



## รายงานโครงการวิจัย

การพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์พืชและปัจจัยการผลิตทางการเกษตร  
Development on Analytical System of Agricultural Production Inputs

จิตติมา ยถาภูรานนท์

ปี พ.ศ. 2558

## คณะผู้วิจัย

จิตติมา ยถาภูษานนท์<sup>1,2/</sup> วรณรัตน์ ชุตติบุตร<sup>2/</sup> ยลิสร์ อินทรสถิตย์<sup>4/</sup> อรพิน หนูทอง<sup>9/</sup> จิราภา เมืองคล้าย<sup>7/</sup> อนนท์ สุขสวัสดิ์<sup>10/</sup>  
 สรัญญา ช่างพิมพ์<sup>10/</sup> เกษสิริ ฉันทพิริยะพูน<sup>8/</sup> อาทิตยา พงษ์ชัยสิทธิ์<sup>3/</sup> จิราพรรณ ทองหยอด<sup>2/</sup> จีรัตน์ กุศลวิริยะวงศ์<sup>2/</sup> จิตติรัตน์  
 ชูชาติ<sup>2/</sup> พีรพงษ์ เขานพพงษ์<sup>2/</sup> สาธิตา โพธิ์น้อย<sup>2/</sup> นันทกานต์ ขุนไทร<sup>2/</sup> จริยา วงศ์ตรี<sup>2/</sup> รัตนภรณ์ คชวงศ์<sup>2/</sup> สงกรานต์ มะลิสอน<sup>2/</sup>  
 ทองจันทร์ พิมพ์เพชร<sup>2/</sup> ฎาพร คงงาม<sup>2/</sup> ปรียาภรณ์ บุญจาย<sup>2/</sup> ศุภการ ตวนใหญ่<sup>2/</sup> อาธิยา ปุ่นประโคน<sup>2/</sup> พงศ์พิศ แก้วสุข<sup>2/</sup> เจนจิรา  
 เทวศร์วรกุล<sup>2/</sup> อมรา หาญจวนิช<sup>2/</sup> สุภา โพธิ์จันทร์<sup>2/</sup> ญาณธิชา จิตต์สะอาด<sup>2/</sup> พงมาลัย ภู่อสาร<sup>2/</sup> สุภานันท์ จันทร์ประอบ<sup>2/</sup> เรวดี ศิริ  
 ยาน<sup>2/</sup> สุพิศสา ทองเขียว<sup>2/</sup> เพชรรัตน์ ศิริวิ<sup>2/</sup> มนต์ชัย อินทร์ท่าอิฐ<sup>2/</sup> จุลศักดิ์ บุญรัตน์<sup>2/</sup> พิณตินันต์ สรวายเอี่ยม<sup>2/</sup> ธิติยาภรณ์ ประยูร  
 มหิศร์<sup>2/</sup> อสิริยะ สืบพันธุ์<sup>2/</sup> พนิดา มงคลวุฒิกุล<sup>2/</sup> ดวงรัตน์ วิลลสินี<sup>2/</sup> พิเชษฐ์ ทองละเอียด<sup>2/</sup> ธนิตา คำอำนวย<sup>2/</sup> สุกัญญา คำคง<sup>2/</sup>  
 ผลจรรย์รัตน์ หมั่นขวา<sup>2/</sup> ทศนี อัฐพรพงษ์<sup>2/</sup> อนุชา ผลไสว<sup>2/</sup> ภัทรกทัย คมนันธุ์<sup>2/</sup> ศรีสุตา รื่นเจริญ<sup>2/</sup> รัฐกร สืบคำ<sup>2/</sup> ทิวภาพร ผดุง  
 นงพงา โอลเสน<sup>3/</sup> สิริพร มะเจี้ยว<sup>3/</sup> สุวณี ตันเฮง<sup>3/</sup> หัสสุวิช บุญเหลือ<sup>3/</sup> สาคร นียมเสถียร<sup>3/</sup> วิภาพร เกียรตินิติประวัติ<sup>4/</sup> เบลญมาศ ใจแก้ว<sup>4/</sup>  
 สุชินี สาสีลิ่ง<sup>4/</sup> พรศิริ สายะพันธ์<sup>4/</sup> ปริยานุช สายสุพรรณ<sup>5/</sup> จารุพงศ์ ประสพสุข<sup>5/</sup> วิชราพร ศรีสว่างวงศ์<sup>5/</sup> ณิชฎฐ์ชยธร ชัตติยะพุดิเมธ<sup>5/</sup>  
 อรัญญา ลุนจันทา<sup>5/</sup> บังอร แสนคน<sup>6/</sup> สุพัตรา สุภาการ<sup>6/</sup> นาดยา จันทร์ส่อง<sup>6/</sup> รัตติญา คงมัน<sup>7/</sup> ทวีพร สุกใส<sup>7/</sup> อภรณ์ ทองบุราณ<sup>7/</sup>  
 ทิตยา ประเสริฐกุล<sup>7/</sup> อุมภาพร รักษาพรหมณ์<sup>8/</sup> จิตติลักษณ์ เหมะ<sup>8/</sup> สิริฉัตร เขาวรรณวุฒิกุล<sup>9/</sup> นิกโรตตรสมบัติ<sup>9/</sup> ศิริรัตน์ ต้นไสว<sup>9/</sup>  
 พิรุณ ติระพัฒน์<sup>10/</sup> ปริญญาพร จันทร์หอม<sup>10/</sup> เขียวลักษณ์ แสงแก้ว<sup>10/</sup>

Chitima Yathaputanon<sup>1,2/</sup> Wannarat Chutibut<sup>2/</sup> Yasit Intarasatit<sup>4/</sup> Orapin Nuthong<sup>9/</sup> Chirapha Muangkai<sup>7/</sup> Anon Suksawat<sup>10/</sup> Saranya  
 Choungpim<sup>10/</sup> Kedsiri Chantapiriyapoon<sup>8/</sup> Athitaya Pongchaisit<sup>3/</sup> Jirapan Thongyord<sup>2/</sup> Charirat Kusonwiriya<sup>2/</sup> Jittirat Choochat<sup>2/</sup> Peerapong  
 Chaovanapong<sup>2/</sup> Sathida Phonoy<sup>2/</sup> Nanthakan Khunhon<sup>2/</sup> Jarirat Wongtree<sup>2/</sup> Rattapom Cochawong<sup>2/</sup> Songkrant Malisom<sup>2/</sup> Tongchan  
 Pimpech<sup>2/</sup> Chadapom Khongnam<sup>2/</sup> Preeyapom Boonkhajay<sup>2/</sup> Supakom Duanyai<sup>2/</sup> Arthiya Punprakhon<sup>2/</sup> Pongpit Kaewsuk<sup>2/</sup> Jenejira  
 Teweswarakul<sup>2/</sup> Omara Hanjavanich<sup>2/</sup> Supha Photichan<sup>2/</sup> Yamthicha Jittsaad<sup>2/</sup> Pojamam Poosam<sup>2/</sup> Supanun Junpra-ob<sup>2/</sup> Rewadee Siritayan<sup>2/</sup>  
 Supissa Thongkheaw<sup>2/</sup> Phetcharat Sirim<sup>2/</sup> Monchai Inthait<sup>2/</sup> Chunlasak Boonrat<sup>2/</sup> Pinitnun Sruiy-iam<sup>2/</sup> Thitiyapom Prayoonmahisom<sup>2/</sup> Issariya  
 Sueppandee<sup>2/</sup> Panida Mongkhonwuttikun<sup>2/</sup> Duangrat Wlasinee<sup>2/</sup> Pichet Tongla-eard<sup>2/</sup> Thanita Kham-amnoui<sup>2/</sup> Sukanya Khamkong<sup>2/</sup>  
 Chalongrat Muenkhwa<sup>2/</sup> Tassanee Atthapompong<sup>2/</sup> Anucha Phonswai<sup>2/</sup> Phatrue Thai Kumnat<sup>2/</sup> Srisuda Ruencharoen<sup>2/</sup> Ratgon Suebkam<sup>2/</sup>  
 Thiwapom Phadung<sup>2/</sup> Nongpanga Olsen<sup>3/</sup> Siripom Majeaw<sup>3/</sup> Suwanee Tonhang<sup>3/</sup> Hatthawit Boonlua<sup>3/</sup> Sakom Niyomsat<sup>3/</sup> Wipapom  
 Kiatnitiprawat<sup>4/</sup> Benjamard Jaikaw<sup>4/</sup> Sutinee Saseelung<sup>4/</sup> Phonsiri Sayaphan<sup>4/</sup> Pariyanuch Saisuphan<sup>5/</sup> Jarupong Prasopsuk<sup>5/</sup> Watcharapom  
 Srisawangwong<sup>5/</sup> Natchayathom Khattiyaphutthimet<sup>5/</sup> Arunya Lunjanta<sup>5/</sup> Bang-on Saenkahn<sup>6/</sup> Supattra Supakam<sup>6/</sup> Nattaya Janson<sup>6/</sup> Rattiya  
 Kongmen<sup>7/</sup> Taweepon Sooksai<sup>7/</sup> Arphom Thongburan<sup>7/</sup> Thidataya Prasertkul<sup>7/</sup> Umapom Raksapham<sup>8/</sup>  
 Jittiluk Hama<sup>8/</sup> Sirichat Chaowuttikul<sup>9/</sup> Nikom Kotsombate<sup>9/</sup> Sirirat Tunsawai<sup>9/</sup>  
 Pirun Tirapat<sup>10/</sup> Parinyaphom Chanhom<sup>10/</sup> Yaowalak Sangkeaw<sup>10/</sup>

<sup>1/</sup> สำนักผู้เชี่ยวชาญ (Senior Expert Office)

<sup>2/</sup> กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (Agriculture Production Sciences Research and Development Division)

<sup>3/</sup> สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 (Office of Agricultural and Development Region 1)

<sup>4/</sup> สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2 (Office of Agricultural and Development Region 2)

<sup>5/</sup> สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 (Office of Agricultural and Development Region 3)

<sup>6/</sup>สำนักงานวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4 (Office of Agricultural and Development Region 4)

<sup>7/</sup>สำนักงานวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 (Office of Agricultural and Development Region 5)

<sup>8/</sup>สำนักงานวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 (Office of Agricultural and Development Region 6)

<sup>9/</sup>สำนักงานวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 (Office of Agricultural and Development Region 7)

<sup>10/</sup>สำนักงานวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8 (Office of Agricultural and Development Region 8)

### คำสำคัญ (keywords)

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ การพัฒนาวิธีวิเคราะห์ ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความเที่ยง ความแม่นยำ การเปรียบเทียบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม การควบคุมคุณภาพ ปุ๋ย พืช ดิน น้ำ สารอินทรีย์ ผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช ตัวอย่างอ้างอิงภายใน เทคนิคสเปกโตรสโกปีอินฟราเรดย่านใกล้ ชุดตรวจสอบอย่างง่าย ดัชนีการออก โปรแกรมคำนวณอัตโนมัติ

Method Validation, Method Development, Homogeneity, Accuracy, Precision, Interlaboratory Comparison, Total nitrogen, Phosphorus, Potassium, Quality control, Fertilizer, Plant, Soil, Water, Organic substance, Pesticide Products, Plant Growth Regulator Products, Internal Reference Material, Near Infrared Spectroscopy, Test Kit, Germination Index, Automatically Calculating Program.

