน ก่อนถูกประเมิน แต่ผู้ทรงคุณวุฒิกลับประเมินทั้งโครงการ การประเมินความเป็น ไปได้ตลอดโครงการควรดำเนินการในขั้นตอนของข้อเสนอโครงการ มีสิ่งแวดล้อมของโครงการ ห้องปฏิบัติการมี

กาปรับปรุงหลายประการ เช่น ห้องปฏิบัติการแห่งหนึ่งวิเคราะห์พีชโดยใช้น้ำหนักแห้งที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นน้ำหนักอ้างอิงในการคำนวณความชื้นชั้นกาสุกอาหาร แต่หลังจากโครงการได้จัดสัมมนาระหว่างวันที่ 23-24 พฤษภาคม 2545 และมีความเห็นร่วมกันว่า ควรใช้น้ำหนักแห้งที่อุณหภูมิ 70 °C ห้องปฏิบัติการนั้นก็ได้รับเปลี่ยน นอกจากนี้โครงการยังมีแผนการดำเนินงานอีกหลายอย่าง เช่น ให้ทุกห้องปฏิบัติการมีการจัดทำ standard operating procedure (SOP) และมีการสอนเทียบน้ำหนักระหว่างกัน เป็นต้น เพื่อให้ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักดำเนินงานตามวิธีปฏิบัติที่เหมาะสมมากขึ้น ซึ่งทางโครงการฯ พร้อมทั้งจะให้ สกว. ตรวจสอบการดำเนินการในเรื่องเหล่านี้ได้ทุกเมื่อ การสรุปว่า "ในที่สุดแล้ว ห้องปฏิบัติการก็ยังคงดำเนินการตามปกติ" จึงเป็นการสรุปที่ไม่ใช่ข้อเท็จจริง

ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

2. การจัดหาห้องปฏิบัติการเครือข่ายเสริม น่าจะดำเนินการภายหลังจากที่เครือข่ายหลักประสบความสำเร็จไปแล้วระดับหนึ่ง เพราะต้องถ่ายถอดวิธีการปฏิบัติที่ได้ดำเนินการอย่างถูกต้องแล้วให้กับเครือข่ายเสริม

การดำเนินงาน/คำชี้แจง

- 2.1 เป็นข้อจำกัดด้านเวลาที่โครงการนี้ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการเพียง 2 ปี หากจะให้เครือข่ายหลักประสบความสำเร็จไประดับหนึ่ง ซึ่งต้องใช้เวลาประมาณ 1-2 ปี และจัดหาเครือข่ายเสริมอีกประมาณ 1 ปี ทำให้ไม่มีกิจกรรมระหว่างเครือข่ายทั้งสองเลย โครงการนี้ต้องการให้เครือข่ายเสริมเข้ามามีส่วนร่วมรู้เห็นการดำเนินงานรวมทั้งตั้งแต่ต้น เพื่อสร้างความเข้าใจได้ง่ายในภายหลัง
- 2.2 ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายหลักมีความพร้อมในระดับหนึ่งอยู่แล้ว ทุกห้องปฏิบัติการสามารถวิเคราะห์ทดสอบสุกอาหารพืชได้เกือบทุกธาตุ (ยกเว้น Mo และ B) นอกจากนี้ยังมีประสบการณ์ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากองค์กรต่างประเทศ เช่น ACTAR, IBSRAM, SEALNET, WEPAT เป็นต้น ดังนั้นจึงสามารถเริ่มงานได้เลยโดยไม่ต้องรอสร้างความพร้อม
- 2.3 การจัดหาห้องปฏิบัติการเครือข่ายเสริมเป็นแผนการดำเนินงานที่บรรจุไว้ในข้อเสนอโครงการ และผ่านขั้นตอนการพิจารณาโครงการแล้ว

ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

3. การจัดทำคู่มือมาตรฐานยังไม่ควรทำ ถ้ายังไม่ได้ทดสอบว่า วิธีที่เสนอนั้นห้องปฏิบัติการส่วนมากสามารถปฏิบัติได้หรือไม่ และค่าที่วัดจากภาววิเคราะห์ดินหรือพืชใกล้เคียงกันในแต่ละห้องปฏิบัติการหรือไม่ เพราะเราจัดทำเพื่อรวบรวมและแปลมาจากต่างประเทศ โดยไม่ทดสอบความถูกต้อง ว่าต้องเพิ่มค่าอธิบาย หรือเทคนิคต่างๆ น้อยๆ เข้าไปในแต่ละขั้นตอน ก็ไม่แตกต่างจากเอกสารที่มีอยู่แล้วในขณะนี้

การดำเนินงาน/คำชี้แจง

3.1 โครงการฯ ได้สำรวจห้องปฏิบัติการจำนวนมากจนอาจเรียกได้ว่าเกือบทุกห้องปฏิบัติการที่มีอยู่ในประเทศไทย และจัดสัมมนาผู้เชี่ยวชาญระหว่างวันที่ 23-24 พฤษภาคม 2545 เพื่อตอบคำถามว่า "วิธีที่เสนอนั้นห้องปฏิบัติการส่วนมากสามารถปฏิบัติได้หรือไม่" เราได้เลือกวิธีที่ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ยอมรับมาเป็นวิธีมาตรฐาน

3.2 มีผลการวิจัยจำนวนมาก ที่ตอบคำถามว่า “ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ดินหรือพืชใกล้เคียงกันในแต่ละห้องปฏิบัติการหรือไม่” หากค่าที่ได้ในแต่ละห้องปฏิบัติการใกล้เคียงกัน ระบบประกันคุณภาพต่างๆ เช่น ISO 17025 จะไม่มีความหมาย เพราะห้องปฏิบัติการไม่จำเป็นต้องประกันคุณภาพ

3.3 การจัดทำคู่มือมาตรฐาน (reference method) เป็นแผนการดำเนินงานที่บรรจุไว้ในข้อเสนอโครงการ และผ่านขั้นตอนการพิจารณาโครงการแล้ว

ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

4. การจัดทำฐานข้อมูลเพื่อแปลผลค่าวิเคราะห์พืช อาจทำได้ในกรณีที่มีเงินพืชไว้ แต่ในกรณีของไม้ผล ถ้าผู้ที่ต้องทำหน้าที่แปลความหมายไม่มีความเข้าใจในเรื่องธาตุอาหารพืช โดยเฉพาะไม้ผลดีพอ ในระยะยาวอาจเกิดผลเสียมากกว่าผลดี

การดำเนินงาน/คำชี้แจง

4. ไม่เข้าใจเหตุผลของผู้ทรงคุณวุฒิที่ว่าทำไมจึงเกิดผลเสียในระยะยาว ผู้ทรงคุณวุฒิควรแสดงเหตุผลและยกตัวอย่างประกอบ ประกอบอเมริกา ญี่ปุ่น และออสเตรเลีย ได้ดำเนินการเรื่องนี้มานานแล้ว จนถึงปัจจุบันคณะผู้วิจัยยังไม่รู้ข้อมูลผลเสียที่เกิดขึ้น

ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

5. ควรอบรมเจ้าหน้าที่วิเคราะห์ผลเรื่องของการแปลผล และการส่งมาคณะ เพื่อให้ได้ข้อมูลจากเกษตรกร ในกรณีนำมาประกอบการพิจารณาในการแปลผลข้อมูล และควรจัดทำแบบสอบถามให้เป็นมาตรฐานสำหรับเจ้าหน้าที่ห้อง Lab ต่างๆ เพื่อให้สอบถามข้อมูลจากเกษตรกรผู้เก็บตัวอย่าง

การดำเนินงาน/คำชี้แจง

5.1 คณะผู้วิจัยเคยเสนอเรื่องการแปลผลเป็นงานหลังงานหนึ่งของโครงการ แต่ได้รับคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิให้ตัดออกไป เนื่องจากโครงการที่เหลืออยู่จึงไม่เน้นการแปลผล การแปลผลส่วนที่เหลืออยู่ในโครงการฯ ขณะนี้เป็นการแปลผลเบื้องต้นโดยใช้ข้อมูลหัตถยภูมิที่รวบรวมจากงานวิจัยอื่นเท่านั้น หากกลับมาเน้นเรื่องนี้ก็อาจถูกดำเนินเหมือนความเห็นเพิ่มเติมของผู้ทรงคุณวุฒิ ข้อ 1

5.2 สำหรับการจัดทำแบบสอบถามเกษตรกรให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน ทางโครงการฯ ได้บรรจุไว้ในหัวข้อสุดท้ายในคู่มือมาตรฐาน ซึ่งได้รับข้อเสนอแนะให้ตัดออกเช่นกัน (ข้อเสนอแนะข้อ 3)

ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

6. การแปลผลข้อมูลการวิเคราะห์ที่นำเสนอมา ไม่แน่ใจว่าใช้กับพืชชนิดใดได้ เพราะถ้าเป็นไม้ผลค่าที่ได้น่าจะยังไม่ถูกต้องนัก เช่น Mg สูงเกินไป และ K ต่ำเกินไป

การดำเนินงาน/คำชี้แจง

6. คณะผู้วิจัยจะประชุมหารือสรุปอีกครั้งในงวดที่ 3 แล้วส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเสนอแนะแก้ไขในงวดที่ 4 การแปลผลวิเคราะห์ดินใช้สำหรับพืชทั่วไปไม่ได้แยกประเภทของพืช และกลุ่มดิน ซึ่งเป็นการแปลผลมีระดับหนึ่งที่ต้องการผลวิจัยมาสนับสนุน ซึ่งมีได้เป็นงานของโครงการนี้

ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

7. ระดับความต้องการปุ๋ยในตารางที่ 5-3 (หน้า 37) น่าจะเริ่มจากสูงมากใน rating ที่เป็นกรดสูงแรงมาก และลดลงเมื่อเป็นกรดน้อยลง

การดำเนินงาน/คำชี้แจง

7. คณะผู้วิจัยจะประชุมหารือสรุปอีกครั้งในงวดที่ 3 แล้วส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเสนอแนะแก้ไขในงวดที่ 4

ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

8. ตารางที่ 5-9 (หน้า 40) rating ของ exchangeable Ca ที่ <2 เท่ากับ ต่ำมาก หรือ 2-5 cmol/kg เท่ากับ ต่ำ ควรพิจารณาใหม่ เพราะจาก reference เช่น Landon (1991) ค่าประมาณ 0.5 - 0.8 ถือว่าต่ำมาก ดังนั้นค่าที่มากกว่า 0.8 น่าจะใช้เป็นค่าที่ต่ำมาก เช่นเดียวกับค่า exchangeable Mg ในบาง reference ค่า 0.2-0.5 จัดไว้เกินค่าปานกลาง แต่ของรายงานนี้จัด <0.3 หรือ 0.3-1.0 cmol/kg เป็นค่าต่ำ-ต่ำมาก ควรหาข้อมูลพิจารณาเพิ่ม

การดำเนินงาน/คำชี้แจง

8. คณะผู้วิจัยจะประชุมหารือสรุปอีกครั้งในงวดที่ 3 แล้วส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเสนอแนะแก้ไขในงวดที่ 4

ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

9. ตารางที่ 5-9 (หน้า 40) การแปลผลโดยวิธี Mehlich III ควรพิจารณาข้อมูลใหม่ เพราะค่าของ exchangeable K ที่วัดได้โดยวิธี Mehlich III กับ 1 M NH₄OAc pH 7 น่าจะใกล้เคียงกัน เมื่อนำมาคำนวณเป็น mg/kg แล้วค่าของ rating K ดูจะสูงเกินไป เช่น ต่ำ-ต่ำมาก exchangeable K 75-125 mg/kg จะใกล้กับ 0.19-0.32 cmol/kg ซึ่งในตารางที่ 5-9 แปลผลโดย 1 M NH₄OAc บอกว่าอยู่ในระดับปานกลาง

การดำเนินงาน/คำชี้แจง

9. คณะผู้วิจัยจะประชุมหารือสรุปอีกครั้งในงวดที่ 3 แล้วส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเสนอแนะแก้ไขในงวดที่ 4

ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

10. ในบทที่ 7 (ดูรายงานความก้าวหน้า) เกี่ยวกับการจัดทำฐานข้อมูลเพื่อแปลผลการวิเคราะห์พืช ซึ่งมีความเฉพาะเกี่ยวกับ ชนิดพืช พันธุ์พืช ชนิดของดินสวน อายุของดินสวน ตำแหน่งใบ และสิ่งแวดล้อม ควรมีการรวบรวมข้อมูลมากกว่าหนังสือ 3 เล่ม ที่ผู้วิจัยเสนอ ควรรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยเกี่ยวกับไม้ผลในเมืองไทย หรือพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย ที่มีการทดลองไว้แล้วด้วย เช่น มังคุด ยางพารา ทุเรียน ปาล์มน้ำมัน เป็นต้น

การดำเนินงาน/คำชี้แจง

10. คณะผู้วิจัยตั้งกองรวบรวมข้อมูลที่มากที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้อยู่แล้ว หนังสือ 3 เล่ม ที่อ้างถึงเป็นหนังสือรวบรวมงานวิจัยหลายร้อยเรื่อง ทำให้สะดวกต่อการนำข้อมูลมาใช้ที่ฐานข้อมูล

ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

ความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้ทรงคุณวุฒิ

1. คณะผู้วิจัยได้ใช้เวลาไปให้ความสำคัญกับสิ่งอื่นๆ มากกว่า เช่น การจัดอบรมการวิเคราะห์ดินและพืช อันที่จริงถ้ายังไม่สามารถจัดหาวิธีมาตรฐาน และวิธีให้ห้องปฏิบัติการ (โดยเฉพาะห้องปฏิบัติการหลัก) ให้ได้ค่าวิเคราะห์ที่ถูกต้องใกล้เคียงกันแล้ว การจัดอบรมน่าจะไม่เกิดประโยชน์

การดำเนินงาน/คำชี้แจง

คำชี้แจง

1. คณะผู้วิจัยได้ตระหนักเรื่องนี้ดี และจะระลอกการอบรมนี้ครั้งที่ 3 ออกไปเป็นงวดสุดท้าย หรือยกเลิกการอบรมสำหรับ การจัดอบรมนี้ครั้งที่ 1 นั้นเป็นผลต่งเนื่องจากการเข้าร่วมกิจกรรมกับ SEALNET ทางคณะนักวิจัยได้รับทุนสนับสนุนการอบรมส่วนหนึ่งจาก (International Research for Development :IRD) ประเทศฝรั่งเศส ซึ่งจะต้องใช้งบประมาณภายในเดือนเมษายน 2545 การอบรมต้องมีผู้เข้าร่วมจากประเทศในกลุ่มเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มากกว่า 1 ประเทศ และต้องมีหน่วยงานอื่นร่วมสนับสนุนการจัดด้วย จึงจำเป็นต้องดำเนินการให้เป็นไปตามเงื่อนไขของผู้ให้ทุน วิธีมาตรฐาน เป็นวิธียของ SEALNET ซึ่งได้จัดทำไว้ก่อนแล้ว

ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

ความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้ทรงคุณวุฒิ

2. ในรายงานที่กล่าวถึงห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งว่า สามารถวิเคราะห์ธาตุหรือสมบัติต่างๆ และรายงานผลได้ภายใน 2-3 สัปดาห์ นั้น ออกกทราบว่าปฏิบัติได้จริงเป็น **routine หรือไม่** เพราะจากที่ ได้รับฟังมาจากหลายๆ ฝ่าย ข้อมูลมักไม่ตรงกับที่กล่าวถึง อยากให้ห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งคำนึงถึงศักยภาพที่ทำได้จริงๆ ในกรณีที่มีผู้ส่งตัวอย่างมาวิเคราะห์ ไม่ใช่ทำได้เฉพาะในการดำเนินโครงการนี้เท่านั้น

การดำเนินงาน/คำชี้แจง

คำชี้แจง

2. ข้อมูลที่ปรากฏในรายงานเป็นผลการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่หรือหัวหน้าห้องปฏิบัติการนั้นๆ ผู้วิจัยไม่อาจคิดเงื่อนไขตัวเลขให้ต่างไปจากนี้ได้ ระยะเวลาดังกล่าว ห้องปฏิบัติการบางแห่งไม่รวมระยะเวลาเตรียมตัวอย่าง หากผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อมูลที่เชื่อถือได้ว่าไม่ตรงกับที่กล่าว โปรดแสดงหลักฐาน คณะผู้วิจัยจะนำมาอ้างอิงหักล้างกับผลการสำรวจ งานวิจัยชิ้นนี้เป็นงานวิจัยเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยไม่สามารถนำข้อมูลเล็กน้อยที่เกิดจากการสุ่มจับผิดมาให้ร้ายป้ายสีมาเป็นข้อมูลของโครงการฯ ได้ ไม่ว่าข้อมูลนั้นจะมาจากที่ฝ่ายก็ตาม ห้องปฏิบัติการบางแห่งได้จัดโครงการหมอดินเคลื่อนที่ขึ้นเป็นระยะๆ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ดินให้เกษตรกรเสร็จสิ้นภายใน 1 วัน ด้วยซ้ำ

ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

ความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้ทรงคุณวุฒิ

1. ขอให้คณะผู้ทำวิจัยเตรียมหาวิธีการที่จะทำให้เครือข่ายนี้คงอยู่ต่อไป หลังจากจบโครงการแล้ว เนื่องจากเป็นวัตถุประสงค์หลักของโครงการชุดนี้

การดำเนินงาน/คำชี้แจง

คำชี้แจง

1. เครือข่ายห้องปฏิบัติการด้านการวิเคราะห์ดินและพืชในกลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ได้มีมานานแล้ว (ประมาณปี พ.ศ. 2525 หรือก่อนหน้านั้น) เป็นความจำเป็นของงานด้านนี้ ที่ไม่สามารถถล่มสลายได้ แต่มีกิจกรรมไม่ค่อยสม่ำเสมอขึ้นอยู่กับการสนับสนุนด้านงบประมาณ ผู้ปฏิบัติงานตระหนักถึงความสำคัญในเรื่องนี้ และพยายามดิ้นรนขอการสนับสนุนทุกช่องทางที่มีโอกาส ในอดีตองค์กรต่างประเทศตระหนักถึงความสำคัญและให้การสนับสนุนมาโดยตลอดถึงแม้งบประมาณจะไม่มากนัก และจำนวนห้องปฏิบัติการของประเทศที่เข้าร่วมมีจำนวนจำกัด

ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

ความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้ระสานงาน

2. ควรมีการสำรวจข้อมูลของห้องปฏิบัติการที่สามารถวิเคราะห์ดินและพืชได้ทั้งหมดในประเทศไทย โดยลงใน website หรือมีการเผยแพร่ให้เกษตรกรรู้ ควรให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์แก่เกษตรกร เพื่อให้เกษตรกรสามารถใช้ในการตัดสินใจที่จะรังตัวอย่างไร้สาระ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ดินและพืช

การดำเนินงาน/คำชี้แจง

คำชี้แจง

2. ดำเนินการอยู่แล้วสามารถดูข้อมูลได้ที่ <http://webhost.wu.ac.th/msomsak/iabnet/>



ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิและ การปรับแผนดำเนินงานหรือคำชี้แจง

การประเมินความก้าวหน้าในรอบ 6 เดือนที่ 2

ข้อเสนอแนะ	การดำเนินงาน/คำชี้แจง
<p>1. จากรายงานความก้าวหน้าพบว่ามีความแปรปรวนของข้อมูลค่อนข้างสูงของการวิเคราะห์ตัวอย่างยิ่ง ทั้งตัวอย่างพืชและดิน โดยเฉพาะ S, Fe, Cu, Zn และไนฟิช หรือ P, S, Exch.cations, Fe, Mn, Cu ในดิน และบางกรณีพบว่าในตัวอย่างดินมีค่าวิเคราะห์ที่สูง เช่น ค่า EC หรือ P ควรทำการวิเคราะห์โดยละเอียด ทาลาเหตุความแปรปรวน ค่าวิเคราะห์ที่ได้มีความแปรปรวนสูง ผู้วิจัยได้ทราบถึงปัญหาเหล่านี้ดีแล้ว และกำลังแก้ไขอยู่ (ข้อ 6 หน้า 30-33) และเนื่องจากขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสำคัญมากของการจัดทำวิธีวิเคราะห์มาตรฐาน</p>	<p>1. คณะผู้วิจัยทราบปัญหาที่อยู่ก่อนแล้ว ห้องปฏิบัติการที่ไม่มีกำบังประกั้นคุณภาพจะมีปัญหาเช่นนี้ มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินห้องปฏิบัติการจำนวนมาก นำเสนอปัญหาและข้อมูลในการทำงานร่วมกันนี้ หากผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการต่างๆ ไม่สามารถเชื่อถือได้ การส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์ดินย่อมไม่เกิดประโยชน์ กระบวนการแก้ไขได้นำเสนอไว้แล้ว พร้อมทั้งได้รายงานความก้าวหน้าในฉบับนี้</p>
<p>2. เนื่องจากวัตถุประสงค์ข้อ 2 มีความประสงค์จะให้ค่าวิเคราะห์ที่ได้มีความถูกต้องแม่นยำ แต่ค่าวิเคราะห์ที่ได้จากห้องปฏิบัติการเครือข่ายค่อนข้างจะแตกต่างกันค่อนข้างมาก และค่าที่ได้มีผลต่อการแปลผลหรือการให้คำแนะนำที่แตกต่างกันอย่างมาก เสนอให้คณะผู้วิจัยดำเนินการแก้ไขส่วนนี้ ระบบประกั้นคุณภาพต่างๆ จะไม่มีความเหมาะสม หากไม่มีความสามารถทำการวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง แล้วย่อมเกิดผลเสียอย่างมาต่อเกษตรกร</p>	<p>2. การแก้ไขปัญหาคือวัตถุประสงค์หลักของโครงการอยู่แล้ว ปัญหาเกิดจากไม่มีการประกั้นคุณภาพมาใช้ ทำให้ผลการวิเคราะห์แปรปรวนสูง และเป็นปัญหาต่อผู้ใช้ข้อมูลมานานแล้ว โครงการฯ พยายามแก้ไขอย่างเป็นขั้นเป็นตอนดังที่เสนอไว้ในรายงานความก้าวหน้าฉบับที่ 2 และฉบับนี้</p>
<p>3. ควรเร่งรัดให้ห้องปฏิบัติการต่างๆ ดำเนินการวิเคราะห์ตัวอย่างยิ่ง โดยใช้วิธีที่ปฏิบัติอยู่เป็นปกติ ถึงแม้ว่าห้องปฏิบัติการนั้นจะไม่มีบริการในช่วงเวลาที่ดำเนินการก็ตาม เพื่อจะได้นำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอื่นๆ</p>	<p>3. ในงวดนี้ได้ปฏิบัติตามคำแนะนำนี้แล้ว อ่างไรก็ตามการทำแบบนี้จะทำให้ดูเหมือนว่าข้อมูลมีความแปรปรวนน้อยลง</p>
<p>4. ตัวอย่างอ้างอิงของประเทศฯ สามารถส่งให้ WEPAL วิเคราะห์ได้หรือไม่ เพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายที่ได้ทำไปแล้วว่าข้อมูลที่วิเคราะห์ไว้แล้วถูกต้องหรือคลาดเคลื่อนอย่างไร (ในกรณีที่วิธีวิเคราะห์เดียวกัน) ในขณะเดียวกันก็เป็นการเพิ่มความถูกต้องมาเชื่อถือของค่าวิเคราะห์ตัวอย่างมาตรฐานในห้วยป่าไผ่ด้วย</p>	<p>4. WEPAL ไม่มีห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ของตนเอง ห้องปฏิบัติการที่ WEPAL มีอยู่เป็นห้องปฏิบัติการเตรียมตัวอย่างและห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ โครงการฯ สามารถส่งตัวอย่างให้ WEPAL ก็ได้ เมื่อ WEPAL ได้รับจะเตรียมและส่งให้ห้องปฏิบัติการอื่นๆ ในเครือข่ายเป็นผู้วิเคราะห์ งบประมาณที่ได้รับขณะนี้ไม่เพียงพอ WEPAL คิดค่าใช้จ่ายสำหรับดิน 2,500</p>

	<p>Euro/ตัวอย่าง (ประมาณ 120,000 บาท) ไม่รวมค่าจัดส่ง โดยจะต้องจัดส่งให้ WEPAL อย่างน้อย 50 กิโลกรัม และคิดค่าใช้จ่ายสำหรับพืช 1,250 Euro/ตัวอย่าง (ประมาณ 60,000 บาท) โดยจะต้องจัดส่งให้ WEPAL อย่างน้อย 7 กิโลกรัม หาก สกว. ยินดีสนับสนุนค่าใช้จ่ายส่วนนี้เพิ่มเติม และขอยกเวลาดำเนินการลดไปอีก ทางโครงการ ไม่ขัดข้องที่จะดำเนินการ</p>
<p>5. เนื่องจากระยะเวลาดำเนินการไม่มาก เป็นไปได้หรือไม่ที่จะให้ทุกห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ตัวอย่างค้างคิงจาก WEPAL. ตัวอย่างเดียวกัน พร้อมกันทุกห้องปฏิบัติการในเครือข่าย และจะได้ทราบข้อมูลที่บกพร่องต่างๆ จากตัวอย่างอ้างอิงเดียวกันแทนที่จะหมุนเวียนวิเคราะห์ (คิดว่าน่าจะขอตัวอย่างจาก WEPAL ให้มากขึ้นก่อน แล้วแบ่งส่งให้ทุก Lab วิเคราะห์ และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกันจะได้หาแนวทางการแก้ไขปรับปรุงในแต่ละ Lab ได้รวดเร็วขึ้น (ไม่ทราบว่า WEPAL ใช้วิธีวิเคราะห์เดียวกันกับวิธีที่ห้องปฏิบัติการในเครือข่ายดำเนินการอยู่หรือไม่) ควรวิเคราะห์ดูค่าวิเคราะห์ parameter ใดที่สามารถทำได้ค่อนข้างแม่นยำ ให้ใช้วิธีการของห้องปฏิบัติการนั้นๆ เป็นแนวทางในการปรับปรุงวิธีวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอื่นๆ</p>	<p>5. WEPAL ไม่อนุญาตให้สมาชิกขอตัวอย่างเพิ่ม (ดูระเบียบสมาชิกได้ที่ http://www.wepal.nl) หากต้องการเพิ่มสามารถทำได้ 3 วิธี คือ 1) จ่ายให้ WEPAL ดำเนินการวิเคราะห์ตัวอย่างที่โครงการมีอยู่ ซึ่งต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงมากตามที่ได้ชี้แจงไปแล้วในข้อ 4 2) ให้ห้องปฏิบัติการทุกห้องปฏิบัติการเป็นสมาชิก ซึ่งจะต้องเสียค่าสมาชิกเพิ่มอีกประมาณ 225,000 บาท/ปี ซึ่งโครงการฯ ไม่มีงบประมาณเพียงพอที่จะดำเนินการ 3) จัดซื้อตัวอย่างที่ทราบผลการวิเคราะห์แล้วจาก WEPAL ในราคา 14,400 บาท/กิโลกรัม (ในกรณีตัวอย่างดิน) วิธีสุดท้ายเป็นทางเลือกที่มีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด คงเหลือก็ตามแนบส่งตัวอย่างที่รู้ค่าตอบให้ห้องปฏิบัติการต่างๆ วิเคราะห์ย่อมไม่ต่างจากการส่งข้อสอบที่เฉลยแล้วให้นักเรียนสอบ คณะนักวิจัยจึงส่งตัวอย่างค้างคิงที่โครงการฯ เตรียมขึ้นไปให้ CIRAD (ดูรายละเอียดขององค์กรนี้จาก http://www.cirad.fr/) เป็นผู้วิเคราะห์แทน WEPAL ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ถูกกว่า และสามารถกำหนด parameter ที่ต้องการได้</p>
<p>6. การจัดทำคู่มือวิธีมาตรฐานการวิเคราะห์ดินและพืชก่อนพิมพ์ครั้งสุดท้าย ความมั่นใจว่าได้แก้ปัญหาในขั้นตอนของวิธีการวิเคราะห์ที่ทำให้ได้ข้อมูลที่แปรปรวนให้ได้ก่อน หรืออาจมีการสุ่มตรวจสอบ การวิเคราะห์ตัวอย่างค้างคิงโดยส่งตัวอย่างให้ห้องปฏิบัติการต่างๆ ทั้งในและนอกเครือข่าย (อาจสุ่มใช้ lab 3-5 แห่ง) วิเคราะห์ตัวอย่างตามขั้นตอนในคู่มือและดูผลการวิเคราะห์ยืนยันครั้งสุดท้าย</p>	<p>6. ได้ดำเนินการอยู่แล้ว ทุกห้องปฏิบัติการในเครือข่าย หลังจากได้ปรับปรุงวิธีวิเคราะห์ให้เข้าสู่วิธีมาตรฐานแล้ว</p>

<p>7. คู่มือประกันคุณภาพและการบริหารห้องปฏิบัติการนั้น ไม่ออกกให้แปลของต่างประเทศมากมาย ทำแบบไทยๆ ที่สามารถดูง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน แต่ให้มีคุณภาพเชื่อถือได้ น่าจะเป็นการดี</p>	<p>7. กำลังปรับตามข้อเสนอ</p>
<p>8. เห็นชอบและสนับสนุนการจัดทำคู่มือประกันคุณภาพและการบริหารห้องปฏิบัติการ เพราะเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืช เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องมากที่สุด อันนำไปสู่การตีความหมายใช้ประโยชน์ที่เหมาะสมต่อไป</p>	<p>8. คณะนักวิจัยขอขอบคุณที่ให้การสนับสนุน</p>



ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิและ การปรับแผนดำเนินงานหรือคำชี้แจง
การประเมินความก้าวหน้าในรอบ 6 เดือนที่ 3