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

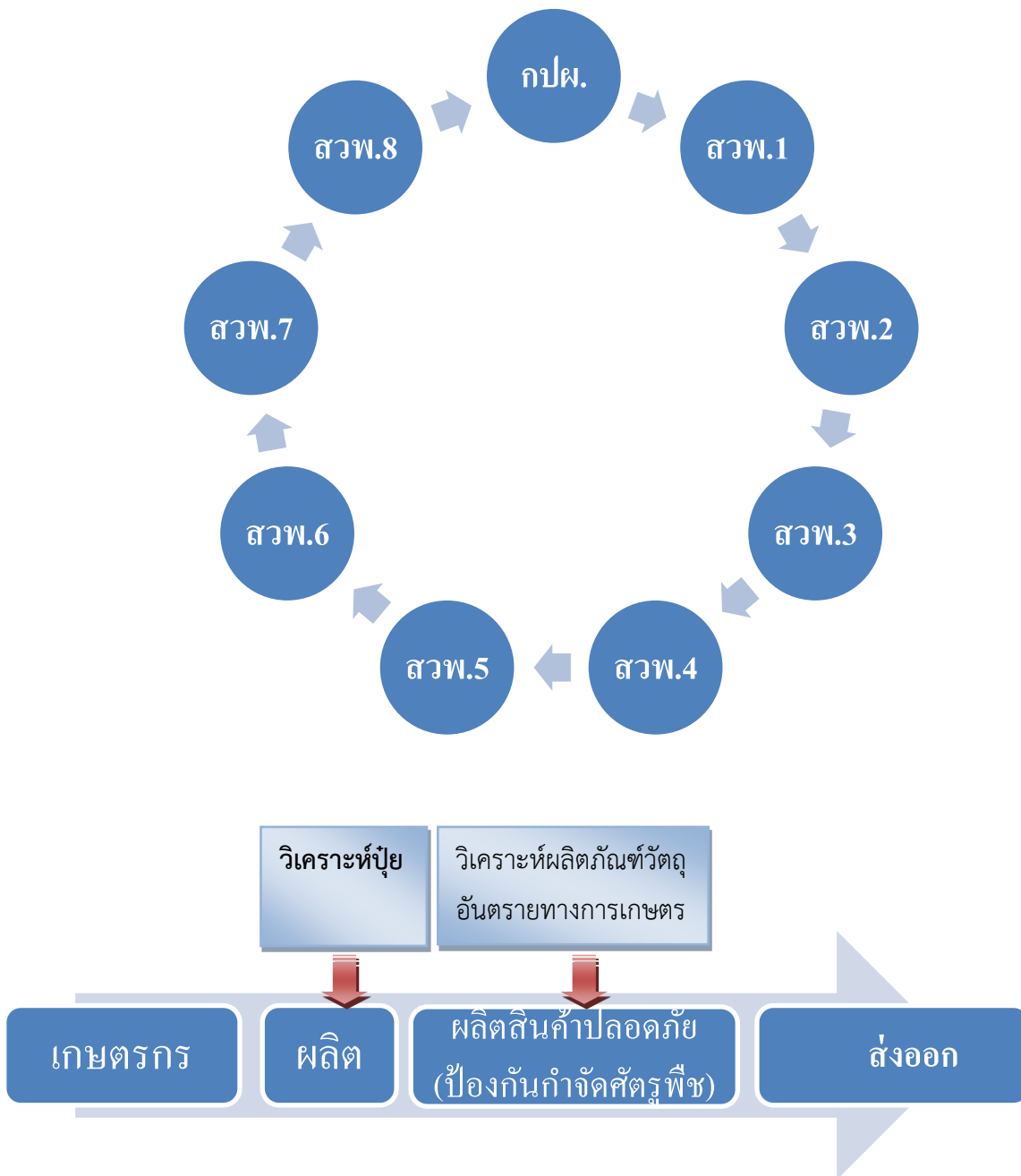
กรมวิชาการเกษตร โดยกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร และห้องปฏิบัติการวิเคราะห์พืชและปัจจัยการผลิตส่วนภูมิภาคทั้ง 8 เขต เป็นศูนย์บริการวิเคราะห์ตรวจสอบปัจจัยการผลิตด้าน ปุ๋ย พืช ดิน น้ำ และผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร ให้ผลการทดสอบที่มีความถูกต้อง แม่นยำ เป็นห้องปฏิบัติการที่มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานสากล โดยเฉพาะปุ๋ยที่เป็นปัจจัยการผลิตทางการเกษตรที่สำคัญ กรมวิชาการเกษตรเป็นผู้รับผิดชอบโดยตรงตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 และพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ในการควบคุมคุณภาพปุ๋ย ควบคุมการผลิตและจำหน่ายปุ๋ยให้มีคุณภาพถูกต้องตามหลักเกณฑ์ เพื่อรักษาผลประโยชน์ของเกษตรกร ซึ่งต้องอาศัยผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยของห้องปฏิบัติการ รวมทั้งการให้บริการตรวจวิเคราะห์เพื่อควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 ที่กรมวิชาการเกษตรมีหน้าที่ในการการควบคุมทั้งการผลิต นำเข้าหรือครอบครอง โดยทำหน้าที่ตรวจสอบและควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร ให้มีคุณภาพตรงตามที่ฉลากระบุ เพื่อเกษตรกรสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และปลอดภัย ซึ่งต้องอาศัยผลการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ อีกทั้งกรมวิชาการเกษตรยังเป็นองค์กรนำด้านการวิจัยและพัฒนาพืช ที่ต้องใช้ข้อมูลผลวิเคราะห์ธาตุอาหารจากห้องปฏิบัติการที่ให้บริการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริมทั้งในพืช ดิน รวมทั้งวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางการเกษตร เพื่อพัฒนางานวิจัยด้านการปรับปรุงคุณภาพและเพิ่มผลผลิตพืช ลดการใช้ปุ๋ย วินิจฉัยปัญหาและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของกรมวิชาการเกษตรทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง ทำให้ผลวิเคราะห์เป็นที่เชื่อถือของทั้งผู้ให้บริการและผู้ขอรับบริการ ยกระดับมาตรฐานของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ให้มีมาตรฐานเดียวกันและเทียบเท่าสากล

การพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล จำเป็นที่จะต้องมีการประกันคุณภาพของห้องปฏิบัติการ (Quality assurance) มีระบบการควบคุมคุณภาพ (Quality control) ทั้งภายในและภายนอกห้องปฏิบัติการ เพื่อทำให้ผลการวิเคราะห์มีความถูกต้อง แม่นยำและเชื่อถือได้ ปัจจุบันนี้ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มักประสบกับปัญหาของการแปรผันของผลการวิเคราะห์ที่เกิดขึ้น มีวิธีการวิเคราะห์หลากหลาย ไม่สามารถวิเคราะห์ธาตุอาหาร หลายชนิดในคราวเดียวกันได้ และไม่สามารถสรุปว่าวิธีการใดเป็นวิธีการที่เหมาะสมและสมควรใช้เป็นวิธีมาตรฐาน เนื่องจากเครื่องมือที่มีอยู่ สารเคมีที่ระบุให้ใช้ ไม่สามารถจะหาได้ ทำให้เกิดความยุ่งยากเสียเวลามาก จึงจำเป็นที่จะต้องพัฒนาวิธีวิเคราะห์พืชและปัจจัยการผลิตทางการเกษตรให้เหมาะสมกับวัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการ มีประสิทธิภาพ รวดเร็วทันกับความต้องการของผู้ใช้บริการ และปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติ เพื่อใช้เป็นวิธีวิเคราะห์มาตรฐาน (Standard operation procedure) ของห้องปฏิบัติการ ดังนั้นห้องปฏิบัติการจึงจำเป็นต้องพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการโดยมีเป้าหมายใหญ่ คือ วิจัยพัฒนาและปรับปรุงวิธีวิเคราะห์ ให้เป็นวิธีมาตรฐาน ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ (Method validation) และทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ (Proficiency testing) เพื่อยืนยันถึงวิธีที่นำมาใช้ในการทดสอบว่ามีความถูกต้อง แม่นยำ น่าเชื่อถือ สามารถสอบกลับได้ เพื่อขอรับรองคุณภาพห้องปฏิบัติการ (Laboratory

accreditation) ตามมาตรฐานสากล (ISO/IEC 17025 : 2005) ซึ่งจะทำให้ผลการวิเคราะห์เป็นที่เชื่อถือและยอมรับได้ตามมาตรฐานสากล ส่งผลดีต่อเกษตรกรให้ได้ใช้ปัจจัยการผลิตที่มีคุณภาพ ตรงตามที่ฉลากระบุ และเกษตรกรสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปลอดภัย รวมทั้งจำเป็นที่จะต้องมีการทดสอบความชำนาญของห้องปฏิบัติการ การผลิตวัสดุอ้างอิง (Internal reference material : IRM) เพื่อควบคุมคุณภาพผลวิเคราะห์และลดต้นทุนการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งในการประกันคุณภาพผลการทดสอบและสอบเทียบตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ISO/IEC 17025 เพื่อให้ห้องปฏิบัติการมีเครื่องมือที่เป็นรูปธรรมในการเฝ้าระวังอย่างต่อเนื่องในการตรวจประเมินสมรรถนะห้องปฏิบัติการของกรมวิชาการเกษตร และภาคเอกชนที่กรมวิชาการเกษตรได้ถ่ายโอนภารกิจงานด้านการวิเคราะห์ไปตามมติของ ครม. ทำให้เป็นที่ยอมรับและน่าเชื่อถือทั้งในประเทศและต่างประเทศ

นอกจากนี้กรมวิชาการเกษตร ยังมีภารกิจในการพัฒนาระบบการให้บริการวิเคราะห์ตรวจสอบปัจจัยการผลิตทางการเกษตรแก่เกษตรกร และเพื่อให้การวิเคราะห์มีความถูกต้อง แม่นยำ และฉับไวในระดับสากล จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการพัฒนางานวิจัย และพัฒนาวิธีวิเคราะห์ให้มีประสิทธิภาพ เพื่อเปลี่ยนแปลงจากระบบการวิเคราะห์ทางเคมีที่ใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายและเป็นจำนวนมากๆ เพื่อให้ได้วิธีที่ทันสมัย เป็นที่ยอมรับและทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลก โดยนำเทคนิคใหม่มาใช้เพื่อลดขั้นตอนการวิเคราะห์ และสารเคมีลง โดยการใช้เทคนิคพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าย่านความถี่อินฟราเรดย่านใกล้ (Near Infrared : NIR) ซึ่งเป็นองค์ความรู้หนึ่งที่ใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายในต่างประเทศขณะนี้ เนื่องจากเป็นเทคนิคที่สามารถทำนายค่าทางเคมีของปัจจัยการผลิตได้อย่างรวดเร็วทราบผลภายใน 1-2 วินาที แม่นยำ ไม่ใช้สารเคมี และตัวอย่างไม่ถูกทำลาย รวมทั้งการพัฒนาชุดตรวจสอบอย่างง่าย (Test kit) เพื่อใช้ตรวจวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตเบื้องต้นที่สามารถเข้าถึงเกษตรกร สะดวก รวดเร็ว เกษตรกรสามารถใช้ได้จริงในพื้นที่ภาคสนาม

ดังนั้น กรมวิชาการเกษตรจึงได้ให้ความสำคัญกับการตรวจวิเคราะห์ปัจจัยการผลิต เพื่อให้ได้เทคนิคการวิเคราะห์ การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี และทวนสอบวิธี เพื่อให้ผลการตรวจวิเคราะห์เป็นที่ยอมรับและมีความถูกต้องน่าเชื่อถือ ได้รับการยอมรับในระดับสากล และใช้เป็นข้อมูลทางวิชาการสนับสนุนกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรที่เป็นหน่วยงานส่วนกลาง และส่วนภูมิภาคสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 ให้ได้รับการรับรองมาตรฐานห้องปฏิบัติการ ISO/IEC 17025 : 2005 ซึ่งงานวิจัยในแผนงานวิจัยนี้สามารถสนับสนุนการขอการรับรองห้องปฏิบัติการ และการขยายขอบข่ายวิธีวิเคราะห์ให้กับห้องปฏิบัติการให้มีศักยภาพเท่าเทียมในระดับนานาชาติ รวมทั้งพัฒนาวิธีวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตให้มีความทันสมัย สะดวก รวดเร็ว และเข้าถึงเกษตรกร