ข้อเสนอแนะ	การดำเนินงาน/คำชี้แจง
<p>1. ห้องปฏิบัติการที่เป็นเครือข่ายหลักควรใช้วิธีวิเคราะห์ที่เป็นแบบเดียวกัน (ถ้าเป็นไปได้) การปฏิบัติใดๆ ที่อยู่ในวิธีสัที่ จะปฏิบัติให้เหมือนกันได้ เช่น สกัดส่วนดิน น้ำ หรือน้ำยาสกัด สกัดส่วนของ mixed acid ที่ใช้ในทาง digest เป็นต้น สำหรับเครื่องมือที่ใช้แตกต่างกันคงต้องอนุโลมให้ใช้เท่าที่แต่ละห้องปฏิบัติการมีอยู่ อย่างไรก็ตามค่าวิเคราะห์ต่างๆ ของตัวอย่างเดียวกันไม่ควรแตกต่างกันมาก ที่สำคัญทุกครั้งทีวิเคราะห์ตัวอย่างต้องวิเคราะห์ตัวอย่างอ้างอิงด้วยเพื่อตรวจสอบ</p>	<p>1. ทางโครงการฯ ได้พยายามดำเนินการเรื่องนี้มา ตั้งแต่เริ่มต้นโครงการฯ เพราะทราบข้อมูลเบื้องต้นก่อนแล้ว และประเด็นนี้เป็นกิจกรรมหนึ่งของโครงการฯ คือการจัดทำวิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืช ซึ่งมีแผนจะจัดทำพิมพ์เป็นรูปเล่มหลังเสร็จสิ้นโครงการฯ การเปลี่ยนแปลงนโยบายละเอียดของวิธีทำได้ยาก เนื่องจากเป็นความถี่ ความคุ้นเคย หรือวัฒนธรรมมองค้กรของห้องปฏิบัติการนั้นๆ หากผลการวิเคราะห์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญก็ไม่มีควมจำเป็นต้องปรับเปลี่ยน ทางโครงการฯ ไม่มีอำนาจใดๆ ที่จะไปกำหนดเช่นนั้นได้</p> <p>ความแปรปรวนของค่าวิเคราะห์ที่ผิดปกติเป็นประเด็นวิจัยสำคัญของโครงการฯ ที่ต้องการตรวจสอบและค้นหาสาเหตุที่แท้จริง ประเทศไหนไม่เคยมีข้อมูลเชิงลึกและเป็นระบบมาก่อน ทำให้ไม่สามารถคิดหาวิธีแก้ไขได้ เรามีแต่ต้นเอกจากส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์ และหน่วยงานรัฐบางแห่งออกให้บริการวิเคราะห์ที่ฟรีตามทีต่างๆ (mobile lab) โดยลืมนึกไปว่าผลการวิเคราะห์ที่ผิดผลาดอาจสร้างความเสียหายให้แก่เกษตรกรมากกว่าอยู่เฉยๆ</p>
<p>2. เนื่องจากยังมีความแปรปรวนและความคลาดเคลื่อนของการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืชอยู่ ถึงแม้จะมีการเพิ่มจำนวนที่ (n) ในการวิเคราะห์แล้วก็ตาม ดังนั้นหลังจากกำหนดวิธีมาตรฐานและ standard operating procedure แล้ว รวมทั้งได้ค่าวิเคราะห์ตัวอย่างมาตรฐานที่ทำไว้จากห้อง Lab ในประเทศและต่างประเทศที่เชื่อถือได้แล้วและทราบว่าห้อง Lab ในเครือข่ายได้บ้างที่วิเคราะห์ผิดพลาดไป มีความแปรปรวนสูง (CV > 10%) ทางโครงการควรออกไปตรวจสอบอย่างใกล้ชิด โดยได้ค่าวิเคราะห์ที่ถูกต้อง อันนำไปสู่การเกษตร</p>	<p>2. ทางโครงการฯ ได้ซ้ยกผลเชิงลึกโดยการทดสอบเครื่อง AAS เนื่องจากพบว่า ผลการวิเคราะห์โลหะหลายชนิดมีความแปรปรวนสูงมาก แต่ยังไม่สามารถดำเนินการถึงขั้นแก้้ปัญหาได้ เนื่องจากหมดเวลาดำเนินโครงการฯ แล้ว จำเป็นต้องทิ้งปัญหานี้ไว้ดำเนินการในอนาคตที่งบประมาณอันน้อย ทางโครงการได้ทดสอบ audit ห้องปฏิบัติการที่มีผลการวิเคราะห์ผิดพลาดสูงแปรปรวนสูงแห่งหนึ่ง (ใช้เวลา 1 วัน) แต่ไม่พบความผิดปกติของขั้นตอนและวิธีปฏิบัติ</p>

<p>3. การจัดทำคู่มือวิธีมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ดินและพืช ดำเนินไม่ได้ดีมาก อยากให้เห็นความสำคัญเรื่องการจัดทำฐานข้อมูลแหล่งผลวิเคราะห์ดินและพืช โดยเน้นข้อมูลดินเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งในประเทศไทย รวมถึงพืชเศรษฐกิจหลักๆ ของไทย เช่น ข้าว ยางพารา ปาล์มน้ำมัน ไม้ผล</p>	<p>3. ในฐานข้อมูลได้รวบรวมข้อมูลของพืชที่ยกตัวอย่างไว้แล้ว ทดลองใช้ฐานข้อมูลได้ที่ http://webhost.wu.ac.th/zmsomsak/labnet/</p>
<p>4. รายงานมีเนื้อหาและรายละเอียดมาก เสนอแนะให้สรุปเป็นข้อๆ โดยเฉพาะในส่วนของผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับ parameter โดยมีปัญหา อาจลำดับจากมากไปหาน้อยก็เห็นไม่ได้ ควรสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นน่าจะมาจากสาเหตุใดมากที่สุด และเมื่อดำเนินการแก้ไขแล้วตรงตามที่ต้องการหรือไม่</p>	<p>4. ได้พยายามดำเนินการแล้ว แต่งานที่มีคุณภาพต้องใช้เวลามากกว่าผู้ให้ทุนยินยอม ทำให้นักวิจัยต้องลดคุณภาพงานให้ทันเวลาที่ผู้ให้ทุนกำหนด</p>
<p>5. คณะผู้วิจัยได้เห็นว่า การที่ค่าวิเคราะห์มีความแปรปรวนสูง เกิดจากการที่ไม่ได้นำระบบประกันคุณภาพมาใช้ เมื่อนำระบบประกันคุณภาพมาใช้แล้ว ห้องปฏิบัติการที่ร่วมโครงการสามารถดำเนินการได้ดีขึ้นหรือไม่ ถ้าดีขึ้น คิดเป็นสัดส่วนอย่างไร</p>	<p>5. ขณะนี้เริ่มมีการใช้เปลี่ยนและแก้ไขสภาพห้องทดลองในบางห้องปฏิบัติการ เช่น จัดซื้อเครื่องมือใหม่เพราะพบว่าเครื่องมือที่ใช้อยู่เดิมมีค่าวิเคราะห์ที่แปรปรวนสูงมาก หรือเปลี่ยนวิธีเตรียมสารละลายมาตรฐานใหม่เพราะพบค่าวิเคราะห์ต่างจากห้องปฏิบัติการอื่นมาก เป็นต้น แต่ก็ยังมีบางห้องปฏิบัติการที่ไม่ดำเนินการใดๆ เนื่องจากนักวิจัยบางคนไม่อยู่ในฐานะผู้บริหารสูงสุดของห้องปฏิบัติการนั้นๆ จึงทำได้เพียงการนำเสนอข้อมูล</p>
<p>6. อยากให้อธิบายการแก้ไขผลการวิเคราะห์ที่แปรปรวนภายในห้องปฏิบัติการเดียวกันได้มีแนวทางอย่างไร</p>	<p>6. ผลการวิเคราะห์ที่เกิดขึ้นแล้วทำโดยตัดผลการวิเคราะห์นั้นๆ ออกร้าง (ตัดออกตามหลักสถิติของ control chart) การวิเคราะห์ที่ยังไม่ดำเนินการแก้ไขโดยใช้ reference material และ control chart เป็นเครื่องมือตรวจสอบความแปรปรวน เมื่อพบความผิดปกติหาสาเหตุแล้วแก้ไขสาเหตุ หรือวิเคราะห์ใหม่</p>
<p>7. อยากทราบว่าเมื่อดำเนินการเสร็จแล้ว ทางโครงการได้คาดหวังว่าห้องปฏิบัติการที่ร่วมโครงการจะสามารถรับงานวิเคราะห์บริการได้ตามมาตรฐานที่ตั้งไว้จำนวนเท่าใด</p>	<p>7. ทางโครงการ ไม่ได้คาดหวังเชิงปริมาณ เป็นความสามารถของห้องปฏิบัติการแต่ละแห่ง</p>
<p>8. อยากให้ตรวจสอบข้อมูลใน SOP ที่ทำ เพราะยังมีข้อผิดพลาดบางกรณี เช่น ดินที่วิเคราะห์ OM ขนาด 0.05 มม. ไม่ใช่ 5 มม. (มก.)</p>	<p>8. ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรวจสอบให้ข้อละเอียดทางโครงการ สนับสนุนให้ทุกห้องปฏิบัติการทบทวนแก้ไข SOP อย่างน้อยปีละครั้ง (เป็นไปตามมาตรฐาน ISO 9000 หรือ 17025) แต่ไม่สามารถรับประกันได้ว่าห้อง</p>

<p>9 ในส่วนของ ม. แมงไฉ้ ไม่แน่ใจว่าการวิเคราะห์ธาตุอาหาร เช่น P, Ca, Mg, Fe, Mn, etc. ซึ่งใช้วิธีย่อยสลายเดียวกัน จำเป็นหรือไม่ที่ต้องทำ SOP แยกกัน น่าจะใช้วิธีย่อยสลายเดียวกัน แต่ตกน้มน้ำ วิเคราะห์แยกกัน ในกรณีของ ม. วลัยลักษณ์ การหา Fe, Mn, Zn ในดินก็เช่นเดียวกัน</p>	<p>ปฏิบัติการนั้นๆ จะดำเนินการหรือไม่ SOP ที่จัดทำขึ้นนี้เป็นฉบับร่างจึงมีข้อบกพร่องค่อนข้างมาก ห้องปฏิบัติการที่กนิยอมทำตามข้อเสนอแนะของโครงการฯ ก็นับว่าเป็นความสำเร็จมากแล้ว</p> <p>9. การจัดทำ SOP ต่างจากการเขียนหนังสือ หรือคู่มือปฏิบัติการเพื่อสอนนักศึกษา สิ่งที่ต้องคำนึงถึงความถูกต้องของสิ่งที่ปฏิบัติจริง โครงการฯ ให้อิสระแก่ห้องปฏิบัติการในการวางแผน ผู้จัดทำมักคำนึงถึงความสะดวกในการ audit ตามคำแนะนำของวิทยากรผู้ให้คำแนะนำการจัดทำระบบคุณภาพ ISO9000 หรือ ISO17025 มิใช่เขียนเพื่อความสะดวกในการอ่าน อย่างไรก็ตามเมื่อทบทวนระบบแล้วพบความไม่สะดวก ห้องปฏิบัติการนั้นๆ จะดำเนินการแก้ไขตามกระบวนการของการ ระบุคุณภาพเอง ทางโครงการฯ ไม่ได้ต้องการเข้าไปกำหนดรายละเอียดมากเกินไป จึงจะสร้างแรงกดดันอย่างมากแก่ห้องปฏิบัติการนั้นๆ</p> <p>ปฏิเสธการเข้าสู่ระบบประกันคุณภาพ</p>
<p>10. เมื่อพิจารณาแล้วเห็นว่าแต่ละห้อง Lab มีวิธีการวิเคราะห์ที่แตกต่างกันบ้างสำหรับ parameter เดียวกันในอนาคต เมื่อจัดทำคู่มือเสร็จแล้ว เครื่องสายจะวิเคราะห์เดียวกันหรือไม่ เท่าที่ทดสอบมาไม่ทราบว่า มีข้อมูลหรือไม่ เมื่อใช้วิธีวิเคราะห์ เช่น P และธาตุอื่นๆ ที่มีการใช้ di-acid ในสัดส่วนที่แตกต่างกัน หรือใช้ tri-acid มีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร</p>	<p>10. คู่มือวิธีมาตรฐานฯ เป็นเพียงข้อกำหนดพื้นฐานของวิธีวิเคราะห์แต่ละวิธี รายละเอียดเพิ่มเติมของห้องปฏิบัติการแต่ละแห่ง ดังนั้นถึงแม้จะมีคู่มือวิธีมาตรฐานฯ ห้องปฏิบัติการต่างๆ ยังคงมีอิสระที่จะปฏิบัติไม่เหมือนกัน เช่น คู่มือวิธีมาตรฐานฯ กำหนดให้ใช้อัตราส่วน ดิน: สารละลาย (w/v) = 1:10 ห้องปฏิบัติการอาจใช้น้ำหนักดิน 2.5, 5.0, 7.5, 10 หรือ 15 กรัม ก็ได้ หากใช้สารละลาย 25, 50, 75, 100 หรือ 150 mL ตามลำดับ ก็ยังถือว่าเป็นไปตามวิธีมาตรฐาน</p> <p>ทางโครงการฯ ไม่มีข้อมูลความแตกต่างระหว่าง di-acid กับ tri-acid แต่คาดว่าจะมีการวิจัยมาก่อนแล้ว ข้อมูลที่มีขณะนี้ ได้แก่ การวัด pH ด้วยอัตราส่วนดิน:น้ำ = 1:1, 1:2.5 หรือแม้แต่ 1:5 ก็ไม่มีความแตกต่างระหว่างห้องปฏิบัติการอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ไม่หมายความว่า อัตราส่วนของดิน:น้ำไม่มีผลต่อการวัด pH ..แต่หมายความว่า ปัจจัยอื่นมีผลต่อความแปรปรวนมากกว่าปัจจัยของอัตราส่วน เป็นต้น</p>

<p>11. วิธีวิเคราะห์ N ในพืช อันที่จริงแล้วถ้า digest ในหลอด digest ขนาด 100 ml โดยใช้ block digest สามารถนำไปกลั่นได้โดยตรง ซึ่งข้อมูลที่ได้มีความแม่นยำสูง ประหยัดเวลา ค่าแรง และค่ากระดาษกรอง อยากรู้อีกให้ลองพิจารณาดู การกรองพืชโดยใช้กระดาษกรอง No.42 ไม่แน่ใจว่าจำเป็นหรือไม่ เนื่องจากราคาแพงมาก น่าจะซื้อ No.1 เพราะเท่าที่ทำมาไม่เคยมีปัญหา</p>	<p>11. ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิสำหรับข้อเสนอแนะ การกรองกระทำเมื่อตะกอนหมกหมวนการวิเคราะห์ เช่น วิเคราะห์ N โดยวิธี spectrophotometry หรือวิเคราะห์ธาตุอื่นในสารละลายเดียวกันด้วยวิธี AAS หรือ spectrophotometry จึงจำเป็นต้องกรอง การใช้กระดาษกรอง No.42 หรือ No.1 เป็นไปตามข้อกำหนดขอวิธีนี้เน่า (วิธีที่ห้องปฏิบัติการใช้อ้างอิง) กระบวนการประกันคุณภาพย่อมให้มีการปรับเปลี่ยนได้ ภายใต้เงื่อนไขว่าต้องมีผลการตีทางเปรียบเทียบ (method validation) มาสนับสนุน ราคาไม่สามารนำมาเป็นอ้างอิงได้</p>
---	---



สรุปผลการประเมินร่างรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

Process Evaluation Summary Sheet for Project

การจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน

และพืช (ผศ.ดร.สมศักดิ์ มณีพงศ์ :

หัวหน้าโครงการ)

Process	Rating					ข้อเสนอแนะเพื่อการแก้ไข
	0	1	2	3	4	
1. ประเมินความก้าวหน้าของผลงานเมื่อเทียบกับแผนปฏิบัติงานที่วางไว้					✓	
2. การทบทวนและปรับแผนเพื่อให้ทันกับสถานการณ์				✓		
3. ความสามารถในการวางแผนการทดลองและการใช้เครื่องมือทางสถิติที่เหมาะสม				✓		
4. วิธีการเก็บและบันทึกข้อมูล					✓	
5. การสรุปข้อมูล				✓		
6. ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์					✓	
7. ความเร็วในการสร้างผลงานเมื่อเทียบกับโครงการประเภทเดียวกัน				✓		
8. เนื้อหาและคุณภาพของรายงานความก้าวหน้า				✓		
9. ผลงานฐานนำไปใช้ประโยชน์อันเสร็จสิ้นโครงการ				✓		