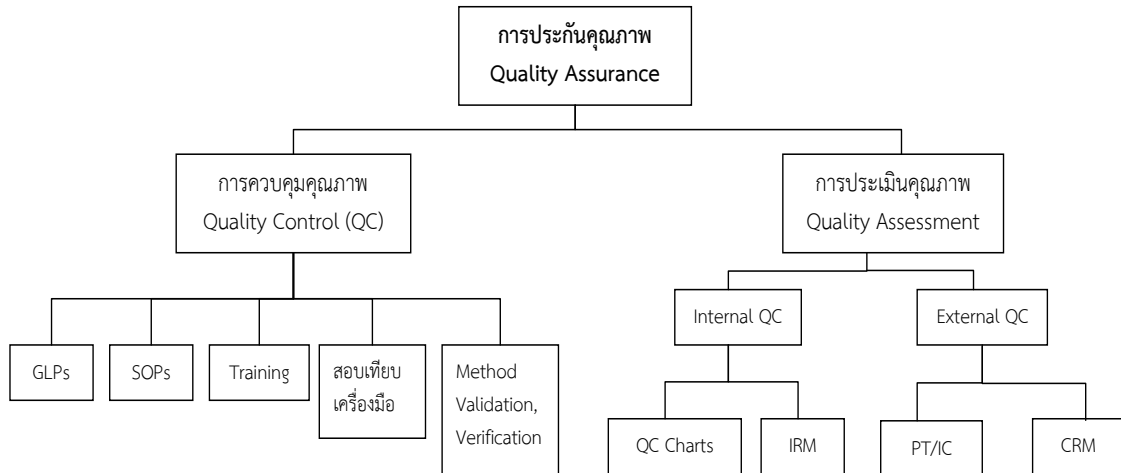


ภาพที่ 1 เครื่องมือห้องปฏิบัติการให้บริการตรวจวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตของกรมวิชาการเกษตร

#### การทบทวนวรรณกรรม

การพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์และทดสอบ ตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025:2005 มีข้อกำหนดให้ห้องปฏิบัติการมีการประกันคุณภาพผลวิเคราะห์ (Taylor, 1987) เพื่อให้ห้องปฏิบัติการ ผลิตผลวิเคราะห์ที่ถูกต้อง แม่นยำ น่าเชื่อถือ สร้างความเชื่อมั่นทั้งผู้ให้บริการและผู้รับบริการ

## การประกันคุณภาพผลการวิเคราะห์ทดสอบ (Quality Assurance, QA)



GLPs (Good Laboratory Practices), SOPs (Standard Operating Procedures), IRM (Internal Reference Material), PT (Proficiency Testing), IC (Inter laboratory Comparison), CRM (Certified Reference Material)

### ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการจัดทำระบบการประกันคุณภาพของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบ

การประกันคุณภาพ หมายถึง แผนและการดำเนินการอย่างเป็นระบบที่จำเป็นในการให้ได้มาซึ่งความเชื่อมั่นที่เพียงพอว่าการบริการผลวิเคราะห์เป็นไปตามข้อกำหนดด้านคุณภาพตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025:2005 เป็นการประกันคุณภาพของการตรวจวิเคราะห์ให้เป็นระบบที่ยอมรับได้ ทั้งในด้านความแม่นยำ และความเที่ยง ของผลวิเคราะห์ กิจกรรมต่างๆ ของการประกันคุณภาพผลการวิเคราะห์ ประกอบด้วย

- 1) บุคลากร มีการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ให้มีความรู้ความสามารถ เข้าใจในงานที่ปฏิบัติทั้งทางวิชาการและด้านคุณภาพ โดยการฝึกอบรมภายในหรือภายนอก และประเมินความสามารถของเจ้าหน้าที่ เพื่อให้มั่นใจว่าเจ้าหน้าที่สามารถดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพ และมีความชำนาญอย่างต่อเนื่อง
- 2) สถานที่และสภาวะแวดล้อม มีการควบคุมสภาวะแวดล้อมที่มีผลกับการทดสอบ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ในห้องเครื่องมือ ห้องเครื่องชั่ง
- 3) วิธีทดสอบและการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ (Method Validation) ที่ใช้ เพื่อพิสูจน์ความเที่ยง (Precision) และความแม่นยำ (Accuracy) ของวิธี เพื่อยืนยันว่าวิธีทดสอบมีความเหมาะสมต่อวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้งาน
- 4) การจัดการเครื่องมือ มีการฝึกอบรมบุคลากร ในการใช้เครื่องมือ มีประวัติเครื่องมือและอุปกรณ์ แผนการบำรุงรักษา มีการสอบเทียบ ตรวจสอบสมรรถนะของเครื่องมือ จัดให้มีการสอบเทียบตามเวลาที่กำหนด โดยห้องปฏิบัติการที่สามารถสอบกลับได้ไปยังหน่วยตามระบบสากล
- 5) การจัดการวัสดุอ้างอิงและสารเคมี มีการใช้วัสดุอ้างอิง ซึ่งสอบกลับไปยังหน่วย SI ของการวัด มีการใช้ตัวอย่างอ้างอิงภายใน (Internal Reference Material, IRM) ซึ่งมีวิธีการปฏิบัติตามวิธีการเตรียมตัวอย่างอ้างอิง และมีการตรวจสอบระหว่างการใช้งาน



- 6) การจัดการตัวอย่าง มีใบนำส่งตัวอย่าง มีสมุดรับตัวอย่าง มีการบ่งชี้ตัวอย่างและลงหมายเลขบ่งชี้ตัวอย่าง เพื่อให้ไม่เกิดความผิดพลาดตลอดการวิเคราะห์
  - 7) การควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ทดสอบ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ การควบคุมคุณภาพภายใน และการควบคุมคุณภาพภายนอก
  - 8) การตรวจสอบงาน ตรวจสอบใบรายงานผลวิเคราะห์ มีการบันทึกครบถ้วน ถูกต้อง
  - 9) มีการรายงานผลทดสอบที่ถูกต้องชัดเจน ระบุวิธีวิเคราะห์ที่ใช้ ชื่อผู้วิเคราะห์ และหัวหน้าหน่วยงาน
- การประกันคุณภาพ ประกอบด้วยกิจกรรมที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกัน 2 กิจกรรม คือ การประเมินคุณภาพ (Quality Assessment) และการควบคุมคุณภาพ (Quality Control, QC) ซึ่งทั้งสองกิจกรรมต้องปฏิบัติและดำเนินการควบคู่กันไป

### การประเมินคุณภาพ (Quality Assessment)

การประเมินคุณภาพ หมายถึง ระบบของกิจกรรมต่างๆ ที่มีจุดประสงค์เพื่อรับประกันว่ากระบวนการหรือกิจกรรมการควบคุมคุณภาพได้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

### การควบคุมคุณภาพ (Quality Control, QC)

การควบคุมคุณภาพ หมายถึง การดำเนินการและกิจกรรมด้านวิชาการ (Operation techniques and activities) ของกิจกรรมต่างๆ ทั้งระบบ ซึ่งมีขึ้นเพื่อควบคุมคุณภาพของผลผลิตหรือการบริการให้ได้ตามความต้องการของผู้ใช้บริการ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เกิดความพึงพอใจ มีคุณภาพมากพอ มีการรายงานผลที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือ และมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ ซึ่งการควบคุมคุณภาพ ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้ผู้วิเคราะห์ทดสอบมีความมั่นใจในการวิเคราะห์ทดสอบมากยิ่งขึ้น ตามข้อกำหนดด้านคุณภาพ การควบคุมคุณภาพ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ การควบคุมคุณภาพภายใน และการควบคุมคุณภาพภายนอก

### การควบคุมคุณภาพภายใน (Internal Quality Control, IQC)

การควบคุมคุณภาพภายใน หมายถึง การดำเนินการของห้องปฏิบัติการในการเฝ้าระวังการทดสอบ และผลการทดสอบให้น่าเชื่อถือก่อนรายงานผล กระบวนการควบคุมคุณภาพต้องครอบคลุมทุกขั้นตอนการวิเคราะห์ ตั้งแต่การสุ่มตัวอย่าง การเตรียมตัวอย่าง การวิเคราะห์ตัวอย่าง การทำแผนภูมิควบคุมคุณภาพ ตลอดจนถึงการรายงานผลการทดสอบ ซึ่งการควบคุมคุณภาพที่ห้องปฏิบัติการควรทำเป็นประจำทุกครั้งที่มีการวิเคราะห์ทดสอบเป็นชุดตัวอย่าง (batch) วิธีการควบคุมคุณภาพภายในของห้องปฏิบัติการจะต้องเลือกตัวอย่างควบคุม (Quality Control Sample, QC Sample) แล้วทำการทดสอบพร้อมกับตัวอย่างในแต่ละชุด การเลือกตัวอย่างควบคุมขึ้นอยู่กับวิธีวิเคราะห์ ธรรมชาติของตัวอย่าง สิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ และความเข้มข้นของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ วิธีการควบคุมคุณภาพภายใน โดยทั่วไปอาจจะเกี่ยวข้องกับตัวอย่างควบคุมต่างๆ ต่อไปนี้

- 1) การวิเคราะห์วัสดุอ้างอิงรับรอง (Certified Reference Materials, CRMs)
- 2) การวิเคราะห์ QC check standard (Instrument check standard)
- 3) การวิเคราะห์รีเอเจนต์แปลงค์ของวิธีทดสอบ (Reagent blank or method blank)
- 4) การวิเคราะห์ Spiked sample หรือ การหา % Recovery ที่ความเข้มข้นต่างๆ ตลอดช่วงการใช้งาน
- 5) การวิเคราะห์ซ้ำในตัวอย่างเดียวกัน (Duplicate analysis pair)

- 6) การวิเคราะห์ตัวอย่างควบคุมภายใน (Quality control sample, QC Sample)
- 7) การสอบเทียบ (Calibration) และการตรวจสอบสมรรถนะ (Performance) ของเครื่องมือ

### การควบคุมคุณภาพภายนอก (External Quality Control, EQC)

การเข้าร่วมกิจกรรมทดสอบความชำนาญ เป็นกระบวนการควบคุมคุณภาพการตรวจวิเคราะห์ภายนอก ซึ่งเป็นปัจจัยชี้บ่งถึงความสามารถหรือปัญหาในการวิเคราะห์ได้ระดับหนึ่ง ดังข้อกำหนดของมาตรฐาน ISO/IEC 17025:2005 ที่ระบุไว้ว่านอกเหนือจากการเลือกใช้วิธีวิเคราะห์ที่มีการยืนยันความเหมาะสม การเลือกใช้เครื่องมือวัดที่ผ่านการสอบเทียบ และการควบคุมคุณภาพภายในแล้ว ยังต้องมีการควบคุมคุณภาพจากภายนอก โดยเข้าร่วมทดสอบความชำนาญของห้องปฏิบัติการ

การทดสอบความชำนาญ มีเป้าหมายหลัก คือ 1. เพื่อพิจารณา และปรับปรุงข้อมูลด้านคุณภาพของห้องปฏิบัติการ 2. เป็นเอกสารข้อมูลคุณภาพของห้องปฏิบัติการ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ และ 3. ค้นหาปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ (Frederick *et al.*, 2000) ซึ่งสำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 2544 ได้อธิบาย และให้ความหมายของการทดสอบความชำนาญว่า ประโยชน์ของการเปรียบเทียบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการหาสมรรถนะของการวัด หรือการทดสอบของห้องปฏิบัติการ อย่างไรก็ตาม การดำเนินการตามแผนการทดสอบความชำนาญมักจะได้อะไรเพื่อใช้ในจุดประสงค์อื่นๆ ด้วย หนึ่งในประโยชน์ของการทดสอบความชำนาญก็คือ ใช้ประเมินความสามารถของห้องปฏิบัติการ ในการปฏิบัติการทดสอบ อาจรวมถึงการตรวจประเมินตนเองของห้องปฏิบัติการ การตรวจประเมินโดยลูกค้า หรือโดยบุคคลอื่นๆ เช่น หน่วยรับรองห้องปฏิบัติการ หรือหน่วยควบคุมตามกฎหมาย ดังนั้นห้องปฏิบัติการจึงควรเพิ่มเติมการดำเนินการควบคุมคุณภาพภายในของตนโดยการใช้มาตรการภายนอก เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของห้องปฏิบัติการ การเข้าร่วมในแผนการทดสอบความชำนาญจะทำให้ห้องปฏิบัติการมีเครื่องมือที่เป็นรูปธรรมในการตรวจประเมิน และเป็นการแสดงความน่าเชื่อถือของข้อมูลของห้องปฏิบัติการ แผนการทดสอบความชำนาญประกอบด้วย ผู้ดำเนินการที่จัดกิจกรรม (PT provider) จะจัดส่งตัวอย่างทดสอบไปยังห้องปฏิบัติการของสมาชิก เพื่อให้สมาชิกทำการวิเคราะห์ ซึ่งปกติในการวิเคราะห์จะใช้วิธีที่ห้องปฏิบัติการเลือกใช้เอง ในบางกรณีผู้ดำเนินการทดสอบความชำนาญอาจจะกำหนดวิธีการเฉพาะให้ ผลการทดสอบจะถูกส่งไปยังผู้ดำเนินการทดสอบความชำนาญภายในระยะเวลาที่กำหนดไว้ ผู้ดำเนินการทดสอบความชำนาญจะประเมินผลที่ห้องปฏิบัติการส่งมา และรายงานผลเป็นคะแนนด้วยวิธีทางสถิติ การรายงานผลจะมีการชี้แจงห้องปฏิบัติการโดยใช้รหัสเพื่อรักษาความลับของห้องปฏิบัติการ

การเข้าร่วมกิจกรรมการทดสอบความชำนาญ (Proficiency testing, PT) หรือ การเปรียบเทียบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ (Inter laboratory comparison) ซึ่งเป็นการควบคุมคุณภาพภายนอก เพื่อความมั่นใจในการปฏิบัติงาน พัฒนาความรู้ ความสามารถ รวมทั้งรักษามาตรฐานไว้ และสามารถช่วยให้ห้องปฏิบัติการทวนสอบได้ว่า เทคนิคการทดสอบที่ดำเนินการยังคงมีความเหมาะสม เป็นการทดสอบสมรรถนะของห้องปฏิบัติการ เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่น แสดงถึงความน่าเชื่อถือของผลวิเคราะห์ และเป็นไปตามหลักเกณฑ์ของมาตรฐาน ISO/IEC 17025:2005

วัตถุประสงค์ของการวัดในการวิเคราะห์ คือ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สม่ำเสมอไม่เปลี่ยนแปลง (consistent) น่าเชื่อถือ (reliable) และถูกต้อง (accurate) ผลของการวัดที่ผิดพลาดสามารถนำไปสู่ค่าใช้จ่ายจำนวนมากได้ การเลือกใช้วิธีที่มีความถูกต้องมากเกินไปจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็นหรือ ถ้าเลือกใช้วิธีที่มีความถูกต้องน้อยกว่าความต้องการจะทำให้การวิเคราะห์นั้นไม่เพียงพอ (สถาบันอาหาร, 2543; Reeuwijk, 1998) ดังนั้น การเลือกใช้วิธีวิเคราะห์ที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการใช้งานและครอบคลุมความต้องการในประยุกต์ใช้จึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ การที่จะทราบว่าวิธีวิเคราะห์ใดเหมาะสมหรือไม่เพียงใด จะได้จากการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ (Method Validation) โดยนำวิธีการวิเคราะห์นั้น ๆ มาศึกษา มีการบันทึกข้อมูลวิธีดำเนินการและผลที่ได้ รวมทั้งมีข้อสรุปชี้ว่าวิธีนั้นเหมาะสมกับวัตถุประสงค์การใช้งานตลอดจนครอบคลุมความต้องการประยุกต์ใช้ (จิตรา, 2545; ISO/IEC 17025) ตามข้อกำหนด 5.5 กล่าวว่าห้องปฏิบัติการต้องตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีที่ถูกต้องเปลี่ยนแปลงมาจากวิธีมาตรฐาน เพื่อยืนยันว่าวิธีนั้นเหมาะสมกับการใช้ตามที่ตั้งใจไว้ การเปรียบเทียบผลที่ได้กับวิธีอื่นเป็นเทคนิควิธีหนึ่งที่ใช้สำหรับตรวจสอบการดำเนินการ ทั้งนี้ในการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบจะต้องจัดทำขึ้นโดยบันทึกไว้ในเอกสารอย่างเป็นรูปธรรม

การดำเนินงานด้านการวิเคราะห์ควบคุมคุณภาพปุ๋ยตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 และเพื่อให้บริการทั่วไปนั้น ห้องปฏิบัติการได้นำวิธีการตรวจวิเคราะห์มาจาก Association of Official Analytical Chemists (AOAC) และ Official Methods of Analysis of Fertilizers (OMAF) ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานมาดัดแปลงใช้ในห้องปฏิบัติการให้เหมาะสมกับวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่มี และจัดทำเป็นคู่มือวิธีวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการ กลุ่มงานพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพปุ๋ย (คู่มือวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี, 2551 คู่มือวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์, 2551) ในปัจจุบันมีการผลิตและใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มขึ้น การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ผลิตจากวัตถุดิบที่หลากหลายและมีปริมาณแตกต่างกันมาก ดังนั้นการวิเคราะห์ การตรวจสอบการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์ปริมาณอินทรีย์วัตถุซึ่งเป็นคุณลักษณะที่สำคัญของปุ๋ยอินทรีย์ ตามประกาศมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ประเภทปุ๋ยหมักของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ จึงมีความจำเป็นต้องเปรียบเทียบวิธี พัฒนาวิธีวิเคราะห์ที่เหมาะสมและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีเพื่อลดข้อโต้แย้ง เพื่อให้ผลวิเคราะห์มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ และยอมรับได้ในระดับสากล และเพื่อรับรองมาตรฐานแก้ไขปรับปรุงตัวชี้วัดมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550

เนื่องจากความจำเป็นในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ทำให้มีการนำเข้าสารเคมีที่ใช้ป้องกันกำจัดศัตรูพืชเป็นจำนวนมาก สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและวัชพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชที่ขึ้นทะเบียนในประเทศไทยมีมากกว่า 300 ชนิด (ศูนย์ข้อมูลวัชพืช, 2545) แต่ละชนิดจะมีสูตรโครงสร้างและคุณสมบัติเฉพาะตัว (Charles *et al.*, 1987) การศึกษาวิธีวิเคราะห์จะต้องศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของสารนั้น ๆ ให้เข้าใจก่อนจึงหาวิธีการหรือดัดแปลงและพัฒนาวิธีวิเคราะห์ได้ ในการตรวจวิเคราะห์โดยวิธีมาตรฐานตาม CIPAC, AOAC และ EPA หรือวิธีที่พัฒนาขึ้นเองนั้น ก่อนที่จะนำมาใช้วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ต้องมีพิสูจน์ความใช้ได้ของวิธีก่อน (Huber, 1999) ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าวิธีที่นำมาใช้มีความถูกต้องและแม่นยำสูง เป็นที่ยอมรับได้ในระดับสากล จากข้อมูลการนำเข้าวัตถุดิบทางการเกษตรของสำนักควบคุมพืชและวัสดุเกษตร กรมวิชาการเกษตร ในปี พ.ศ. 2546 ประเทศไทยมีการนำเข้าสารชีวอินทรีย์กำจัดศัตรูพืช (Bio-pesticides) 124,364 ก.ก. เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2545 ซึ่งนำเข้า 68,440 ก.ก. จึงเห็นได้ว่าแนวโน้มการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชจาก

ธรรมชาติเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ในด้านการควบคุมคุณภาพ ในการสำรวจผลิตภัณฑ์สะเดาที่มีจำหน่ายในประเทศพบว่าบางผลิตภัณฑ์มีความเข้มข้นของสารออกฤทธิ์ต่ำมากไม่ตรงตามฉลากที่ระบุไว้ การสำรวจชนิดและตรวจสอบสารออกฤทธิ์ในผลิตภัณฑ์จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ใช้ให้มีความเชื่อมั่นในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และมีความจำเป็นเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดมาตรฐานการขึ้นทะเบียน ควบคุมคุณภาพให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน วิธีวิเคราะห์ที่ใช้จึงจำเป็นต้องได้มาตรฐาน สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ด้วยเช่นกัน การใช้สารสกัดจากพืชป้องกันและกำจัดศัตรูพืชให้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพจำเป็นต้องทราบความเข้มข้นสารออกฤทธิ์ที่เหมาะสม อัตราการใช้ และวิธีการใช้ที่ถูกต้อง ตลอดจนการเก็บรักษา และอายุการใช้งานของสารสกัด ผลิตภัณฑ์สารสกัดจากพืชสำเร็จรูปต้องมีฉลากระบุชนิดของสารออกฤทธิ์ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของสารสกัด การตรวจสอบปริมาณสารออกฤทธิ์เป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ใช้ให้มีความเชื่อมั่นในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และใช้เป็นแนวทางในการกำหนดค่าความเข้มข้นมาตรฐานของสารที่สกัดได้จากธรรมชาติ การตรวจหาสารออกฤทธิ์ในสารสกัดจากพืชเป็นขั้นตอนหนึ่งในการขอขึ้นทะเบียน ดังนั้นวิธีวิเคราะห์ที่ใช้ในการตรวจสอบจึงมีความจำเป็นต้องใช้วิธีที่มีมาตรฐานเพื่อให้ผลวิเคราะห์ที่ได้เป็นที่ยอมรับ Oprean (1998) ได้ศึกษาวิธีวิเคราะห์อาซาโรนและ Guddadarangavvanahally (2002) ได้ศึกษาวิธีวิเคราะห์เคอร์คูมินในสารสกัด แต่ยังไม่มีการวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ดังกล่าวในผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ดังนั้นจึงต้องพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์อาซาโรนและเคอร์คูมินในผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นมาตรฐานของห้องปฏิบัติการ สารสำคัญหรือสารออกฤทธิ์ในพืชสะเดาคือ azadirachtin (Klaus, 1995) ทางไหลคือ rotenone (Trease and Evan, 1985) ในว่านน้ำได้แก่ อาซาโรน (Oprean *et al.*, 1998) ในขมิ้นชันได้แก่ เคอร์คูมินอยด์ (Govindarajan, 1980) ผลิตภัณฑ์จากพืชดังกล่าวจึงมีสารออกฤทธิ์นั้นๆ เป็นองค์ประกอบ Oprean (1998) ได้ศึกษาวิธีวิเคราะห์สารอาซาโรนโดยวิธี GC-MS และ TLC-Densitometry ในสารสกัด พบว่าวิธี GC-MS ให้ผลแม่นยำกว่า ส่วนวิธี TLC-Densitometry สามารถใช้เป็นวิธีเบื้องต้นในการหาปริมาณอาซาโรนทั้งหมดจากสารสกัดได้ การวิเคราะห์สารประกอบเคอร์คูมินอยด์ในขมิ้นชันโดยวิธี High performance liquid chromatography (HPLC) พบว่าวิธีนี้สามารถวิเคราะห์สารประกอบเคอร์คูมินอยด์ซึ่งประกอบด้วยสาร curcumin, dimethoxycurcumin และ bisdemethoxycurcumin โดยมีปริมาณของสาร curcumin มากกว่าสารชนิดอื่น (Guddadarangavvanahally, 2002)