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

1. ในส่วนของตัวอย่าง SOP ของห้องปฏิบัติการต่างๆ นั้น ยกตัวอย่างเพียงแค่ 1-2 ตัวอย่างก็พอแล้วแต่ขอให้กำหนดรายละเอียดสำคัญที่ควรจะมีเท่านั้นก็พอ เพราะในส่วนของรายละเอียดการใช้เครื่องนั้นมันเฉพาะเจาะจงสำหรับเครื่องแต่ละยี่ห้ออยู่แล้ว
2. การสำรวจข้อมูลห้องปฏิบัติการทำให้ได้ข้อมูลศักยภาพของภาควิเคราะห์ดินและพืชของประเทศที่ดำเนินการในโครงการนี้ เป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการวางแผนการจัดการดินและปุ๋ยของประเทศ โดยใช้ค่าวิเคราะห์ดินและพืชซึ่งต้องดำเนินการต่อไปในอนาคต
3. ตัวอย่างอ้างอิงเป็นสิ่งจำเป็นมากที่จะบอกได้ถึงความต้องการแม่นยำของค่าวิเคราะห์ เห็นตัวอย่างยิ่งในการดำเนินการทำตัวอย่างอ้างอิงไว้ใช้ในประเทศเอง เพื่อใช้ในการอ้างอิงในทุกครั้งที่มีการวิเคราะห์ ทำให้คุณภาพของข้อมูลวิเคราะห์ถูกต้องและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ตลอดจนมีส่วนช่วยในการพัฒนาระบบประกันคุณภาพของห้องปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงแม้จะสิ้นสุดโครงการแล้วก็อยากจะทำให้มี สกค. จัดสรรงบประมาณในการจัดทำตัวอย่างอ้างอิงสำหรับดินและพืชเป็นคราวๆ ไป แก่คณะผู้วิจัยเพื่อให้เครือข่ายมีตัวอย่างอ้างอิงใช้ ซึ่งจะทำให้ผลจากการลงทุนในโครงการนี้ยั่งยืน และเกิดประโยชน์แก่เกษตรกรทั่วไปอย่างยาวนานตลอดไป
4. ค่าวิเคราะห์ตัวอย่างมาตรฐานดินหลายค่าวิเคราะห์ของห้อง Lab. ในเครือข่ายยังคงค่อนข้างต่างจาก WFPA. โดยเฉพาะ Bray 1. P ซึ่งไม่น่าต่างกันมากนัก ผู้วิจัยคาดว่าน่าจะเกิดจากเหตุผลใด ช่วยวิจารณ์เพิ่มเติมด้วย
5. คู่มือวิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืช ซึ่งจะจัดพิมพ์จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการเริ่มต้นใช้วิธีการวิเคราะห์ดินและพืชที่มีมาตรฐานและเหมาะสมกับดินและพืชของประเทศ ทำให้สามารถเปรียบเทียบและเชื่อมโยงข้อมูลกันได้ดียิ่งขึ้น
6. ผู้ดำเนินวิจัยช่วยเสนอเพิ่มเติมว่าจะมีกระบวนการดำเนินการอย่างไรต่อไป จึงจะรักษาทีมงานร่วมกันของเครือข่ายห้อง Lab. หลัๆ ของประเทศเอาไว้ได้ ตลอดจนให้มีการตรวจสอบการประกันคุณภาพอย่างไรที่สามารถทำให้ห้อง Lab. ต่าง ๆ สามารถรักษามาตรฐานคุณภาพที่ได้พัฒนาแล้ว จากการร่วมโครงการนี้ต่อไปอย่างต่อเนื่อง
7. ในรายงานไม่ได้ระบบว่าเมื่อพบว่ากรวิเคราะห์ดินและพืชบางรายการของห้อง Lab. ในเครือข่ายหลักที่มีมันแปรปรวนผิดปกตินั้นมีการร่วมกันหาสาเหตุและแก้ไขได้หรือไม่ คิดว่าโครงการได้ทำแล้วแต่ไม่ได้รายงานไว้ น่าจะรายงานซึ่งจะทำให้เห็นประโยชน์เด่นชัดอีกประการหนึ่ง
8. ในข้อเสนอมีกิจกรรม 7.9 และในตารางแผนกิจกรรมข้อ 13 บอกว่าจะมีการอบรมเกษตรกรเรื่อง การเก็บตัวอย่างดิน รู้สึกจะไม่ดีเท่า ความจริงก็ไม่จำเป็น เพราะการอบรมเฉพาะเรื่องการเก็บตัวอย่างดินคงไม่เป็นที่สนใจของเกษตรกร
9. ต้องขอชมเชยรวบรวมข้อมูล ทบทวนและปรับแผนตามข้อเสนอแนะ และนำเสนอข้อมูลได้ละเอียดดีมาก

การวิเคราะห์ดินและพืชเพื่อการจัดการธาตุอาหาร

ผศ.ดร. สมศักดิ์ มณีพงษ์

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ นครศรีธรรมราช

<http://webhost.wvu.ac.th/msomsak/labnet/>

1. ปัญหาและเหตุผล

การใช้ปุ๋ยสูตรสำเร็จซึ่งนิยมใช้กันมาเป็นเวลานานหลายสิบปี ช่วยให้นักเกษตรกรสามารถเพิ่มผลผลิตได้ในระดับที่น่าพอใจ ขณะเดียวกันก็สร้างปัญหาหลายอย่าง เช่น

- ทำให้ธาตุอาหารหรือในดินขาดสมดุล ธาตุอาหารบางธาตุสูงเกินไป ในขณะที่บางธาตุต่างไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชถูกจำกัดด้วยธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นสูง การใส่ปุ๋ยโดยเพิ่มความเข้มข้นของธาตุอาหารที่มีมากอยู่แล้วจึงไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ใดๆ ในกรณีที่พืชชั้นสูงโดยทั่วไปต้องการธาตุอาหารในการเจริญเติบโตมากถึง 17 ธาตุ การใช้ปุ๋ยสูตรสำเร็จมักเน้นเฉพาะธาตุอาหารหลัก (N P K) โดยละเลยธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม (จุลธาตุ)
- ทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารธาตุใดธาตุหนึ่งสูงเกินไปทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และเกษตรกรต้องเสียค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็น ปุ๋ยในสูตรซึ่งถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำใต้ดิน เมื่อคนดื่ม น้ำที่ปนเปื้อนด้วยปุ๋ยไนเตรตเข้าสู่ร่างกาย ในเนตรจะถูกเปลี่ยนเป็นไนไตรท์ ซึ่งทำให้เกิดโรคโลหิตจาง ไบโตนีจะเกิดขึ้นได้ภายในเด็ก เนื่องจากมีความต้านทานต่อพิษไนโตรที่ต่ำกว่าผู้ใหญ่
- ธาตุอาหารบางธาตุมีราคาสูงในดินมากเกินไป ทำให้ประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารดินต่ำลง หรือทำให้ธาตุอื่นอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ เช่น การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมากเกินไปจะยับยั้งการดูดซับไนโตรเจนของพืช การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมากเกินไปจะทำให้สังกะสีตกตะกอน พืชไม่สามารถดูดสังกะสีมาใช้ได้ เป็นต้น

การใช้ปุ๋ยสูตรสำเร็จซึ่งนิยมกันเป็นเวลานาน จึงทำให้เกษตรกรได้รับประโยชน์ไม่คุ้มค่า หรือกลับสร้างความเสียหายให้กับพืชที่ปลูก ดังนั้น ในปัจจุบันประเทศต่างๆ ได้หันมาส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์ดินและพืชแทนการใช้ปุ๋ยสูตรสำเร็จ

การใช้ปุ๋ยเคมีอาจมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้กับการใช้ยา หากเราปวดหัวแต่กลับไม่กินยาแก้ปวดก็คง ยาย่อมไม่ทำให้เราหายจากโรค หากแพทย์แนะนำให้กินยาครั้งละเม็ดวันละ 3 ครั้งหลังอาหาร แต่เราลืมนัดต้องการหายเร็วๆ กินทีเดียว 20 เม็ด เราอาจได้รับอันตรายจากยา ด้วยเหตุนี้ ก่อนทำการใช้ปุ๋ยควรมีจึงควรเก็บตัวอย่างดินและพืชที่ปลูกไปวิเคราะห์ เพื่อวินิจฉัยว่าพืชต้องการปุ๋ยชนิดใด และต้องการในปริมาณมากน้อยเพียงใด ยาหลายชนิดนอกจากรักษาโรคได้แล้วยังมีผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์อีกด้วย ปุ๋ยเคมีหลายชนิดมีผลข้างเคียงที่มีทั้งประสงค์ต่อพืชเช่นเดียวกัน เมื่อเกษตรกร

ใช้ปุ๋ยเคมีไประยะหนึ่ง ผลข้างเคียงจะเด่นชัดขึ้นและสร้างความเสียหายให้กับพืช หรือพื้นที่เพาะปลูก เกษตรกรจึงจำเป็นต้องแก้ไขผลข้างเคียงเหล่านั้น ตัวอย่างเช่น ปุ๋ยไนโตรเจนเกือบทุกชนิดทำให้ดินเป็นกรด เมื่อดินเป็นกรดมากขึ้น ทำให้แคลเซียมอินทรีย์เป็นต่างลดลง ดินมีประจุสุทธิสูงขึ้น อนุภาคดินหึ่งกระจายไม่จับตัวกันเป็นเม็ดดิน ดินแน่นทึบ ยากต่อการไถพรวน น้ำซึมผ่านได้ยาก เกษตรกรจึงควรแก้ไขผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์เหล่านี้ด้วยการใช้ปูนและปุ๋ยอินทรีย์เป็นลำดับที่เหมาะสม เป็นต้น เกษตรกรจำนวนหนึ่งจึงหันไปพึ่งเกษตรอินทรีย์ ทำนองเดียวกับผู้ปวยจำนวนหนึ่งที่หันไปพึ่งสมุนไพรและยาสมุนไพร เนื่องจากขาดความเข้าใจในเรื่องการใช้ปุ๋ยเคมีที่ผิดพลาด ความรุนแรงของผลข้างเคียงที่เกิดขึ้นนี้สามารถบรรเทาได้จากการวิเคราะห์ดินนั่นเอง

2. วิเคราะห์ดินและพืชได้ที่ไหน

จากการสำรวจของคณะนักวิจัยโครงการจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช (ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย - สกว.) พบว่าประเทศไทยมีห้องปฏิบัติการที่ให้บริการวิเคราะห์ดินและพืชทั่วประเทศไม่ต่ำกว่า 20 แห่ง ทั้งหมดเป็นห้องปฏิบัติการของหน่วยราชการสังกัดกรมวิชาการ เกษตร กรม พัฒนาที่ดิน และมหาวิทยาลัยต่างๆ (ตารางที่ 1, 2, 3 และ 4) แต่ไม่พบว่ามีห้องปฏิบัติการของเอกชน ห้องปฏิบัติการเหล่านี้มีขีดความสามารถในการให้บริการที่แตกต่างกัน ทางโครงการฯ ได้จัดระดับความสามารถในการให้บริการออกเป็น 3 ระดับ คือ

A หมายถึง ห้องปฏิบัติการที่สามารถให้บริการวิเคราะห์ได้ทั้งสมบัติพื้นฐานของดิน ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม (จุลธาตุ)

B หมายถึง ห้องปฏิบัติการที่สามารถให้บริการวิเคราะห์ได้เฉพาะสมบัติพื้นฐานของดิน และธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองบางธาตุ

C หมายถึง ห้องปฏิบัติการที่สามารถให้บริการวิเคราะห์ได้เฉพาะสมบัติพื้นฐานของดินเท่านั้น

การจัดระดับความสามารถในการให้บริการได้ประเมินจากเครื่องมือที่ห้องปฏิบัติการนั้นๆ มีอยู่เป็นหลัก ดังนั้นเมื่อขอรับบริการจริง ห้องปฏิบัติการอาจปฏิเสธการให้บริการเนื่องจากขาดความพร้อมด้านอื่น ห้องปฏิบัติการของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขตต่าง ๆ ส่วนใหญ่ให้บริการเฉพาะการวิเคราะห์ดิน ห้องปฏิบัติการของสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรและสำนักงานพัฒนาที่ดินให้บริการเฉพาะเกษตรกรที่อยู่ในพื้นที่ให้บริการ ดังนั้น ก่อนขอรับบริการควรติดต่อขอคำแนะนำก่อน

ตารางที่ 1 ห้องปฏิบัติการที่ให้บริการวิเคราะห์ดินและพืชในภาคเหนือ

ห้องปฏิบัติการ/สถานที่ติดต่อ	ห้องปฏิบัติการ/สถานที่ติดต่อ
<p>ชื่อ : ฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1</p> <p>ที่ตั้ง : ตั้งอยู่ในศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ถนนเชียงใหม่-พร้าว ตำบลหนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่</p> <p>โทรศัพท์ : 053 869 637-9</p> <p>ความสามารถให้บริการ : A</p>	<p>ชื่อ : ฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 2</p> <p>ที่ตั้ง : ถนนพิษณุโลก รั้วทอง (ทางหลวงสาย 12) ตำบลรั้วทอง อ.รั้วทอง จ.พิษณุโลก</p> <p>โทรศัพท์ : 055-341335</p> <p>ความสามารถให้บริการ : A</p>
<p>ชื่อ : ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์</p> <p>ที่ตั้ง : คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่</p> <p>โทรศัพท์ : (053) 944034</p> <p>ความสามารถให้บริการ : A</p>	<p>ชื่อ : ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม</p> <p>ที่ตั้ง : คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่</p> <p>โทรศัพท์ : 053-498164</p> <p>ความสามารถให้บริการ : A</p>
<p>ชื่อ : ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 6</p> <p>ที่ตั้ง : ถนนลำปาง-เชียงใหม่ อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง</p> <p>โทรศัพท์ : 054-269579</p> <p>ความสามารถให้บริการ : B</p>	<p>ชื่อ : ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7</p> <p>ที่ตั้ง : เชียงพระธาตุ, ฐาน้อย ต.คู้ใต้ อ.เมือง จ.น่าน</p> <p>โทรศัพท์ : 054-771588</p> <p>ความสามารถให้บริการ : B</p>
<p>ชื่อ : ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงใหม่</p> <p>ที่ตั้ง : อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 5/000</p> <p>โทรศัพท์ : 053-715200-1 ต่อ 118</p> <p>ความสามารถให้บริการ : A</p>	<p>ชื่อ : สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล</p> <p>ที่ตั้ง : ตำบลปอ 89 อ.เมือง จ.ลำปาง 52000</p> <p>โทรศัพท์ : 054-342551, 342553 ต่อ 230</p> <p>ความสามารถให้บริการ : A</p>

ตารางที่ 2 ห้องปฏิบัติการที่ให้บริการวิเคราะห์ดินและพืช ระยะเวลาตะวันออกเฉียงเหนือ