ปัจจัยการผลิตอีกชนิดหนึ่ง คือ ปุ๋ยอินทรีย์ การพัฒนาวิธีวิเคราะห์ความเสร็จสมบูรณ์ของปุ๋ยหมักในปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อเตรียมรับรองมาตรฐานแก้ไขปรับปรุงตัวชี้วัดมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ซึ่งการวัดความเสร็จสมบูรณ์ของปุ๋ยหมักสามารถประเมินได้หลายวิธี ได้แก่ C/N ratio,  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$  ratio, humification, Cation Exchange capacity (CEC), อื่นๆ และ germination index (GI) (Shang- Shyng Yang, 1997) อย่างไรก็ตามวิธี GI เป็นวิธีเดียวที่สามารถวัดแบบง่ายๆ ไม่ซับซ้อนได้ผลรวดเร็วและสามารถปรับใช้ได้ทั้งในห้องปฏิบัติการตรวจสอบรับรองคุณภาพปุ๋ยอินทรีย์ ตลอดจนผู้ผลิตและผู้ใช้ปุ๋ยหมักโดยตรง วิธีนี้มีเป้าประสงค์ในการวัดสารพิษต่อพืช (phytotoxic substance) ที่เกิดจากการย่อยสลายที่ไม่สมบูรณ์จากตัวปุ๋ยหมักโดยผ่านการสกัดสารอินทรีย์ในปุ๋ยหมักด้วยน้ำเนื้อละลาย, เกสโตรอินทรีย์กลุ่ม phenolic group และสารพิษอื่นๆ (Tiquia *et al.*, 1996) ที่ละลายน้ำออกมาอยู่ในรูปของสารละลาย ซึ่งหากปุ๋ยหมักมีสารพิษเหล่านี้เป็นองค์ประกอบมากจะมีผลโดยตรงต่อการงอกและความยาวรากของรากพืชที่ใช้ทดสอบ (Wong *et al.*, 2001)

จากการคำนวณถ้าได้ค่า GI = 50% แสดงว่าปุ๋ยหมักนั้นปลอดภัยประกอบที่เป็นพืชต่อพืช Tiquia *et al.* (1996) ตรวจสอบความเสร็จสมบูรณ์ของปุ๋ยขี้หมูผสมขี้เลื่อยโดยใช้ seed germination และพบว่า ผักกาดขาว (*Brassica parachinensis*) และผักโขมจีน (*Amaranthus espinosus*) เป็นเมล็ดพืชที่มีความไวต่อการทดสอบครั้งนี้และค่า GI ของพืชมากกว่า 80 % ที่ 60 วันของการบ่มปุ๋ยหมักนั้นแสดงว่าปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ในวันที่ 60 วันของการหมักอย่างไรก็ตามมีข้อถกเถียงว่าวิธีการอื่นๆ ผ่านหมดแต่เมื่อทดสอบ GI แล้วไม่ผ่าน เป็นข้อมูลที่ต้องทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์ให้แม่นยำและถูกต้องตามมาตรฐานสากล เพื่อให้เป็นที่น่าเชื่อถือของผู้รับบริการและเป็นธรรมต่อเกษตรกร

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมีโดยกลุ่มงานวิเคราะห์วิจัยเคมีสิริวิทยาพืชได้ให้บริการวิเคราะห์โดยนำผลการวิเคราะห์มาพัฒนางานวิจัยเพื่อปรับปรุงคุณภาพด้านพืชร่วมกับสถาบันวิจัยพืชไร่ พืชสวน ยาง กาแฟ และไม้ดอกไม้ประดับ ในการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพ ลดการใช้ปุ๋ยและสารเคมี โดยใช้ผลวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และคุณค่าทางโภชนาการ เป็นข้อมูลในการประเมินการปรับปรุงพันธุ์พืชให้ได้พันธุ์ดี พันธุ์ใหม่ที่มีคุณภาพทั้งในด้านปริมาณโปรตีนของถั่วเหลืองโปรตีนสูง (Yathaputanon *et al.*, 2008; จิตินา และคณะ, 2552) น้ำมันในสบู่ดำ การเกิดช่อดอกพลาสติกของมะม่วงที่มีสาเหตุจากระดับธาตุอาหารที่ไม่สมดุล (จุลศักดิ์ และคณะ, 2552) การประเมินระดับธาตุอาหารเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดกาแฟ (Marsh, 2006.) และการประเมินสารยับยั้งความเป็นประโยชน์ของธาตุเหล็กหรือไฟเตท (phytate) ซึ่งเป็นแหล่งสะสมฟอสฟอรัสของพืช ไฟเตทมีมากในธัญพืช และพืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ไฟเตทจะไม่ถูกย่อยหรือดูดซึมในลำไส้ โดยจะจับกับธาตุเหล็ก สังกะสี แคลเซียม ทองแดง และโปรตีน ทำให้ความเป็นประโยชน์ลดลง และทำให้ร่างกายขาดสารอาหาร (Vohra *et al.*, 1965) มีผลงานวิจัยในหลายประเทศสนับสนุนโดยทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (IAEA) ประสบความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์กลายธาตุเหล็กสูงไฟเตทต่ำกว่าพันธุ์ปกติ 81% (Meis *et al.*, 2003) ข้าวโพด และข้าวบาร์เลย์ (Larson *et al.*, 1998; Raboy *et al.*, 1990) นับว่าเป็นการวิจัยวิธีวิเคราะห์เพื่อพัฒนาคุณภาพของพืช และเป็นประโยชน์กับผู้บริโภคอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ดังนั้นการพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์พืชเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง แม่นยำ ไม่นำไปสู่การแปรผลที่ผิดพลาดสามารถสนับสนุนงานปรับปรุงคุณภาพและเพิ่มผลผลิตพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาวิธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปัจจัยการผลิต ปุ๋ย พืช ดิน น้ำ สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช สารสกัด และผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร ให้เหมาะสมกับเครื่องมือ และสภาพแวดล้อม เพื่อตรวจพิสูจน์ได้ว่าผลวิเคราะห์มีความถูกต้อง แม่นยำ ตามมาตรฐานสากล และเป็นไปตามข้อกำหนดด้านวิชาการของมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2005 ทั้งนี้เพื่อให้ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยและผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร ทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาคของกรมวิชาการเกษตร ได้รับการรับรอง/ขยายขอบข่ายคุณภาพห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2005 ยกกระดับมาตรฐานห้องปฏิบัติการของกรมวิชาการเกษตรในส่วนภูมิภาคให้มีมาตรฐานเดียวกันและเทียบเท่าระดับสากล สร้างความเชื่อมั่นและน่าเชื่อถือให้กับผู้ใช้บริการ

2. เพื่อพิสูจน์ความถูกต้อง แม่นยำ ของวิธีตรวจวิเคราะห์ปุ๋ย และผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร ก่อนที่จะนำไปใช้ในงานบริการตรวจวิเคราะห์เพื่อการขึ้นทะเบียนตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติม โดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 และพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535
3. เพื่อผลิตวัสดุอ้างอิงของปัจจัยการผลิตให้กับห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ ของกรมวิชาการเกษตรเพื่อควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ และลดต้นทุนการวิเคราะห์
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ การประกันคุณภาพผลการทดสอบและสอบเทียบ ตามข้อกำหนดด้านวิชาการของมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2005 ว่าด้วยการทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ห้องปฏิบัติการ มีเครื่องมือที่เป็นรูปธรรม ที่แสดงความน่าเชื่อถือของผลวิเคราะห์ ทั้ง ส่วนกลาง และส่วนภูมิภาค ของกรมวิชาการเกษตร และเพื่อกำกับดูแลการตรวจประเมินห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ ภาคเอกชนที่กรมวิชาการเกษตรได้ถ่ายโอนงานด้านการวิเคราะห์ ให้เป็นที่ยอมรับและเชื่อถือในผลการวิเคราะห์ทั้ง ในระดับประเทศและต่างประเทศ
5. เพื่อจัดทำชุดตรวจสอบอย่างง่าย (Test kit) สำหรับตรวจสอบปัจจัยการผลิต ให้ถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว สามารถนำไปใช้ในภาคสนาม เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตพืช และใช้ปัจจัยการผลิตในกระบวนการผลิตพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ
6. เพื่อพัฒนาวิธีวิเคราะห์ปัจจัยการผลิต เพื่อให้ได้วิธีใหม่ที่รวดเร็ว แม่นยำ และปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม
7. เพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลผลการวิเคราะห์ธาตุอาหาร เพื่อเพิ่มศักยภาพในการให้บริการด้าน ปุ๋ย พืช ดิน น้ำ และสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### บทคัดย่อ

ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตทางการเกษตรของกรมวิชาการเกษตร ทั้งส่วนกลาง กองวิจัย พัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร และส่วนภูมิภาค สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรทั้ง 8 เขต ได้ทำการพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์คุณภาพปัจจัยการผลิตของห้องปฏิบัติการ ระหว่างปี 2554 – 2558 โดยมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาศักยภาพของห้องปฏิบัติการ ให้ได้รับการรับรองคุณภาพห้องปฏิบัติการ ตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2005 เพื่อยกระดับมาตรฐานการวิเคราะห์ ให้มีมาตรฐานเดียวกัน และเทียบเท่าสากล ส่งผลให้ผลการวิเคราะห์มีความถูกต้อง แม่นยำ สร้างความเชื่อมั่นและเป็นที่เชื่อถือของผู้ใช้บริการ ทำการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปุ๋ย ผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร พืช ดิน สารธรรมชาติ เพื่อพิสูจน์ยืนยันคุณลักษณะเฉพาะของวิธีวิเคราะห์ว่าวิธีวิเคราะห์นี้มีความถูกต้อง แม่นยำ มีความน่าเชื่อถือ สามารถอ้างอิงได้ตามมาตรฐานสากล ประเมินผลด้วยวิธีทางสถิติโดยศึกษาหาความแม่นยำของการวัด (Accuracy) ประเมินด้วย ค่าเปอร์เซ็นต์การคืนกลับ ที่ 98 – 102 ความเที่ยง (Precision) ประเมินด้วย ค่า HORRAT ที่น้อยกว่า 2 วัดปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์ได้ (Limit of detection, LOD) วัดปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์และรายงานผลได้ (Limit of quantitation, LOQ) วัดช่วงความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐานของวิธีวิเคราะห์ (Range) วัดช่วงความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐานที่จะนำมาใช้งาน (Linearity) ประเมินด้วยค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ที่มากกว่า 0.995 ผลการประเมินพบว่า ค่าที่ได้ทั้งหมดของวิธีวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตผ่านเกณฑ์การยอมรับตามมาตรฐานสากล แสดงว่าวิธีวิเคราะห์ปุ๋ย และวิธีวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร พืช ดิน สารธรรมชาติ ที่ห้องปฏิบัติการทั้งส่วนกลาง และส่วนภูมิภาค สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรทั้ง 8 เขต ใช้อ้อยมีความมีความถูกต้อง แม่นยำ สามารถนำไปใช้เป็นวิธีมาตรฐานของห้องปฏิบัติการ และผลสำเร็จของผลงานวิจัยในโครงการ สามารถนำไปขยายผล ใช้เป็นข้อกำหนดที่สำคัญทางด้านวิชาการที่ทำให้ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี และผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร ทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาคของกรมวิชาการเกษตร ได้รับการรับรองคุณภาพห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025: 2005 ส่งผลให้การตรวจวิเคราะห์ เพื่อควบคุมคุณภาพของห้องปฏิบัติการมีความน่าเชื่อถือ สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ สร้างความเชื่อมั่นและลดข้อโต้แย้งของผลวิเคราะห์ ที่ใช้ประกอบการดำเนินคดีตามกฎหมาย เพื่อรองรับการดำเนินการตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 และพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 ทำให้เกษตรกรได้ใช้ปัจจัยการผลิตที่มีคุณภาพ สรุปลงในภาพรวมของโครงการ พบว่าวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยที่ได้พัฒนาและผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 42 วิธี วิธีวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 36 วิธี วิธีวิเคราะห์พืชที่ได้พัฒนาและผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 10 วิธี วิธีวิเคราะห์ดินที่ได้พัฒนาในระบบคุณภาพและผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 6 วิธี วิธีวิเคราะห์สารสกัดจากพืชที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 2 วิธี ได้วัสดุอ้างอิงภายใน 2 ชุด ได้แก่ ปุ๋ยอินทรีย์อ้างอิงภายใน ดินอ้างอิงภายใน ที่ใช้ควบคุมคุณภาพผลวิเคราะห์ทั้งภายในและภายนอกห้องปฏิบัติการผ่านกิจกรรมเปรียบเทียบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินอีก 1 กิจกรรม ได้วิธีวิเคราะห์ที่ใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี (NIRS) ที่ให้ผลวิเคราะห์รวดเร็วทราบผลภายใน 1-2 นาที แม่นยำตามมาตรฐานสากล น่าเชื่อถือ ปลอดภัยจากสารเคมี และรักษาสังแวดล้อม 5 วิธี ได้แก่ วิธีประเมินปริมาณอินทรีย์วัตถุในปุ๋ยอินทรีย์ โปรตีนในถั่วเหลือง สมบัติทางเคมีและทางกายภาพในดิน และ

ปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ได้วิธีวิเคราะห์อย่างง่าย เพื่อใช้ในระบบการผลิตพืช 2 ชุด ได้แก่ ชุดตรวจสอบความต้องการปุ๋ยของดิน และชุดตรวจสอบอินทรีย์วัตถุของดิน ผลสำเร็จของงานวิจัยด้านฐานข้อมูลพบว่า ได้ข้อมูลด้านประเมินศักยภาพคุณภาพและการจัดการองค์ความรู้เพื่อให้บริการด้านดิน น้ำ ปุ๋ย สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช 6 ชุด ได้แก่ 1) คุณภาพน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติ แม่น้ำและน้ำบาดาลที่ใช้ในทางการเกษตรบริเวณเขตภาคกลาง ส่วนใหญ่มีคุณภาพดีถึงดีมาก มีปริมาณเกลือและแร่ธาตุ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานสามารถใช้รดพืชทั่วไปได้ 2) ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการคงสภาพในการเก็บรักษาสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช paclobutrazol, gibberellic acid และ ethephon พบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 เดือน ทำให้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชทุกชนิดและทุกสูตรความเข้มข้นมีความคงสภาพดี เปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ 3) ได้โปรแกรมคำนวณอัตราปุ๋ยผสม ปุ๋ยผสมมาตรฐานของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ 4) จากการสำรวจและศึกษาขนาดอนุภาคและความแข็งของเม็ดปุ๋ยของแม่ปุ๋ยนำเข้า และข้อมูลสารตัวเติมจากแหล่งต่างๆ ที่จะใช้ในการผลิตปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า ที่นำเข้ามาในราชอาณาจักรไทยพบว่า ตัวอย่างแม่ปุ๋ยที่สู่มเก็บจากท้องตลาดของภาคต่างๆ บางส่วนมีลักษณะทางกายภาพไม่ผ่านตามเกณฑ์การคัดเลือกวัตถุดิบสำหรับผลิตปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า 5) ความสัมพันธ์ของค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าที่มีต่อดัชนีการออกไนปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อหาค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าที่เหมาะสมต่อปุ๋ยอินทรีย์ 6) ได้สมการที่ใช้ทำนายค่าดัชนีการออกไนปุ๋ยอินทรีย์ ข้อมูลด้านประเมินคุณภาพปัจจัยการผลิตนี้เพื่อให้บริการกับเกษตรกร และผู้ประกอบการ ได้ใช้และผลิตปัจจัยการผลิตที่มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานของปัจจัยการผลิตทางการเกษตร



### Abstract

Agricultural Production Inputs Laboratories of Department of Agriculture, Agricultural Production Sciences Research and Development Division (APSRD) and the Office of Agricultural Research and Development (OARD) Region 1-8 have developed on analytical system during the years 2554 - 2558 with the aim to develop them to get the laboratory accredited on comply with ISO/IEC 17025:2005, which established them to high standard quality at international level. The testing results provided accuracy, precision, confidence and was reliable for customers. Studies on the Method Validation of the analytical method of fertilizer, insecticide, pesticide formulations, plant, soil and organic substances are verified the accuracy, precision and reliable technique which is practical according to the international standard. The accuracy assessed by % recovery at 98 - 102%, precision assessed by the HORRAT at less than 2, Limit of Detection (LOD), Limit of Quantitation (LOQ), rang and linearity assessed by the correlation coefficient ( $r^2$ ) at more than 0.995, were intensively studied. The results were found that all analytical methods of agricultural production inputs were acceptable according to international standards. Therefore, these methods can be used as standard method for determining the accuracy and precision of the analytical results which are practical for the analysis in the laboratory. The successful outcome of the research project can be extended to use as a technical specifications which were met the requirement of the ISO/IEC 17025:2005. The results showed that since APSRD and OARD Region 1-8 were accredited with ISO/IEC 17025:2005, the testing results were reliable and traceable. The customers who practiced the achieved terting methods following the Fertilizer Act B.E. 2518 (1975), the Hazardous Substance Act B.E. 2535 (1992). As a result, farmers have been used the agricultural production with good quality. The overall of the research project showed that all analytical methods of agricultural production inputs were validated as followed : forty two analytical methods in fertilizer, thirty six analytical methods in insecticide pesticide formulations, ten analytical methods in plant, six analytical methods in soil and three analytical methods in organic substances. Two Internal reference materials, soil and organic fertilizer were also achieved. Soil proficiency testing was available for external quality control system. Five analytical methods of Near Infrared Spectroscopy techniques which are non-destructive, rapid and accurate predictions for organic matter in organic fertilizer, protein in soybean, total nitrogen in inorganic fertilizer, chemicals and physical properties of soil and water content of emulsifiable concentrate in pesticide formulations have been accomplished. A test kit for evaluating lime requirement of soil and that for measuring soil organic matter content have also been developed. Six sets of technical data researched to

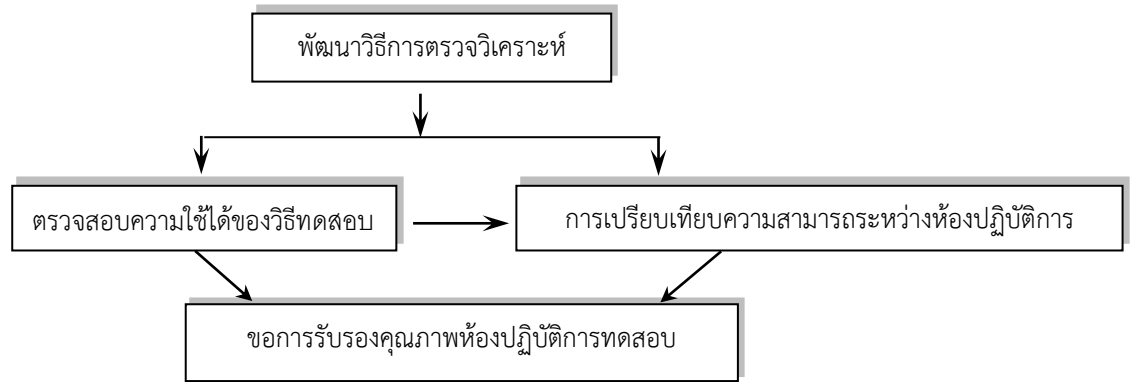
support the evaluation process on soil, water, fertilizer and plant growth regulators showed that

- 1) The water quality of the natural water resources and groundwater for agriculture in the central region are good and can be used to grow the plants.
- 2) Factors affecting the stability of paclobutrazol, gibberellic acid and ethephon showed that storage at zero degree celsius and room temperature for 24 months were stable and the percentage of active ingredient complied were accepted.
- 3) The program automatically calculated to prove the artificial fertilizers, standard error of chemical fertilizers and organic fertilizers.
- 4) From the survey and analysis of particle size and hardness of the raw materials and the different sources of fillers of imported fertilizer showed that some physical characteristics of the raw materials do not meet the criteria for the selection of raw materials for bulk blending quality fertilizer control.
- 5) The correlation of pH and electric conductivity of organic fertilizer on germination index.
- 6) The equation used to predict the germination index in organic fertilizer. As a result, farmers and entrepreneurs have used and produced the agricultural production with standard quality.

## ระเบียบวิธีการวิจัย

### อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ตามนโยบายของกรมวิชาการเกษตร ในการพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตของห้องปฏิบัติการ ทั้งส่วนกลางโดยกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร และส่วนภูมิภาคโดยสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 ให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล และให้ได้รับการรับรองคุณภาพตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025:2005 ระบบการตรวจวิเคราะห์ วิธีวิเคราะห์ จะต้องมีประสิทธิภาพ มีการควบคุมคุณภาพ (Quality control) และมีการประกันคุณภาพผลการทดสอบของห้องปฏิบัติการ (Quality assurance) โดยปฏิบัติตาม Good Laboratory Practice เพื่อให้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือ ห้องปฏิบัติการที่จะยื่นขอการรับรองคุณภาพของห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025:2005 จะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดในเรื่องการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบ เพื่อเป็นการพิสูจน์และยืนยันถึงวิธีการที่นำมาใช้ในการทดสอบว่ามีความถูกต้อง แม่นยำ น่าเชื่อถือ สามารถสอบกลับได้ และต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดในเรื่องการทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ห้องปฏิบัติการ มีเครื่องมือที่เป็นรูปธรรม ที่แสดงความน่าเชื่อถือของผลวิเคราะห์ การได้รับการรับรองคุณภาพตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025:2005 เป็นการยกระดับมาตรฐานห้องปฏิบัติการให้เป็นที่น่าเชื่อถือ มีมาตรฐานเดียวกันและเป็นไปตามมาตรฐานสากล อีกทั้งทำให้บุคลากรมีการพัฒนาในการทำงาน และมีการแก้ปัญหาอย่างมีแบบแผนและมีระบบ ขั้นตอนการดำเนินการดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงานเพื่อการขอรับรองคุณภาพห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025:2005

โครงการวิจัย การพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์พืชและปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ประกอบด้วย 3 กิจกรรม รวม 111 การทดลอง (2554 – 2558) ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 พัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ย พืช ดิน น้ำ สารอินทรีย์ สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช สารสกัดและวัตถุอันตรายทางการเกษตร ประกอบด้วย 5 กิจกรรมย่อย ดังนี้

กิจกรรมย่อยที่ 1.1 พัฒนาเทคนิคระบบการตรวจวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปุ๋ย

มี 42 การทดลอง

**กลุ่มงานวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพปุ๋ย กปผ.**

1.1 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 3 การทดลอง

1.1.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.1.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.1.3 ซัลเฟอร์

1.2 พัฒนาเทคนิคและเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยเคมี

1.3 พัฒนาเทคนิคการเตรียมตัวอย่างปุ๋ยเพื่อการตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

1.4 พัฒนาคุณภาพการวิเคราะห์การจัดทำตัวอย่างอ้างอิงภายในของปุ๋ยอินทรีย์

1.5 พัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตทั้งหมดในปุ๋ยเกล็ดและปุ๋ยที่ผลิตจากหินฟอสเฟต

1.6 ศึกษาเทคนิคการตรวจสอบการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์ (กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา)

**ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพปุ๋ย สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1- 8**

1.1 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 4 การทดลอง

1.1.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.1.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.1.3 ฟอสฟอรัสทั้งหมด

1.1.4 โปแทชที่ละลายน้ำ

1.2 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 2 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 4 การทดลอง

1.2.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.2.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.2.3 ฟอสฟอรัสทั้งหมด

1.2.4 โปแทชที่ละลายน้ำ

1.3 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 3 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 4 การทดลอง

1.3.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.3.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.3.3 ฟอสฟอรัสทั้งหมด