ห้องปฏิบัติการ/สถานที่ติดต่อ	ห้องปฏิบัติการ/สถานที่ติดต่อ
<p>ชื่อ : ฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 3</p> <p>ที่ตั้ง : ถนนมิตรภาพ ๕ ต.สีลา อ.เมือง จ.ขอนแก่น</p> <p>โทรศัพท์ : 043-241287</p> <p>ความสามารถให้บริการ : A</p>	<p>ชื่อ : ฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 4</p> <p>ที่ตั้ง : ทางหลวงสาย 217 ต.ท่าช้าง กิ่งอำเภอสว่างวีระวงศ์ จ.อุบลราชธานี</p> <p>โทรศัพท์ : 045-202199</p> <p>ความสามารถให้บริการ : A</p>
<p>ชื่อ : ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 5</p> <p>ที่ตั้ง : ต.วังสามหมอวิทยาลัยขอนแก่น ถนนมิตรภาพ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น</p> <p>โทรศัพท์ : 043-246668</p> <p>ความสามารถให้บริการ : A</p>	<p>ชื่อ : ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4</p> <p>ที่ตั้ง : ต.สระคู อ.สุวรรณภูมิ จ.ร้อยเอ็ด</p> <p>โทรศัพท์ : 043-532438</p> <p>ความสามารถให้บริการ : A</p>
<p>ชื่อ : ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม</p> <p>ที่ตั้ง : คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น</p> <p>โทรศัพท์ : 043-364639</p> <p>ความสามารถให้บริการ : A</p>	<p>ชื่อ : ศูนย์ค้นคว้าและพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ</p> <p>ที่ตั้ง : คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น</p> <p>ความสามารถให้บริการ : A</p>
<p>ชื่อ : สำนักงานวิจัยพืชทดลองและห้องปฏิบัติการกลาง</p> <p>ที่ตั้ง : คณะเกษตรศาสตร์ ม.อุบลฯ จ.อุบลราชธานี</p> <p>โทรศัพท์ : 045-288374</p> <p>ความสามารถให้บริการ : B</p>	<p>ชื่อ : ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 3</p> <p>ที่ตั้ง : หมู่ที่ 7 ต.จ้อพอ อ.เมือง จ.นครราชสีมา</p> <p>โทรศัพท์ : 044-371354</p> <p>ความสามารถให้บริการ : B</p>

ตารางที่ 3 ห้องปฏิบัติการที่ให้บริการวิเคราะห์ดินและพืชในภาคกลางและภาคตะวันออก

ห้องปฏิบัติการ/สถานที่ตั้ง	ห้องปฏิบัติการ/สถานที่ตั้ง
<p>ชื่อ : ฝ่ายวิเคราะห์และจัดการ สำนักริวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 5</p> <p>ที่ตั้ง : ตั้งอยู่บริเวณเนินเจ้าพระยา ภายในศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ต.บางหลวง อ.สรรพยา จ.ชัยนาท</p> <p>โทรศัพท์ : 056-413044</p> <p>ความสามารถให้บริการ : A</p>	<p>ชื่อ : ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1</p> <p>ที่ตั้ง : ทางหลวงสาย 305 (รังสิต - นครนายก) กม.17 ต.ลำไทร อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี</p> <p>โทรศัพท์ :</p> <p>ความสามารถให้บริการ : B</p>
<p>ชื่อ : งานวิเคราะห์และสิ่งแวดล้อม</p> <p>ที่ตั้ง : ฝ่ายเครื่องมือวิทยาศาสตร์กลาง สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ</p> <p>โทรศัพท์ : 02-9428740 ต่อ 502</p> <p>ความสามารถให้บริการ : A</p>	<p>ชื่อ : กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน</p> <p>ที่ตั้ง : ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ</p> <p>โทรศัพท์ : 02-5790111</p> <p>ความสามารถให้บริการ : A</p>
<p>ชื่อ : กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร</p> <p>ที่ตั้ง : ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ</p> <p>โทรศัพท์ : 02-5790159</p> <p>ความสามารถให้บริการ : A</p>	<p>ชื่อ : ฝ่ายวิเคราะห์และจัดการ สำนักริวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 8</p> <p>ที่ตั้ง : ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี ต.พลี อ.พนมสิงห์ จ.จันทบุรี</p> <p>โทรศัพท์ :</p> <p>ความสามารถให้บริการ : A</p>
<p>ชื่อ : ภาควิชาปฐพีวิทยา</p> <p>ที่ตั้ง : คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ</p> <p>โทรศัพท์ :</p> <p>ความสามารถให้บริการ : A</p>	<p>ชื่อ : ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 10</p> <p>ที่ตั้ง : ถนนราชบุรี-จอมบึง กม. 14.5 บ้านทุ่งน้อย ต.หินกอง อ.เมือง จ.ราชบุรี</p> <p>โทรศัพท์ : 032-373516</p> <p>ความสามารถให้บริการ : B</p>
<p>ชื่อ : ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 2</p> <p>ที่ตั้ง : ศูนย์ศึกษาการพัฒนาระบบนิเวศน์ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา</p> <p>โทรศัพท์ : 039-599117</p> <p>ความสามารถให้บริการ : B</p>	<p>ชื่อ : ภาควิชาปฐพีวิทยา</p> <p>ที่ตั้ง : คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520</p> <p>โทรศัพท์ : 027373000 ทล 3157</p> <p>ความสามารถให้บริการ : A</p>

ตารางที่ 4 ห้องปฏิบัติการที่ได้รับบริการวิเคราะห์ดินและพืชในภาคใต้

ห้องปฏิบัติการ/สถานที่ติดต่อ	ห้องปฏิบัติการ/สถานที่ติดต่อ
<p>ชื่อ : ฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 7</p> <p>ที่ตั้ง : ตั้งอยู่ภายในศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมัน ถนนสุราษฎร์ธานี-นครศรีธรรมราช (ทางหลวงสาย 402) อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี</p> <p>ความสามารถให้บริการ : A</p>	<p>ชื่อ : ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 11</p> <p>ที่ตั้ง : ถนนสุราษฎร์-พุนพิน (ทางหลวงสาย 41) ตรงข้ามสถานธรรมย์ จ.พุนพิน อ.พุนพิน จ.สุราษฎร์ธานี</p> <p>โทรศัพท์ : 077-311138 ต่อ 551</p> <p>ความสามารถให้บริการ B</p>
<p>ชื่อ : ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์</p> <p>ที่ตั้ง : มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ อ.ท่าศาลา จ.นครศรีธรรมราช</p> <p>โทรศัพท์ : 075-873225</p> <p>ความสามารถให้บริการ : A</p>	<p>ชื่อ : ศูนย์ปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง</p> <p>ที่ตั้ง : คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา</p> <p>โทรศัพท์ :</p> <p>ความสามารถให้บริการ : A</p>
<p>ชื่อ : ฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 3</p> <p>ที่ตั้ง : ตั้งอยู่ภายในศูนย์วิจัยยาง อ.กาญจนดิษฐ์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา</p> <p>ความสามารถให้บริการ : A</p>	<p>ชื่อ : ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 12</p> <p>ที่ตั้ง : ตั้งอยู่ภายในศูนย์ศึกษาเพื่อการพัฒนาปิโตรของ จ.สงขลา อ.เมือง จ.นราธิวาส</p> <p>โทรศัพท์ : 073-513562</p> <p>ความสามารถให้บริการ : A</p>

นอกจากห้องปฏิบัติการที่ระบุในตารางที่ 1 - 4 แล้ว ยังมีห้องปฏิบัติการของศูนย์พัฒนาที่ดินต่างๆ ศูนย์วิจัยพืชไร่ ศูนย์วิจัยพืชสวน และศูนย์วิจัยข้าว ซึ่งเกษตรกรอาจขอรับบริการได้

3. ค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์

เกษตรกรสามารถรับบริการได้ฟรีจากห้องปฏิบัติการของสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตต่างๆ (มีทั้งหมด 8 เขต) และสำนักงานพัฒนาที่ดินเขตต่าง ๆ (มีทั้งหมด 12 เขต) โดยมีข้อแม้ว่าจะต้องเป็นเกษตรกรในพื้นที่บริการของห้องปฏิบัติการนั้นๆ ส่วนห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัยต่างๆ ผู้ใช้บริการจะต้องจ่ายค่าวิเคราะห์ในอัตราที่แตกต่างกันออกไป ตัวอย่างค่าบริการของห้องปฏิบัติการต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 5 - 7 ค่าบริการเหล่านี้จะมีการเปลี่ยนแปลง ควรสอบถามจากห้องปฏิบัติการที่ขอรับบริการอีกครั้งเมื่อต้องการส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์

ตารางที่ 5 อัตราค่าบริการวิเคราะห์ดินและพืชของห้องปฏิบัติการสังคมวิทยาการเกษตร

รายการวิเคราะห์ดิน	ค่าบริการ (บาท)
ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	30
ความต้องการปูน (EM)	30
ค่าการนำไฟฟ้า (EC)	50
อินทรีย์วัตถุและดินอินทรีย์คาร์บอน (OM/OC)	100
ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC)	200
ฟอสฟอรัสที่เห็นประโยชน์ (avail. P)	100
กำมะถัน	100
โพแทสเซียม	100
แคลเซียม	100
แมกนีเซียม	100
เหล็ก	100
ทองแดง	100
แมงกานีส	100
สังกะสี	100
รายการวิเคราะห์พืช	
ไนโตรเจน	90
ฟอสฟอรัส	75
โพแทสเซียม	75
แคลเซียม	75
แมกนีเซียม	75
กำมะถัน	150
เหล็ก	75
แมงกานีส	75
ทองแดง	75
สังกะสี	75
โบรอน	450

ตารางที่ 6 อัตราค่าบริการวิเคราะห์ดินและพืชของห้องปฏิบัติการสังกัดกรมพัฒนาที่ดิน

รายการวิเคราะห์ดิน	ค่าบริการ (บาท)
ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	40-50
ความตึงการปูน (LR)	50
ค่าการนำไฟฟ้า (EC) วัดในตะกอนเหลวละลายในน้ำอัตราส่วน 1:5	50
อินทรีย์วัตถุและอินทรีย์คาร์บอน (OM/OC)	150
ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC)	200
ความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable acidity)	120
ไนโตรเจนทั้งหมด (total N)	150
ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ (available N)	150
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P)	80
กำมะถัน	120
โพแทสเซียม	80
แคลเซียม (ค่าสกัด 100 บาท/ตัวอย่าง)	50
แมกนีเซียม (ค่าสกัด 100 บาท/ตัวอย่าง)	50
เหล็ก (ค่าสกัด 100 บาท/ตัวอย่าง)	100
ทองแดง (ค่าสกัด 100 บาท/ตัวอย่าง)	50
แมงกานีส (ค่าสกัด 100 บาท/ตัวอย่าง)	50
สังกะสี (ค่าสกัด 100 บาท/ตัวอย่าง)	50
รายการวิเคราะห์พืช	
ไนโตรเจน	150
ฟอสฟอรัส	50
โพแทสเซียม	50
แคลเซียม	50
แมกนีเซียม	50
กำมะถัน	200
เหล็ก	50
แมงกานีส	50
ตะกั่ว	50
ทองแดง	50
สังกะสี	50
ค่าอยู่ตัวอย่าง	100

ตารางที่ 7 อัตราค่าบริการวิเคราะห์ดินและพืชของห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยแม่โจ้

รายการวิเคราะห์ดิน	ค่าบริการ (บาท)
การเตรียมตัวอย่าง	20
การย่อย	40
ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	20
ความต้องการปุ๋ย (LR)	60
ค่าการนำไฟฟ้า (EC)	40
อินทรีย์วัตถุและอินทรีย์คาร์บอน (OM/OC)	100
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P)	100
โพแทสเซียม (exchangeable K)	100
แคลเซียม (exchangeable Ca)	100
แมกนีเซียม (exchangeable Mg)	100
เหล็ก	90
ทองแดง	80
แมงกานีส	80
สังกะสี	90
K, Ca, Mg, Na	300
Fe, Mn, Cu, Zn	250
รายการวิเคราะห์พืช	
การเตรียมตัวอย่าง	20
การย่อย - Dry Ashing	30
การย่อย - H ₂ SO ₄ digestion	30
การย่อย - HClO ₄ + HNO ₃ digestion	50
ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N)	100
ฟอสฟอรัส (P)	100
โพแทสเซียม (K)	50
แคลเซียม (Ca)	50
แมกนีเซียม (Mg)	50
สังกะสี (Zn)	50
แมงกานีส (Mn)	50
เหล็ก (Fe)	50

เอกสารประกอบการสัมมนา เรื่อง "จากงานวิจัยสู่งานจัดการธาตุอาหารสัตว์โคนม" 25-26 มีนาคม 2546 จังหวัดขอนแก่น

ทองแดง (Cu)	50
B	100

ตารางที่ 8 คิวราค่าบริการวิเคราะห์ดินและพืชของห้องปฏิบัติการสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายการวิเคราะห์	ค่าบริการ (บาท)
ค่าวิเคราะห์ดิน pH, EC, OM, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn	600
ค่าวิเคราะห์พืช N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn	600

4. วิเคราะห์อะไร

สำหรับดิน พื้นที่เพาะปลูกซึ่งไม่เคยมีข้อมูลการวิเคราะห์ดินมาก่อนควรวิเคราะห์

- ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)
- อินทรีย์วัตถุ/อินทรีย์คาร์บอน (Org.C/ OM)
- ฟอสฟอรัส (P)
- โพแทสเซียม (K)
- ทองแดง (Cu)
- สังกะสี (Zn)

และควรพิจารณาวิเคราะห์

- ความเค็ม (EC) เมื่อสงสัยว่าพื้นที่นั้นอาจได้รับผลกระทบจากเกลือ เช่น พื้นที่เสี่ยงต่อการรุกตัวของน้ำเค็ม พื้นที่เพาะปลูกได้หลังจาดลม หรือพื้นที่ซึ่งใช้ปุ๋ยมากติดต่อกันเป็นเวลานาน เป็นต้น
- แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส และโบรอน วิเคราะห์กรณีพืชแสดงอาการต่อว่าจะขาดธาตุเหล่านี้ พืชมักขาดแคลเซียมเมื่อดินเกิดการด่าง ดังนั้นการวัดความเป็นกรดเป็นด่างก็พอจะบอกปัญหาของแคลเซียมได้โดยไม่จำเป็นต้องวิเคราะห์โดยตรง ดินที่มีลิกนินหรือลิกนินมากไม่มีปัญหาเหล็กและแมงกานีส ยกเว้นพื้นที่นั้นเป็นดินด่าง

ครั้งต่อไปวิเคราะห์เฉพาะธาตุที่มีปัญหา เพื่อทราบขอบผลของการใช้ปุ๋ย ว่าเป็นไปตามที่ประมาณไว้หรือไม่

สำหรับพืช วิเคราะห์ธาตุอาหารทุกธาตุไปครั้งแรก และวิเคราะห์เฉพาะธาตุที่เป็นปัญหาในครั้งต่อไป

5. ต้องวิเคราะห์บ่อยแค่ไหน

การวิเคราะห์ดินและพืช ปกติวิเคราะห์เพียงปีละ 1 ครั้ง เก็บตัวอย่างดินส่งวิเคราะห์ก่อนใส่ปุ๋ยของฤดูกาลใหม่ ตัวอย่างพืชเก็บตามระยะเวลาที่ควรเก็บของพืชชนิดนั้น ๆ

๘. ปัญหาในการวิเคราะห์ดินและพืช

- ผลการวิเคราะห์ดินและพืชมีผลรวมถูกตั้งไว้ - ซีอีดี - พืชโต - กรีนพีซ ขึ้นอยู่กับความถูกต้องในการเก็บตัวอย่างห้องปฏิบัติการต่างๆ ของส่วนราชการมักไม่สามารถช่วยดำเนินการในเรื่องการเก็บตัวอย่างได้ ทำให้เพียงการให้คำแนะนำ ดังนั้น หากเกษตรกรเก็บตัวอย่างไม่ถูกต้อง การวิเคราะห์ก็ไม่เกิดประโยชน์
- ห้องปฏิบัติการมักกระจุกอยู่ตามเมืองใหญ่ๆ เช่น เชียงใหม่ ขอนแก่น และกรุงเทพฯ เป็นต้น เกษตรกรที่อยู่ห่างไกลเมืองใหญ่อาจได้รับความไม่สะดวก





ขอรับรองว่าผลงานวิจัย

เรื่อง

การจัดทำตัวอย่างอ้างอิงสำหรับการวิเคราะห์ดิน

โดย

ศิริวิทย์ บุญสุข นางลักษณ์ ปุระณะพงษ์ นพมณี สุวรรณัง
นันทนา ชื่นอ้อม พัชรี แสนจันทร์ ไพลิน เหล็กคง วรางคนา สระบัว
สุวรรณี ภูธรราช สมศักดิ์ มณีพงษ์ และสรวงสุดา ลิปิยมงคล

ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ สาขา พืช
และได้นำเสนอในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43
ระหว่างวันที่ 1-4 กุมภาพันธ์ 2548

(ศาสตราจารย์ ดร.สุกมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ประธานคณะกรรมการดำเนินการจัดการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 43

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

สาขาพืช

1. เอ็จ	สโรบล	2. จินดารัฐ	วีระวุฒิ
3. กฤษณา	สัมพันธ์ราษฎร์	4. วันชัย	จันทร์ประเสริฐ
5. รังสฤษฎ์	ภาวิติะ	6. ชัยยง	ไพสุภานติวัฒนา
7. ประภา	ศรีพีจิตร	8. กวีศรี	วาณิชกุล
9. อำนวย	สุวรรณฤทธิ์	10. วิชัย	โยสิตรัตน์
11. สมศรี	แสงโชติ	12. นิพนธ์	ทวีชัย
13. ประดิษฐ์	พงศ์ทองคำ	14. ดวงพร	สุวรรณกุล
15. จินดา	จันทร์อ่อน	16. สมเิก	วงศ์ทอง
17. ประภารัจ	หอมจันทร์	18. จริยา	จันทร์ไพแสง
19. สายัณห์	ทัศนีย์	20. ณรงค์	สิงห์ประอุดม
21. วิจารย์	วิชชุกิจ	22. ปราโมทย์	สมุญต์นิรันดร์
23. ชัยฤกษ์	สุวรรณรัตน์	24. วาสว	วงษ์ใหญ่
25. พิทยากร	ลิ้มทอง	26. สุน	ภัสสิรวงศ์
27. สมบัติ	ฉิมะวงศ์	28. สุวศักดิ์	เนลนนท์
29. จวงจันทร์	จวงพัตรา	30. สุวิชัย	วรรณไกรโรจน์



เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ ๔๓ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

The Proceedings of 43rd Kasetsart University Annual Conference

เล่มที่ 1

สาขา พืช

(Subject: Plants)

๑-๔ กุมภาพันธ์ ๒๕๔๘

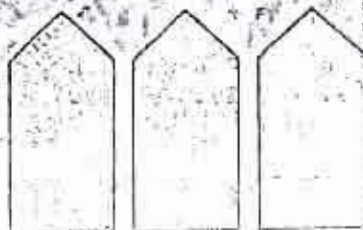
ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน



“ เกษตรศาสตร์ ”

เพื่อสังคมแห่งความรู้และการแข่งขันในเวทีโลก

“ Agricultural Science for Knowledge Based Societies and World Competitiveness ”



การจัดทำตัวอย่างอ้างอิงสำหรับภาวกรรมวิเคราะห์ดิน
Establishment of Reference Materials for Soil Testing

ศิริวิมลย์ บุญสุข^๑ นงลักษณ์ ประณะพงษ์^๒ นพมานี สุวรรณัง^๓ นันทนา ชื่นชื่น^๔ พิชย์ แสงจันทร์^๕ ไพลิน เหล็กคง^๖
วารุณา ละมั่ง^๖ สุวรรณี สุทธิธราช^๖ สมศักดิ์ มณีพงษ์^๖ และดวงธิดา ลิ้มมงคล^๖
Sirwan Boonsook¹ Nongluck Puranapong² Nopmanee Suwannang³ Nanthana Cheun-Im⁴ Patcharee
Sanchang⁴ Patin Lekkong⁵ Varakana Sabuu⁵ Suwannee Buthomdtharaj⁵
Somsak Mendeepong⁶ and Suanthida Lipimangkong⁶

บทคัดย่อ

ห้องปฏิบัติการ 6 แห่งภายในโครงการวิจัย "การจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช" ได้ตัวอย่างดินอ้างอิงที่โครงการวิจัยนี้จัดทำขึ้นจำนวน 5 ตัวอย่าง นำมาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักพร้อมทั้งตัวอย่างดินอื่นๆในห้องปฏิบัติการอื่นๆ ให้บริการวิเคราะห์ จากภาวเปรียบเทียบผลกันในระหว่างห้องปฏิบัติการทั้ง 6 แห่ง และเปรียบเทียบผลกับห้องปฏิบัติการของประเทศฝรั่งเศส (CIRAD) พบว่า ตัวอย่างดินอ้างอิงจำนวน 5 ตัวอย่างที่จัดทำมีค่าอ้างอิงสำหรับห้องปฏิบัติการในเครือข่าย ซึ่งแสดงเป็นค่า median \pm S.D คือตัวอย่างดินอ้างอิง 1 มีค่าอ้างอิงของฟอสฟอรัส 20.05 ± 2.20 mg/kg ดินทรายวัตถุ 1.75 ± 0.14 เปอร์เซ็นต์ ปุ๋ยคอกหมัก 187.3 ± 17.6 mg/kg แคลเซียม 3126 ± 290 mg/kg และแมกนีเซียม 167.3 ± 14.4 mg/kg ตัวอย่างดินอ้างอิง 2 มีค่าอ้างอิงของฟอสฟอรัส 30.30 ± 3.64 mg/kg ดินทรายวัตถุ 4.67 ± 0.28 เปอร์เซ็นต์ ปุ๋ยคอกหมัก 240 ± 27 mg/kg แคลเซียม 6348 ± 672 mg/kg และแมกนีเซียม 206.4 ± 22.1 mg/kg ถ้าหับตัวอย่างดินอ้างอิง 3, 4 และ 5 มีค่าอ้างอิงของฟอสฟอรัส 2.90 ± 0.51 , 4.00 ± 1.26 , 3.54 ± 1.46 mg/kg ดินทรายวัตถุ 0.40 ± 0.04 , 1.10 ± 0.11 , 3.07 ± 0.27 เปอร์เซ็นต์ ปุ๋ยคอกหมัก 26.6 ± 5.7 , 32.3 ± 4.7 , 74.1 ± 8.6 mg/kg แคลเซียม 497.6 ± 65.8 , 56.1 ± 8.9 , 224.4 ± 41.2 mg/kg และแมกนีเซียม 32.8 ± 3.6 , 25.9 ± 3.4 , 126.7 ± 16.4 mg/kg ตามลำดับ ตัวอย่างดินอ้างอิงทั้ง 5 ตัวอย่างนี้จะนำไปใช้ในการควบคุมคุณภาพในภาวกรรมวิเคราะห์ดินภายในห้องปฏิบัติการระหว่างเครือข่ายต่อไป

^๑ฝ่ายเครื่องมือวิทยาศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Scientific Equipment, Kasetsart University Research and Development Institute, Kasetsart University

^๒ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

Department of Land and Environment, Faculty of Agricultural Production, Maejo University

^๓กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Land Development Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives

^๔ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Department of Land and Environment, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University

^๕สำนักวิจัยพัฒนาวิจัยระบบผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Agricultural Production Science Research and Development Office, Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives

^๖สำนักส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

Institute of Agricultural Technology, Walailak University

ABSTRACT

Six laboratories independently analyzed for the macronutrients in 5 soils along with all other samples submitted by customers for recommendation. Comparison among the results from each lab and as well as those from CIRAD lab. Median \pm S.D. of the obtained values were the calculated. Reference soil material no.1 had available phosphorus $20.05 \pm 2.23 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, O.M. $1.75 \pm 0.14 \%$, K $167.3 \pm 17.6 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, Ca $3126 \pm 250 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ and Mg $167.3 \pm 14.4 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Those for reference soil material no.2 were $30.30 \pm 3.64 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ of available phosphorus, O.M. $4.37 \pm 0.23 \%$, K $249 \pm 27 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, Ca $8048 \pm 872 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ and Mg $206.4 \pm 22.1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Reference soil material nos. 3,4 and 5 had values of 2.90 ± 0.51 , 4.00 ± 1.26 , $3.54 \pm 1.43 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ available phosphorus, 0.40 ± 0.04 , 1.10 ± 0.11 , $3.07 \pm 0.27 \%$ O.M., 29.6 ± 5.7 , 32.9 ± 4.7 , $74.1 \pm 8.8 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ K, 497.6 ± 65.0 , 56.1 ± 8.9 , $224.4 \pm 41.2 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Ca and 32.8 ± 3.6 , 25.9 ± 3.4 , $126.7 \pm 16.4 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Mg respectively. All 5 reference soil materials will be further used for quality control of soil analysis by the participating laboratories.

Keyword : reference material/ control sample/ certified reference material

email address : oawt@ku.ac.th

คำนำ

การวิเคราะห์ดินเป็นสิ่งสำคัญที่จะนำไปสู่การตัดสินใจใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการส่งตัวอย่างดินไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการไม่อาจยืนยันได้ว่าเกษตรกรจะได้รับค่าตอบแทนที่ถูกต้องเสมอไป หากห้องปฏิบัติการนั้นไม่มีการประกันคุณภาพที่ดีพอ ปัญหาคุณภาพของห้องปฏิบัติการของประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้ถูกหยิบยกขึ้นมาพิจารณาตั้งแต่ประมาณปี พ.ศ. 2525 โดย The Australian Center for International Agricultural Research (ACIAR), International Board for Soil Research and Management (IBSRAM) และองค์การระหว่างประเทศอื่นๆ ที่เข้ามาวิจัยทางด้านเกษตรในภูมิภาคนี้ เนื่องจากบ่อยครั้งที่พบว่าตัวอย่างดินเดียวกันที่ส่งไปวิเคราะห์ยังห้องปฏิบัติการต่างๆ ได้ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน ACIAR และ IBSRAM จึงได้จัดสัมมนาและอบรมเชิงปฏิบัติการในเรื่องนี้ขึ้นหลายครั้ง ในปี พ.ศ. 2540 IBSRAM ได้จัดทำโครงการ Southeast Asian Laboratory Network (SEALNET) เพื่อสร้างเครือข่ายและยกระดับมาตรฐานห้องปฏิบัติการในภูมิภาคให้มีความน่าเชื่อถือที่ดีขึ้น โดยนำความสำเร็จของเครือข่ายห้องปฏิบัติการในภูมิภาคอื่น เช่น South Pacific Agricultural Chemistry Laboratory Network (SPACNET) มาเป็นแนวทางในการดำเนินงาน SEALNET ได้รับการสนับสนุนทั้งด้านงบประมาณและด้านวิชาการจากองค์กรต่างประเทศหลายองค์กร เช่น Institute of Research for Development (IRD), Polish and Phosphate Institute (PPI), และ Wageningen Evaluating Programmes for Analytical Laboratories (WEPAL) เป็นต้น แต่การสนับสนุนนี้ได้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง

การใช้ตัวอย่างอ้างอิง (reference material) ตัวอย่างควบคุม (control sample) และตัวอย่างอ้างอิงมาตรฐาน (standard reference material) หรือตัวอย่างอ้างอิงรับรอง (certified reference material) ในการวิเคราะห์ภายในห้องปฏิบัติการเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถใช้ในการควบคุมคุณภาพ แต่ตัวอย่างอ้างอิงก็มีค่ามาตรฐานและนิยมใช้กันอยู่ทั่วไปนั้นส่วนใหญ่ได้จากตัวอย่างอ้างอิงจากต่างประเทศ ซึ่งราคาค่อนข้างแพง จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น คณะผู้วิจัยของโครงการ "การจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช" จึงเห็นว่าการจัดทำตัวอย่างดินอ้างอิง (reference soil materials) เพื่อใช้ภายในเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช เพื่อยกระดับมาตรฐานของห้องปฏิบัติการต่างๆ ด้านการวิเคราะห์ดินให้มีความถูกต้องและแม่นยำจึงส่งผลให้ผลการวิเคราะห์มีตรงกันมา และเกษตรกรจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างถูกต้อง

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่างดินอ้างอิง

ในการทดลองครั้งนี้ใช้ตัวอย่างอ้างอิงดินจำนวน 5 ตัวอย่าง (ตัวอย่างดินอ้างอิง 1 - ตัวอย่างอ้างอิง 5) ซึ่งได้จากภาคกับและเตรียมตัวอย่างดิน มีการทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน (homogeneity) และส่งให้ห้องปฏิบัติการ ทั้ง 6 แห่งภายในเครือข่าย เพื่อให้เป็นตัวอย่างดินอ้างอิง ใช้ในการทดสอบต่อไป

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักในตัวอย่างดินอ้างอิง

ห้องปฏิบัติการที่ได้เข้าร่วมวิจัยทั้ง 6 แห่งได้ทดสอบการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการ (collaborative test) โดยนำตัวอย่างดินอ้างอิงทั้ง 5 ตัวอย่าง วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ปริมาณฟอสฟอรัส



(available phosphorus) (นพหุคูณ, 2547) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic matter) (พัลวิ แอนจันทร, 2547) และ ปริมาณแคตไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable cation) (จางถนง, 2547) ซึ่งได้แก่ โพแทสเซียม (potassium, K) แคลเซียม (calcium, Ca) และแมกนีเซียม (magnesium, Mg) วิธีการวิเคราะห์ดิน ใช้ตามที่ ห้องปฏิบัติการทั้ง 6 แห่งได้ตกลงกันเพื่อยึดเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ด้วยวิธีเดียวกัน และวิเคราะห์ตัวอย่างดินข้างอิง 1 - 5 พร้อมกับทำการวิเคราะห์ตัวอย่างดินอื่นๆ ที่แต่ละห้องปฏิบัติการให้บริการวิเคราะห์ โดยปฏิบัติตามตัวอย่าง ดินข้างอิงซึ่งเหมือนกับตัวอย่างดินอื่นๆ ดังนั้นจำนวนครั้งในการวิเคราะห์ของแต่ละห้องปฏิบัติการจะไม่เท่ากันเนื่องจาก แต่ละห้องปฏิบัติการมีความถี่ในการวิเคราะห์ไม่เท่ากัน ซึ่งขึ้นอยู่กับความถี่ในการให้บริการวิเคราะห์

การสอบเทียบผลการวิเคราะห์ตัวอย่างกับห้องปฏิบัติการนานาชาติ

นำตัวอย่างดินข้างอิงข้าง 5 ตัวอย่างส่งวิเคราะห์ราคาอาหารหลักที่ห้องปฏิบัติการของประเทศฝรั่งเศสคือ CIRAD ซึ่งห้องปฏิบัติการนี้ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001

ผลการทดสอบและวิเคราะห์

จากผลการทดสอบพบว่า การทดสอบการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลัก ระหว่างห้องปฏิบัติการทั้ง 6 แห่ง ปริมาณที่ทดสอบที่วิเคราะห์ได้ค่อนข้างมีความแปรปรวนมากในดินที่มีฟอสฟอรัสสูง คือตัวอย่างดินข้างอิง 1 และ 2 ซึ่งมีค่าฟอสฟอรัส 14.1-23.91 mg/kg¹ และ 25.6-43 mg/kg¹ (Figure 1a-b) ตามลำดับ ถ้าเปรียบค่า ฟอสฟอรัสในตัวอย่างดินข้างอิง 3, 4 และ 5 ที่ได้นั้นค่อนข้างใกล้เคียงกันในดินแต่ละชนิด ซึ่งตัวอย่างดินข้างอิง 3 มีค่าฟอสฟอรัส 2.20-3.93 mg/kg¹ ตัวอย่างดินข้างอิง 4 มีค่า 1.49-6.3 mg/kg¹ และตัวอย่างดินข้างอิง 5 มี ค่า 2.0-5.35 mg/kg¹ (Figure 1c-e)