- 1.3.4 โปแทชที่ละลายน้ำ
- 1.4 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 4 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 5 การทดลอง
- 1.4.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.4.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.4.3 ไนเตรทไนโตรเจน
- 1.4.4 ฟอสฟอรัสทั้งหมด 1.4.5 โปแทชที่ละลายน้ำ
- 1.5 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 5 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 4 การทดลอง
- 1.5.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.5.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.5.3 ฟอสฟอรัสทั้งหมด
- 1.5.4 โปแทชที่ละลายน้ำ
- 1.6 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 6 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 3 การทดลอง
- 1.6.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.6.2 ฟอสฟอรัสทั้งหมด 1.6.3 โปแทชที่ละลายน้ำ
- 1.7 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 7 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 4 การทดลอง
- 1.7.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.7.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.5.3 ฟอสฟอรัสทั้งหมด
- 1.7.4 โปแทชที่ละลายน้ำ
- 1.8 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 8 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 6 การทดลอง
- 1.8.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.8.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.8.3 ฟอสฟอรัสทั้งหมด
- 1.8.4 โปแทชที่ละลายน้ำ
- 1.8.5 โปแทสเซียมที่ละลายน้ำในปุ๋ยเคมี โดยใช้ Atomic Absorption Spectrophotometer
- 1.8.6 ฟอสฟอรัสทั้งหมดในปุ๋ยเคมี ตามวิธี Official methods of analysis of fertilizers
- กิจกรรมย่อยที่ 1.2 พัฒนาเทคนิคระบบการตรวจวิเคราะห์และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์พืช 10 การทดลอง (กปผ.)
- 1.2.1 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ ไนโตรเจนในพืช
- 1.2.2 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์น้ำมันในพืช
- 1.2.3 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ธาตุเหล็กในพืช
- 1.2.4 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ฮอร์โมน IAA ในพืช
- 1.2.5 การพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์น้ำตาล
- 1.2.6 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ไฟโตทในพืช
- 1.2.7 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ลิกนินในพืช
- 1.2.8 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในพืช
- 1.2.9 การศึกษาปริมาณสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช Paclobutrazol ที่ตกค้างในดินสำหรับการปลูกพืช
- 1.2.10 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ในพืช
- กิจกรรมย่อยที่ 1.3 พัฒนาเทคนิคระบบการตรวจวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ดิน การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 6 การทดลอง (กปผ. และ สวพ.)

- 1.3.1 ศึกษาอิทธิพลของสารละลายต่างๆ ที่ใช้ในการสกัด และขั้นตอนการกลั่นที่เหมาะสมเพื่อใช้หาค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน
- 1.3.2 พัฒนาคุณภาพการวิเคราะห์การจัดทำดินอ้างอิงภายใน
- 1.3.3 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ซัลเฟอร์ของดิน
- 1.3.4 เปรียบเทียบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน (Interlaboratory Comparison)
- 1.3.5 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์แคลเซียมและแมกนีเซียมของดิน
- 1.3.6 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ค่าธาตุอาหาร แคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียม ของดิน (สวพ.1)

กิจกรรมย่อยที่ 1.4 การพัฒนาวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ในสารสกัดจากพืชที่ใช้ป้องกันกำจัดศัตรูพืช การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 2 การทดลอง (กปผ.)

- 1.4.1 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์อาซาโรนในสารสกัดว่านน้ำและผลิตภัณฑ์
- 1.4.2 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์เคอร์คูมินในสารสกัดขมิ้นชันและผลิตภัณฑ์

กิจกรรมย่อยที่ 1.5 การวิจัยและพัฒนาเทคนิคการตรวจสอบรับรองผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษทางการเกษตร การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 36 การทดลอง (กปผ. และ สวพ.)

- 1.5.1 การศึกษาความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ วัตถุมีพิษการเกษตร ametryn
- 1.5.2 การศึกษาความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ วัตถุมีพิษการเกษตร chlorpyrifos
- 1.5.3 การศึกษาความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ วัตถุมีพิษการเกษตร profenofos
- 1.5.4 การศึกษาความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ วัตถุมีพิษการเกษตร dimethoate
- 1.5.5 การศึกษาความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ วัตถุมีพิษการเกษตร cypermethrin
- 1.5.6 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร alachlor
- 1.5.7 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร isoprocarb
- 1.5.8 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร prochloraz
- 1.5.9 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร propanil
- 1.5.10 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร alpha cypermethrin
- 1.5.11 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร captan
- 1.5.12 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร clomazone
- 1.5.13 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร pretilachlor
- 1.5.14 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร dinotefuran
- 1.5.15 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร chlorpyrifos+cypermethrin
- 1.5.16 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร buprofezin
- 1.5.17 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร ametrax
- 1.5.18 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร bromacil

- 1.5.19 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์หัวตฤมีพิษการเกษตร butachlor
- 1.5.20 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์หัวตฤมีพิษการเกษตร dichlorvos
- 1.5.21 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์หัวตฤมีพิษการเกษตร hexazinone
- 1.5.22 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์หัวตฤมีพิษการเกษตร fenitrothion
- 1.5.23 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์หัวตฤมีพิษการเกษตร hexaconazole
- 1.5.24 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์หัวตฤมีพิษการเกษตร fipronil
- 1.5.25 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์หัวตฤมีพิษการเกษตร diazinon
- 1.5.26 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์หัวตฤมีพิษการเกษตร chlorpyrifos (สพพ.1)
- 1.5.27 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์หัวตฤมีพิษการเกษตร cypermethrin (สพพ.1)
- 1.5.28 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์หัวตฤมีพิษการเกษตร deltamethrin (สพพ.1)
- 1.5.29 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์หัวตฤมีพิษการเกษตร fipronil (สพพ.1)
- 1.5.30 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์หัวตฤมีพิษการเกษตร atrazine (สพพ.1)
- 1.5.31 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์หัวตฤมีพิษการเกษตร cypermethrin (สพพ.3)
- 1.5.32 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์หัวตฤมีพิษการเกษตร deltamethrin (สพพ.3)
- 1.5.33 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์หัวตฤมีพิษการเกษตร methomyl (สพพ.3)
- 1.5.34 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์หัวตฤมีพิษการเกษตร carbaryl (สพพ.3)
- 1.5.35 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์หัวตฤมีพิษการเกษตร cypermethrin (สพพ.7)
- 1.5.36 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์หัวตฤมีพิษการเกษตร chlorpyrifos (สพพ.7)

กิจกรรมที่ 2 การวิจัยและพัฒนาวิธีวิเคราะห์เพื่อให้ได้วิธีใหม่ที่รวดเร็ว แม่นยำ ปลอดภัยและรักษาสิ่งแวดล้อม

กิจกรรมย่อยที่ 2.1 การพัฒนาวิธีวิเคราะห์หาคุณสมบัติเชิงเคมี และเชิงกายภาพของปัจจัยการผลิต โดยใช้เทคโนโลยีเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี (NIRS)

วิธีวิเคราะห์ปุ๋ย พืช ดิน วัตถุพิษการเกษตรที่ให้ผลวิเคราะห์รวดเร็ว แม่นยำ น่าเชื่อถือ ปลอดภัยจากสารเคมี และรักษาสิ่งแวดล้อม 5 การทดลอง (กปผ.)

- 2.1.1 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์วัตถุในปุ๋ยอินทรีย์โดยเทคนิค NIRS
- 2.1.2 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในพืชโดยเทคนิค NIRS
- 2.1.3 วิธีวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยเคมี โดยเทคนิค NIRS
- 2.1.4 วิธีวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดิน โดยเทคนิค NIRS
- 2.1.5 วิธีวิเคราะห์ปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชสูตร emulsifiable concentrate (EC) โดยเทคนิค NIRS

กิจกรรมย่อยที่ 2.1 การพัฒนาชุดทดสอบอย่างง่าย เพื่อใช้ตรวจสอบคุณสมบัติเบื้องต้นของพืชและปัจจัยการผลิต ชุดทดสอบเบื้องต้น เพื่อใช้ในระบบการผลิตพืช 2 การทดลอง (กปผ.)

- 2.2.1 ชุดตรวจสอบความต้องการปุ๋ยของดิน

## 2.2.2 ชุดตรวจสอบอินทรีย์วัตถุของดิน

กิจกรรมที่ 3 วิจัยและพัฒนาระบบฐานข้อมูลปัจจัยการผลิตเพื่อปรับปรุงคุณภาพการให้บริการด้าน ปุ๋ย พืช ดิน น้ำ

กิจกรรมย่อยที่ 3.1 การประเมินศักยภาพด้านคุณภาพของดิน น้ำ ปุ๋ย พืช

การประเมินศักยภาพด้านคุณภาพของ น้ำ ปุ๋ย พืช 3 การทดลอง (กปผ.)

3.1..1 สมบัติปุ๋ยอินทรีย์ในประเทศไทย ตามลักษณะทางกายภาพ

3.1..2 คุณภาพน้ำ ตามแหล่งน้ำธรรมชาติ และน้ำบาดาลที่ใช้ในทางการเกษตรบริเวณเขตภาคกลาง

3.1..3 ขนาดอนุภาคและความแข็งของเม็ดปุ๋ยของแม่ปุ๋ยนำเข้าและสารตัวเติมจากแหล่งต่างๆ ที่จะใช้ในการผลิตปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า

กิจกรรมย่อยที่ 3.2 การพัฒนาระบบฐานความรู้เพื่อการให้บริการและการจัดการองค์ความรู้ด้านดิน น้ำ ปุ๋ย พืช

ระบบฐานความรู้เพื่อการให้บริการและการจัดการองค์ความรู้ด้าน ปุ๋ย พืช 4 การทดลอง (กปผ.)

3.2.1 โปรแกรมคำนวณอัตราส่วนผสมเพื่อพิสูจน์ปุ๋ยปลอม ปุ๋ยผิดมาตรฐานของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์

3.2.2 สมการที่ใช้ทำนายดัชนีความงอก และปริมาณอินทรีย์วัตถุในปุ๋ยอินทรีย์

3.2.3 ขนาดเม็ดปุ๋ยเคมีชนิดผสมแบบคลุกเคล้าที่มีต่อผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลัก

3.2.4 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการคงสภาพในการเก็บรักษาสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช

## วิธีการทดลอง

### การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์

ทุกห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ของทั้งส่วนกลาง กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร และส่วนภูมิภาค สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรทั้ง 8 เขต ได้ทำการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์ปุ๋ย ผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร พืช ดิน น้ำ สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช และสารสกัด ในทุกวิธีการของรายการวิเคราะห์ ได้แก่ วิธีวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด แอมโมเนียมไนโตรเจน ไนเตรท ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสทั้งหมด โปแทชที่ละลายน้ำ ในปุ๋ยเคมี การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีเป็นการตรวจพิสูจน์และยืนยันถึงวิธีวิเคราะห์ที่นำมาใช้ในการทดสอบ มีความถูกต้อง แม่นยำ น่าเชื่อถือ สามารถสอบกลับได้ และเป็นไปตามมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025 : 2005 โดยศึกษาคุณลักษณะเฉพาะของวิธีวิเคราะห์ (Method performance characteristics) และประเมินด้วยวิธีทางสถิติ ได้แก่ ความแม่นยำของการวัด (Accuracy) ประเมินด้วย ค่าเปอร์เซ็นต์การคืนกลับ (Recovery) ความเที่ยงของการวัด (Precision) แบบการทวนซ้ำ (Repeatability precision) และแบบการทำซ้ำ (Intermediate precision) ประเมินโดยพิจารณาจากค่า HORRAT วัดปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์ได้ (Limit of detection, LOD) โดยค่า LOD เท่ากับ 3 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วัดปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์และรายงานผลได้ (Limit of quantitation, LOQ) โดยค่า LOQ เท่ากับ 10 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วัดช่วงความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐานของวิธีวิเคราะห์ (Range) วัดช่วงความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐานที่จะนำมาใช้งาน (Linearity) ประเมินด้วยค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of determination,  $r^2$ ) ซึ่งแต่ละ parameter มีข้อกำหนดขั้นตอนการทดสอบและเกณฑ์การ