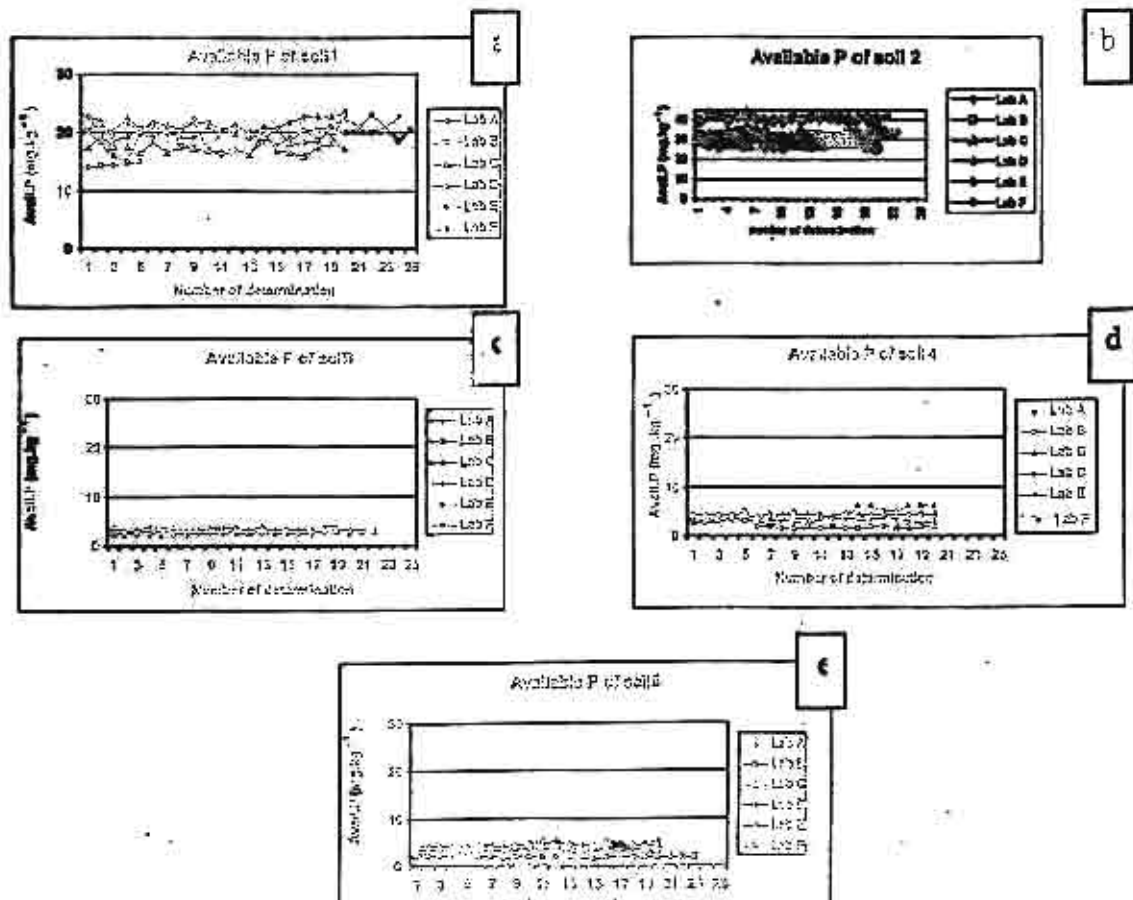


Figure 1 Available phosphorus of reference soil materials no. 1 to 5 reported by different laboratories.

สำหรับปริมาณอินทรีย์วัตถุในตัวอย่างดินอ้างอิง 1-5 พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุมีมากในตัวอย่างดินอ้างอิง 2 และ 5 และพบในดินอ้างอิง 1, 3 และ 4 แต่ค่าที่แต่ละห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ได้นั้นมีค่าที่แตกต่างกันมาก (Figure 2) =

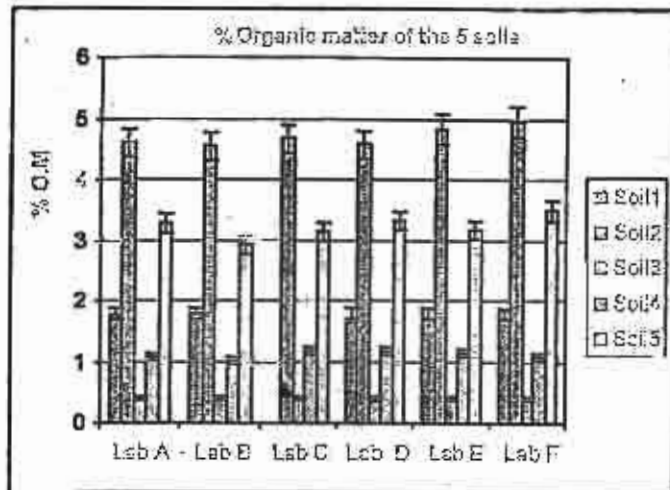


Figure 2 Organic matter contents of reference soil materials no. 1 to 5 reported by different laboratories.

จากการสอบเทียบมาตรฐานวิเคราะห์กับห้องปฏิบัติการ CIRAD ของประเทศฝรั่งเศส พบว่าปริมาณธาตุอาหารหลักของแต่ละตัวอย่างดินอ้างอิงที่ส่งวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการ CIRAD ของประเทศฝรั่งเศสเทียบกับค่าเฉลี่ยของค่าวิเคราะห์ได้ในห้องปฏิบัติการ 6 แห่งมีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ จึงนำค่าที่วิเคราะห์ได้ทั้งหมดมาค่าที่จะใช้เป็นตัวอ้างอิงในดินแต่ละตัวอย่าง โดยนำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากห้องปฏิบัติการทั้งหมดรวมทั้งของห้องปฏิบัติการ CIRAD มาค่า median mean maximum maximum standard deviation และ %CV จากนั้นกำหนดเกณฑ์ค่าอ้างอิงในตัวอย่างดินทั้ง 5 ตัวอย่าง โดยใช้ค่า median \pm S.D. แสดงใน Table 1



Table 1 Statistics of all reasonable values of reference soil materials nos. 1 - 5 , recommended values and from analytical result from CIRAD laboratory.

	Available P (mg·kg ⁻¹)	O.M (%)	K (mg·kg ⁻¹)	Ca (mg·kg ⁻¹)	Mg (mg·kg ⁻¹)
Soil 1					
Median	20.05	1.75	187.29	3126.38	167.33
Mean	19.92	1.76	186.88	3124.98	169.34
Min	15.30	1.41	151.00	2415.17	131.82
Max	25.00	2.08	230.62	3662.35	204.22
S.D.	2.20	0.14	17.64	290.71	14.46
%CV	11.03	7.73	9.44	9.30	18.54
CIRAD	14.14	2.02	191.60	3276.54	204.22
Soil 2					
Median	30.30	4.67	240.00	8048.5	206.45
Mean	31.25	4.69	238.63	8068.2	212.67
Min	25.56	3.69	125.12	5979.9	166
Max	41.00	5.29	289.64	10162.3	272.5
S.D.	3.64	0.26	26.64	872.3	22.14
%CV	11.66	5.48	11.16	10.8	10.14
CIRAD	8.61	5.79	254.18	10162.3	250.4
Soil 3					
Median	2.90	0.40	26.60	497.65	32.82
Mean	2.89	0.40	26.83	481.45	32.52
Min	2.20	0.29	16.52	314.83	23.46
Max	4.13	0.50	40.64	590.00	43.00
S.D.	0.51	0.04	5.72	65.86	3.63
%CV	18.95	11.16	21.32	13.68	11.15
CIRAD	4.13	0.29	19.55	531.12	32.82
Soil 4					
Median	4.00	1.10	32.30	58.10	25.97
Mean	4.23	1.11	32.87	57.86	25.70
Min	2.40	0.91	22.20	42.10	18.8
Max	10.40	1.46	52.4	88.60	39.40
S.D.	1.26	0.11	4.74	8.89	3.43
%CV	29.82	9.94	14.42	14.42	13.35
CIRAD	6.37	1.16	31.28	62.12	29.17
Soil 5					
Median	3.54	3.07	74.10	224.43	128.70
Mean	3.81	3.02	75.47	219.55	130.39
Min	1.52	1.79	53.80	141.88	89.20
Max	8.30	3.66	99.50	307.65	165.19
S.D.	1.46	0.27	8.79	41.80	16.47
%CV	20.87	9.04	11.65	19.04	12.63
CIRAD	3.33	3.09	74.29	274.55	145.67

สรุป

ภายใต้ความร่วมมือของห้องปฏิบัติการภายในประเทศทั้ง 6 แห่ง สามารถที่จะจัดทำตัวอย่างดินอ้างอิง 6 ตัวอย่างเพื่อใช้ในการประเมินคุณภาพในการวิเคราะห์ดิน ซึ่งจะก่อให้เกิดความน่าเชื่อถือในผลการวิเคราะห์ดิน ให้มีความถูกต้องและแม่นยำเพื่อส่งผลให้ผลการวิเคราะห์มีความหมายและเกษตรกรสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ถูกต้อง

คำนิยาม

การวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย "การจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช" ที่ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

เอกสารอ้างอิง

- พัทธิ เดชะจันทร์, 2547. การวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุและอินทรีย์คาร์บอน: คู่มือมาตรฐานสำหรับภาควิเคราะห์ดินและพืช โครงการจัดตั้งเครือข่ายวิเคราะห์ดินและพืช ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม; มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (กำลังจัดพิมพ์).
- นพนณี อุวรรณัง, 2547. การวิเคราะห์ผลผลิตพืช คู่มือมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืช โครงการจัดตั้งเครือข่ายวิเคราะห์ดินและพืช สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน; กรมพัฒนาที่ดิน. (กำลังจัดพิมพ์).
- วางคนา กระจ่าง, 2547. การวิเคราะห์แคตไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ คู่มือมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืช โครงการจัดตั้งเครือข่ายวิเคราะห์ดินและพืช กองเกษตรเคมี; กรมวิชาการเกษตร. (กำลังจัดพิมพ์).

การร่วมทดสอบตัวอย่างอ้างอิงของเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช

Collaborative test of Reference Material's within Soil and Plant Analytical Laboratory Network

นางลักขณ์ บุระณะพงษ์¹ นันทนา เชื้ออิน² นพmani สุวรรณัง³ พัชรี แสนจันทร์⁴ ไฉฉิม เหล็กคง⁵
วงศกนก สารบัว⁶ สิริวิมล บุญสุข⁷ สนิศศักดิ์ มณีพงษ์⁸ สุรางค์ดา ลิ้มมงคล⁹ สุรวรรณ ภูธรราช¹
Nongluck Puranapong¹ Nanthana Cheuin² Nopmanee Suwanang³ Patcharee Sanchang⁴ Paikin Lekkong⁵
Varakana Sabua⁶ Sirwan Boonrakk⁷ Somsak Maneepong⁸ Suangthida Lipimongkol⁹ and Suwannee Bhuchonndhara¹

บทคัดย่อ

เครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช ประกอบด้วยห้องปฏิบัติการ 8 ห้องปฏิบัติการ ในสังกัดกรมพัฒนาที่ดิน กรมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ และมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จัดตั้งขึ้นเพื่อสร้างเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชที่มีมาตรฐานขึ้นภายในประเทศ ได้ร่วมกันจัดทำและวิเคราะห์ตัวอย่างดิน 5 ตัวอย่าง และพืช 1 ตัวอย่าง พบว่า ผลวิเคราะห์ดิน ได้แก่ pH ความเป็นกรด-ด่าง และอินทรีย์คาร์บอน มีความแปรปรวนสูงในบางห้องปฏิบัติการ ช่วงกว้างไปตาม สภาพการวิเคราะห์ส่วนใหญ่ ให้ผลใกล้เคียงกัน และทุกรายการทำให้ผลใกล้เคียงกัน ห้องปฏิบัติการที่นำตัวอย่างไปประมวลผลระหว่างประเทศ ยกเว้น ของแอม การวิเคราะห์พืช พบว่า รายการวิเคราะห์ส่วนใหญ่ทุกห้องปฏิบัติการทั้งในไทยและต่างประเทศ ให้ผลใกล้เคียงกัน ยกเว้น ธาตุที่เป็นโลหะ เช่น เหล็ก ทองแดง สังกะสี ก็พบว่ามีความแปรปรวนสูงในบางห้องปฏิบัติการ ตัวอย่างดินและพืชอ้างอิงที่ได้จากโครงการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ในการควบคุมคุณภาพในการวิเคราะห์ดินและพืชภายในห้องปฏิบัติการระหว่างเครือข่ายต่อไป

¹ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50200

Department of Soil Resources and Environment, Faculty of Agriculture, Production, Maejo University, Chiang Mai, 50200

²ฝ่ายเครื่องไม้เครื่องมือการวิจัยและพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Scientific Equipment, Kasetsart University Research and Development Institute, Kasetsart University, Bangkok, 10900

³กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ 10900

Land Development Equipment, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, 10900

⁴ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

Department of Land and Environment, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

⁵สำนักงานวิจัยพัฒนาวิจัยการเกษตรและสหกรณ์ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ 10900

Agriculture Production Science Research and Development Office, Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, 10900

⁶สำนักวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ นครศรีธรรมราช 80150

Institute of Agricultural Technology, Walailak University, Nakhomsriharajmaral, 80150

การทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ดินและพืชของห้องปฏิบัติการในประเทศ

Performance Test for Soil and Plant Analysis of Thai Laboratories

สมศักดิ์ มณีพงษ์¹ นางวิภาชนีย์ ปุระณะพงษ์² นันทนา ชินุจิมี³ นพเมธี สุวรรณัง⁴ ศรัณี แฉนจำนง⁵ ไพจิระ เหล็กคง⁶ วรางคณา
สรนาท⁷ สิริวิทย์ บุญสูง⁸ สรวงธิดา สิริมงคล⁹ สุวรรณีย์ ปุระณะพงษ์¹⁰
Somsak Maneepong¹ Nongluck Puranapong² Nantana Chinnajimi³ Nopmanee Suwananang⁴ Patcharee
Sarnathong⁵ Paitin Lekkong⁶ Varasane Sabua⁷ Sriwan Boonsook⁸ Suangthida Sirimongkol⁹ and Suwannee
Pibuthorntharaj¹⁰

บทคัดย่อ

ผลการวิเคราะห์ดินและพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งการจัดการดินและปุ๋ยแก่พืชเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช เลี้ยงพืชการวิจัย ผลการวิเคราะห์ดินมีค่าหลายอย่างผลสร้างค่าเฉลี่ยภาคต่อมีค่าใกล้เคียง คณะผู้วิจัยจึงได้ทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการต่างๆ ความความสนใจของห้องปฏิบัติการมีจำนวน 14 ห้องปฏิบัติการ โดยวิธีส่งตัวอย่างอ้างอิงดินและพืชซึ่งทราบผลการวิเคราะห์ได้ไปยังห้องปฏิบัติการเหล่านั้น และกำหนดให้ใช้ผลการวิเคราะห์ไม่เกิน 6 เดือน จำนวนรายการที่วิเคราะห์เป็นไปตามค่าเฉลี่ยร้อยละของห้องปฏิบัติการและแบ่งผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำเป็นตาราง การนำไฟฟ้า ค่าปริมาตรน้ำในดิน ไรโบฟลาวิน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี ของดินอย่างอื่นอ้างอิง พบว่า มีห้องปฏิบัติการเพียงร้อยละ 76.66-66.71, 66.74-67.64, 42.47-71 และ 80 ตามลำดับ มีผลการวิเคราะห์อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ (mean \pm SD) ผลการทดสอบการวิเคราะห์มีไรโบฟลาวิน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี ในดินค่าเฉลี่ยอ้างอิง พบว่า มีห้องปฏิบัติการเพียงร้อยละ 56.66-80, 62.50-74.57, 50 และ 67 ตามลำดับ มีผลการวิเคราะห์อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ (mean \pm SD) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ผู้ให้บริการประมาณร้อยละ 38 ได้รับข้อมูลผลการวิเคราะห์ดินและพืชที่ผิดพลาด โดยมีแนวโน้มว่า ผลการวิเคราะห์มีโอกาสมีค่าผิดพลาดสูงที่สุด ห้องปฏิบัติการจึงควรจะมีระบบประเมินคุณภาพ เพื่อลดโอกาสผิดพลาด และสร้างความเสียหายให้แก่ผู้ให้บริการ

¹ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ นครศรีธรรมราช 80100
² Institute of Agricultural Technology, Walailak University, Nakhomsitharammarat, 80100
³ ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ วิทยาเขตแม่โจ้ เชียงใหม่ 80290
⁴ Department of Soil Resources and Environment, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, 80290.
⁵ ฝ่ายวิจัยเชิงวิทยาศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
⁶ Scientific Equipment, Kasetsart University Research and Development Institute, Kasetsart University, Bangkok, 10900.
⁷ สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงการเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ 10900
⁸ Office of Science for Land Development, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, 10900
⁹ ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002
¹⁰ Department of Land and Environment, Faculty of Agriculture, Khon Kaew University, Khon Kaew, 40002
¹¹ สำนักวิจัยและพัฒนาปัจจัยทางการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงการเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ 10900
¹² Agricultural Production Science Research and Development Office, Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, 10900.

การจัดทำฐานข้อมูลและผลวิเคราะห์พืช
Database establishment for the interpretation of plant analysis results

นันทนา ชื่นชัย¹, นงลักษณ์ ปุระณะพงษ์², นพรัตน์ สุวรรณัง³, ศิริวิ ศานจิบุตร⁴, ไพรัตน์ เติมใจ⁵,
ราชศุภานา สระบัว⁶, ศิริวิทย์ บุญสูง⁷, สมศักดิ์ วัฒนพงษ์⁸, สุวรรณิศา อึ้งอิงคง⁹, สุวรรณีย์ บุณยธาดา¹,
Nanthana Cheumjai¹, Nongluck Puranapong², Nopnatee Suwanhang³, Picharone Sanchana⁴, Pallin Leeksong⁵,
Varakana Sabua⁶, Siriwan Boonsook⁷, Somsak Maneesong⁸, S.Janythiga Lipimongkol⁹ and Suwannee
Bunthorathettha¹

บทคัดย่อ

โครงการการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำฐานข้อมูลและผลวิเคราะห์พืช ได้จัดทำฐานข้อมูลและผลวิเคราะห์พืช โดย
วิธีการรวบรวมข้อมูลพืช การสร้างฐานข้อมูล การบันทึกข้อมูล และการสร้างส่วนสืบค้นข้อมูล การรวบรวมข้อมูลพืชมีทั้ง
การรวบรวมจากเอกสารวิจัยจำนวน 3 เล่ม ได้แก่ "Plant analysis: An Interpretation Manual" ของ D.J. Reuter และ
J.S. Robinson ปี ค.ศ. 1986 และ 1987 และ "Nutrient Deficiencies" ของ W.S. Sennott ปี ค.ศ. 1993 และจัดระดับความ
สัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชกับลักษณะการเจริญเติบโต เป็น 3 ระดับ คือ ขาดแคลน เพียงพอ และสูง
หรือเป็นพิษ จากความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชได้มาสร้างฐานข้อมูล โดยใช้โปรแกรม Access ในชุด Microsoft Office 97 ของ
บริษัท Microsoft สำหรับการสร้างส่วนสืบค้นข้อมูล มี 3 แบบ ได้แก่ ส่วนสืบค้นที่จัดทำด้วยโปรแกรม Microsoft Access
โปรแกรม Microsoft Visual BASIC version 6.0 และ โปรแกรม Microsoft ASP ซึ่งสามารถเลือกใช้ได้ตามความถนัดของ
ผู้ใช้งานและความสะดวกสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานปฏิบัติการมีอยู่ โครงการวิจัยผลวิเคราะห์พืชนี้จัดทำด้วย
ปฏิบัติการในเครือข่าย 2 รูปแบบ ได้แก่ CD-ROM ซึ่งภายในประกอบด้วยฐานข้อมูลและส่วนสืบค้นข้อมูลแบบ Microsoft
Access และแบบ Visual BASIC และสามารถเผยแพร่ผ่านอินเทอร์เน็ต ที่ URL <http://webhost.wu.ac.th/msomsas/labcefi/>
ฐานข้อมูลนี้จัดทำขึ้นจะช่วยให้ระบบปฏิบัติการในเครือข่ายสามารถให้คำแนะนำเบื้องต้นแก่เกษตรกรผู้ส่งตัวอย่างพืชเพื่อ
วิเคราะห์ซึ่งมีประโยชน์มากกว่าการทราบค่าวิเคราะห์ที่เป็นตัวเลขแต่เพียงอย่างเดียว

¹ ฝ่ายเคมีวิเคราะห์ สาขาริศาสตร์ ภาควิชาเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ 10900

² Scientific Equipment, Kasetsart University Research and Development Institute, Kasetsart University, Bangkok, 10900

³ ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ 10900

⁴ Department of Soil Resources and Environment, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, 50200

⁵ สำนักวิชาเกษตรศาสตร์ ภาควิชาสวนเขตร้อน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตรและสวนพฤกษศาสตร์เมืองกรุงเทพฯ 10900

⁶ Office of Science for Land Development, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, 10800

⁷ ภาควิชาเทคโนโลยีการที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

⁸ Department of Land and Environment, Faculty of Agriculture, King Kaew University, Khon Kaen, 40002

⁹ สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการลุ่มน้ำภาคเหนือ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ 10900

¹⁰ Agricultural Production Science Research and Development Office, Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, 10900

¹¹ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ 10900

¹² Institute of Agricultural Technology, Walailak University, Nakhon Si Thammarat, 80100

ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้ กิจกรรมที่ดำเนินการ และผลที่ได้รับตลอดโครงการ

วัตถุประสงค์	กิจกรรมที่วางแผนไว้	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ผลที่ได้รับ ตลอดโครงการ
1. สร้างเครือข่ายห้องปฏิบัติการในระดับต้นและพื้นที่ที่มีมาตรฐานเป็นประเทศไทย ประสงค์	1. จัดทำห้องปฏิบัติการเข้าร่วมเครือข่าย 2. จัดทำแบบสอบถามและประเมินผล	1. ส่งเครือข่ายออก มีน 2 ระดับ คือ คือเครือข่ายหลัก และเครือข่ายเสริม มีห้องปฏิบัติการเข้าร่วม 6 ห้องปฏิบัติการ และตอบรับเข้าร่วมเครือข่ายเสริม 18 ห้องปฏิบัติการ 2. จัดทำแบบสอบถามห้องปฏิบัติการต่างๆ รวม 17 ห้องปฏิบัติการ ในระหว่ง เมษายน - พฤษภาคม 2545 และเดินทางในสำรวจเพิ่มอีก 6 แห่ง ในเดือนตุลาคม 2545 และประมาณ 2546 และสำรวจเบื้องต้น (ไม่ครอบคลุมทุกประเภทตามแบบสอบถาม) ทางโทรศัพท์อีก 4 ห้องปฏิบัติการ	1. มีเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิจัยทางต้นและพื้นที่ต้นใน ประเทศไทย 2. ทำให้เกิดข้อมูลเบื้องต้นทางสภาพและการใช้ทรัพยากรวัสดุและพลังงานของประเทศ เพื่อช่วยสนับสนุนการใช้วางแผนและจัดตั้งหน่วยงานกำหนดนโยบายและทิศทางของประเทศไทย
2. ยกระดับมาตรฐานของห้องปฏิบัติการระดับมหาวิทยาลัยและหน่วยงานภาครัฐ 1. ระดมความคิดเห็นจากหน่วยงานคุณภาพ - เพื่อให้ผลการวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการที่ร่วมศึกษาค้นคว้าความถูกต้อง แม่นยำ และน่าเชื่อถือ	3. จัดทำสัมมนาพื้นฐาน (reference method) สำหรับวิเคราะห์ระดับและพื้นที่ และแนวทางในการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ใช้มาตรฐานเดียวกันในการวิเคราะห์ และมีการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการที่ดี	3. จัดสัมมนาวันที่ 23-24 พฤษภาคม 2545 ณ โรงแรมดุสิตธานี กรุงเทพมหานคร 4. จัดทำร่างหนังสือท้ายเรื่องระเบียบ กิ่งแจ้งแก้ไขรูปแบบที่ใช้ตรงกันแต่ละเขต	3. 4. ทำให้ประเทศไทยมีมาตรฐาน (reference method) สำหรับวิเคราะห์ระดับและพื้นที่เป็นแบบเดียวกันแล้วทั้งนี้มีการดำเนินการต่อเนื่อง ก็จะไปสู่การพัฒนาใช้ให้เป็นวิธี

<p>๘. จัดทำแผนควบคุมการเปลี่ยนแปลงการวัดค่าองค์ประกอบผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ได้ปริมาณของส่วนผสมและมีความถูกต้องแม่นยำ</p>	<p>๕. จัดทำฐานข้อมูลเพื่อแปลค่าวิเคราะห์พร้อมทั้งจัดทำแผนการดำเนินงาน</p>	<p>และจัดพิมพ์เป็นคู่มือ</p>	<p>มาตรฐานที่จัดทำขึ้นให้เป็นข้อปฏิบัติ</p>
<p>๙. พัฒนาบุคลากรให้มีความรู้และทักษะในการปฏิบัติงาน</p>	<p>๖. จัดประชุมชี้แจงและฝึกอบรมบุคลากรที่เกี่ยวข้อง</p>	<p>๕. จัดทำสารบัญชีย่อยรายละเอียดของห้องปฏิบัติการต่างๆ แล้ว</p>	<p>๕. ทำหน้าที่ดูแลรับผิดชอบในส่วนต่างๆ ของพื้นที่ปฏิบัติงานพร้อมทั้งประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง</p>
<p>๑๐. จัดทำเอกสารคู่มือปฏิบัติงาน</p>	<p>๗. จัดทำคู่มือปฏิบัติงาน</p>	<p>๖. กำหนดให้แต่ละห้องปฏิบัติการในเครือข่ายองค์กรต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดปฏิบัติงาน</p>	<p>๕. ทำหน้าที่ประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง</p>
<p>๑๑. จัดทำแผนการดำเนินงาน</p>	<p>๘. จัดทำแผนการดำเนินงาน</p>	<p>๗. จัดทำคู่มือปฏิบัติงาน</p>	<p>๖. กำหนดให้แต่ละห้องปฏิบัติการในเครือข่ายองค์กรต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดปฏิบัติงาน</p>
<p>๑๒. จัดทำแผนการดำเนินงาน</p>	<p>๙. จัดทำแผนการดำเนินงาน</p>	<p>๘. จัดทำแผนการดำเนินงาน</p>	<p>๗. จัดทำคู่มือปฏิบัติงาน</p>
<p>๑๓. จัดทำแผนการดำเนินงาน</p>	<p>๑๐. จัดทำแผนการดำเนินงาน</p>	<p>๙. จัดทำแผนการดำเนินงาน</p>	<p>๘. จัดทำคู่มือปฏิบัติงาน</p>
<p>๑๔. จัดทำแผนการดำเนินงาน</p>	<p>๑๑. จัดทำแผนการดำเนินงาน</p>	<p>๑๐. จัดทำแผนการดำเนินงาน</p>	<p>๙. จัดทำแผนการดำเนินงาน</p>

<p>และจัดสรรงบประมาณสำหรับโครงการที่ไม่ได้รับคำปรึกษา</p> <p>9. แยกเปลี่ยนตัวอู่กึ่งในครัวเรือนตามชาติ</p>	<p>ผู้จัดทำกรวิจัยวิเคราะห์ทรัพยากรอ้างอิงเกี่ยวกับโครงการจะมุ่งเน้นกว่า 20 ครั้ง</p> <p>9. ทำการประเมินผลสัมฤทธิ์ของ WFPAL ที่จะเกิดขึ้นก่อนปี 2566 จำนวน 3 ครั้ง</p> <p>ต้นว.คม 2567 ดำเนินการแรกเกิดขึ้นในช่วงต้นปีโดยชุมชนวิจัยไปตรวจสอบข้อมูลปฏิบัติการ 5 ปี ในครัวเรือนที่เลือกแล้ว และปรับปรุงตัวอู่กึ่งในครัวเรือนเป็นระยะ</p> <p>2. ดำเนินการแลกเปลี่ยนระหว่างโครงการฯ กับ WFPAL ทั้งหมด 9 ครั้ง</p>	<p>ประเมินเชิงปฏิบัติการโดยกรม และวิจัยวิเคราะห์แต่ละวิธี เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาในอนาคต</p> <p>9. ได้รับผลเช่นเดียวกับข้อ 8. และทำให้ทราบคุณค่าของที่ขงปฏิบัติกิจกรรมของประเทศที่มีศักยภาพกับห้องปฏิบัติการในระดับท้องถิ่น</p>
<p>10. จัดอบรมทั้งผู้ปฏิบัติงานใช้เครื่องใช้</p> <p>เสริม</p>	<p>10. จัดอบรมตลอดโครงการรวม 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 ระหว่างวันที่ 20-25 มีนาคม 2565 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 2 ระหว่างวันที่ 16-20 ธันวาคม 2565 ณ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และครั้งที่ 3 ระหว่างวันที่ ระหว่างวันที่ 26-30 เมษายน 2567 ณ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์</p>	<p>10. อบรมพัฒนาความรู้และทักษะเชิงปฏิบัติการให้แก่เจ้าหน้าที่ในระดับปฏิบัติการ</p>
<p>11. ส่งเสริมอย่างจริงจังและทำไปใช้</p> <p>ทั้งปฏิบัติงานที่เสริมซึ่งร่วมเป็นต้นแบบ</p>	<p>11. ส่งเสริมอย่างจริงจังและทำไปใช้ทั้งปฏิบัติงานที่เสริมซึ่งร่วมเป็นต้นแบบ</p>	<p>11. ทำสำเนาแบบปฏิบัติการภาคปฏิบัติของห้องปฏิบัติการในเครือข่ายเสริม</p>

	<p>นายเสริม 17 ห้องขมิ้นได้ทรา ได้รับผล รางวัลเดวอส์ที่ 1.4 ซึ่งยังปฏิบัติ การ เข้าร่วมการมอบเหรียญรางวัลที่ โรงแรมเอ็ม เมื่อหลังจากเป็นความ ต้องการของห้องขมิ้นได้แก่ที่สนใจเข้า ร่วม มีแต่ตัดขายเสริม)</p>	
<p>12. ทำเรื่องขออนุมัติผลการเรียนเทียบกับ ผลการวิเคราะห์ของทางปฏิบัติทาง ตัวอย่าง เพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยและผลการ จัดทำค่าที่ ร้องขอของห้องขมิ้นอย่างอื่น</p>	<p>12. ส่งตัวอย่างถึงที่ตรงการจำกัดขึ้น ซึ่งดำเนินการที่ไปให้ห้องปฏิบัติการที่ เรื่องอื่น. เลขที่ 1 มง. และห้อง ปฏิบัติการทำงานที่ระบบระบบอื่น</p>	
<p>ข้อ 7</p>	<p>คุณพ. : มพ (ดำเนินการออกให้เมื่อ จากที่รวมไว้ในแผนเดิม ดัชนีแนว ตามข้อเสนอของผู้ทรงคุณวุฒิผู้ ประเมินโครงการ งวดที่ 2)</p>	