ยอมรับตามมาตรฐานสากล ที่แสดงในตารางที่ 1 ทำให้แน่ใจว่าวิธีวิเคราะห์ที่ผ่านการทดสอบแล้ว สามารถนำไปตรวจวิเคราะห์ได้ โดยให้ผลวิเคราะห์ที่ความถูกต้อง แม่นยำ น่าเชื่อถือสามารถนำไปเป็นวิธีมาตรฐานในการทดสอบ และสามารถนำไปใช้สำหรับให้บริการแก่เกษตรกรผู้ประกอบการ และการดำเนินการตามกฎหมายได้

Parameter	หลักเกณฑ์	หมายเหตุ
Linearity/Range	$R^2 \geq 0.995$	$-R^2$ -correlation coefficient
Accuracy	% recovery = 95-105, 97-103, 98-102	
Precision	% RSD มีค่า HORRAT < 2	-%RSD-relative standard deviation
LOD	LOD = 3 x SD	-SD- standard deviation ของความเข้มข้น
LOQ	LOQ = 10 x SD	ของสารในตัวอย่างทีน้อยที่สุด

ที่มา : AOAC (2000) และ Horwitz (2000)

ตารางที่ 1 หลักเกณฑ์การยอมรับและ parameter ของการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์

### วิธีการวิเคราะห์ปัจจัยการผลิต

#### 1. วิธีการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี

1.1 วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด อ้างอิงตาม AOAC official method of analysis (18<sup>th</sup> ed) 2005, 955.04 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ Spectrophotometer

1.2 วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด อ้างอิงตาม AOAC official method of analysis (18<sup>th</sup> ed) 2005, 958.01 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ Spectrophotometer

1.3 วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ อ้างอิงตาม OMAF 1987 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ Flame Photometer และ Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)

#### 2. การวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ของผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร

วิธีวิเคราะห์อ้างอิงตาม CIPAC ขึ้นกับชนิดของวัตถุอันตรายทางการเกษตร เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ Gas Chromatograph (GC) และ High Performance Liquid Chromatograph (HPLC)

#### 3. การวิเคราะห์ดิน (คู่มือวิธีวิเคราะห์ดินทางเคมีและฟิสิกส์, 2553)



- pH สกัดดินด้วยน้ำกลั่นเป็นอัตราส่วน ดิน : น้ำกลั่น 1 : 1 อ่านค่าด้วย pH Meter
- OM ใช้วิธี Walkley & Black method (Walkey & Black, 1934; Nelson & Sommers, 1996)
- P สกัดดินด้วยน้ำยาเป็นอัตราส่วน ดิน : น้ำยาสกัด Bray II 1 : 10 (Bray & Kurtz, 1945) และ develop สีด้วย Ascorbic acid in ammonium molybdate (Alexander & Robertson, 1970; Watanabe & Olsen, 1965) อ่านค่าด้วย UV/VIS Spectrophotometer
- K สกัดดินด้วยน้ำยาเป็นอัตราส่วน ดิน : น้ำยาสกัด  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 : 10 อ่านค่าด้วย Flame Photometer (Doll & Lucas, 1973; Brown & Warnke, 1988)

#### 4. การวิเคราะห์พืช

- วิธีวิเคราะห์ไนโตรเจนโดยวิธี semi-micro distillation และการใช้เครื่องกลั่นไนโตรเจน Gerhardt และเครื่องกลั่นแบบ semi-micro distillation
- วิธีวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันด้วยเครื่อง TFE 2000 และเครื่อง SOXTHERM 2000
- วิธีวิเคราะห์ปริมาณธาตุเหล็กด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectroscopy
- วิธีวิเคราะห์ฮอร์โมนพืช Indole Acetic Acid ด้วยเครื่อง HPLC
- วิธีวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลด้วยวิธี Somogyi-Nelson ด้วยเครื่อง UV/spectrophotometer

#### 5. การวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคคลื่นแสงอินฟราเรดย่านใกล้ Near Infrared Spectroscopy (NIR)

ด้วยเครื่อง NIR spectrophotometer ดำเนินการ 7 ขั้นตอนดังนี้

- 1) การเตรียมตัวอย่างเพื่อใช้ในการทดลอง
- 2) วิเคราะห์ทางเคมีด้วยวิธีมาตรฐานของห้องปฏิบัติการ
- 3) วัดสเปกตรัม ด้วยเครื่อง NIR Spectrometer
- 4) สร้างสมการเทียบมาตรฐาน (Calibration)
- 5) พัฒนาสมการ โดยการปรับแต่งข้อมูล แก่ไข Slope/Bias ของสมการทำนาย
- 6) หาประสิทธิภาพของ Calibration ที่สร้างขึ้น โดยการหาแหล่ง Error ของการวิเคราะห์ หาค่าผิดพลาดจากการวิเคราะห์หาค่าอ้างอิง (Lab Error หรือ SEL) ของวิธีวิเคราะห์ทางเคมี ซึ่งค่า SEL นี้จะนำไปใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของ Calibration ที่สร้างขึ้น
- 7) ทดสอบและปรับปรุงสมการทำนายด้วยกลุ่มตัวอย่างใหม่ แก่ไขปรับปรุงสมการ เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้อง แม่นยำยิ่งขึ้น

#### 6. การพัฒนาชุดตรวจสอบอย่างง่าย (Test kit) ดำเนินการ 6 ขั้นตอนดังนี้

- 1) การเตรียมตัวอย่างเพื่อใช้ในการทดลอง
- 2) วิเคราะห์ทางเคมีด้วยวิธีวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการ

- 3) วิเคราะห์ด้วยวิธีวิเคราะห์ของชุดตรวจสอบ โดยดัดแปลงจากวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ ปรับลดระยะเวลา ลดขั้นตอนที่ยุ่งยาก ดัดแปลงวิธีการ และปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์
  - 4) หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของวิธีวิเคราะห์ของชุดตรวจสอบกับวิธีวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการ
  - 5) ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ของชุดตรวจสอบ โดยตรวจพิสูจน์ค่าความแม่นยำ ความเที่ยงของวิธี
  - 6) พัฒนาเป็นชุดตรวจสอบ และนำไปทดสอบการใช้งานจริงในภาคสนาม สํารวจความพึงพอใจการใช้งาน นำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงชุดตรวจสอบให้ใช้งานได้ง่าย สะดวกและแม่นยำมากขึ้น
7. การเตรียมวัสดุอ้างอิงภายในตามมาตรฐาน ISO Guide 34 (2009) ดำเนินการ 4 ขั้นตอนดังนี้
- 1) การจัดเตรียมตัวอย่างที่จะใช้เป็นวัสดุอ้างอิงภายใน
  - 2) การศึกษาความเป็นเนื้อเดียวกัน
  - 3) การศึกษาความเสถียรหรือความคงที่
  - 4) การหาค่ากำหนด (Assigned Value)

**สถานที่ทำการวิจัย** ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตของกรมวิชาการเกษตร

ส่วนกลาง : ห้องปฏิบัติการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (กปผ.) กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี  
กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา

ส่วนภูมิภาค : ห้องปฏิบัติการสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1- 8 (สวพ.)

**ระยะเวลาดำเนินงาน** ปีที่เริ่มต้น 2554 ปีที่สิ้นสุด 2558

### ผลการวิจัย

**กิจกรรมที่ 1 พัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ย พืช ดิน น้ำ สารอินทรีย์ สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช สารสกัด และวัตถุอันตรายทางการเกษตร**

ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตทางการเกษตรของกรมวิชาการเกษตร ทั้งส่วนกลาง กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร และส่วนภูมิภาค สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรทั้ง 8 เขต ได้ทำการพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์คุณภาพปัจจัยการผลิตของ โดยทำการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์เคมีผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร พืช ดิน สารธรรมชาติ เพื่อพิสูจน์ยืนยันคุณลักษณะเฉพาะของวิธีวิเคราะห์ว่าวิธีวิเคราะห์นี้มีความถูกต้อง แม่นยำ มีความน่าเชื่อถือ สามารถอ้างอิงได้ตามมาตรฐานสากล ประเมินผลด้วยวิธีทางสถิติโดยศึกษาหาความแม่นยำของการวัด (Accuracy) ประเมินด้วย ค่าเปอร์เซ็นต์การคืนกลับที่ 98 – 102 ความเที่ยง (Precision) ประเมินด้วย ค่า HORRAT ที่น้อยกว่า 2 วัดปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์ได้ (Limit of detection, LOD) วัดปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์และรายงานผลได้ (Limit of quantitation, LOQ วัดช่วง

ความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐานของวิธีวิเคราะห์ (Range) วัดช่วงความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐานที่จะนำมาใช้งาน (Linearity) ประเมินด้วยค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ที่มากกว่า 0.995 ผลการประเมินพบว่า ค่าที่ได้ทั้งหมดของวิธีวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตผ่านเกณฑ์การยอมรับตามมาตรฐานสากล แสดงว่าวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี และวิธีวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร พืช ดิน สารธรรมชาติ ที่ห้องปฏิบัติการทั้งส่วนกลาง และส่วนภูมิภาค สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรทั้ง 8 เขต ใช้ข้อมูลที่มีความถูกต้อง แม่นยำ สามารถนำไปใช้เป็นวิธีมาตรฐานของห้องปฏิบัติการ และผลสำเร็จของผลงานวิจัยในโครงการ สามารถนำไปขยายผล ใช้เป็นข้อกำหนดที่สำคัญทางด้านวิชาการที่ทำให้ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี และผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร ทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาคของกรมวิชาการเกษตร ได้รับการรับรองคุณภาพห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025: 2005 ส่งผลให้การตรวจวิเคราะห์ เพื่อควบคุมคุณภาพของห้องปฏิบัติการมีความน่าเชื่อถือ สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ สร้างความเชื่อมั่นและลดข้อโต้แย้งของผลวิเคราะห์ ที่ใช้ประกอบการดำเนินคดีตามกฎหมาย เพื่อรองรับการดำเนินการตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 และพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 ทำให้เกษตรกรได้ใช้ปัจจัยการผลิตที่มีคุณภาพ

ในการพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ได้วัสดุอ้างอิงภายใน 2 ชุด ได้แก่ ตัวอย่างดินอ้างอิงภายใน 2 ชุดดิน เป็นชุดดินลพบุรี และชุดดินสติก และ ตัวอย่างอ้างอิงภายในของปุ๋ยอินทรีย์ วัสดุอ้างอิงภายใน ทั้ง 3 ชุดนี้มีความเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneity) มีความเสถียร (Stability) และมีค่ากำหนด (Assigned Value) ที่สำหรับใช้ประเมินคุณภาพของห้องปฏิบัติการ ในการควบคุมคุณภาพผลวิเคราะห์ทั้งภายในและภายนอกหน่วยงานอย่างต่อเนื่อง เป็นการประหยัดงบประมาณในการจัดซื้อวัสดุอ้างอิงรับรองจากต่างประเทศ และได้กิจกรรมการเปรียบเทียบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นการประเมินความสามารถห้องปฏิบัติการในเครือข่าย เพื่อพัฒนาศักยภาพของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน โดยมีขั้นตอนการดำเนินการทดสอบ ดังนี้ การเตรียมตัวอย่าง และการจัดการตัวอย่างทดสอบ การบรรจุและจัดส่งตัวอย่างทางไปรษณีย์ รวบรวมผลทดสอบ และประเมินผลทางสถิติ ผลการประเมินกิจกรรมเปรียบเทียบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน โดยการหาค่ากำหนด (Assigned value) ใช้ค่าเฉลี่ยโรบัสต์ (Robust average,  $X^*$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินกิจกรรมเปรียบเทียบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ (Standard deviation for proficiency assessment,  $\sigma_p$ ) ที่ได้จากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโรบัสต์ (Robust standard deviation,  $s^*$ ) โดยค่ากำหนดและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ คำนวณจากผลการทดสอบของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมกิจกรรม (Consensus value from participants) โดยวิธี Algorithm A ตาม ISO 13528: 2005 เกณฑ์ในการประเมินสมรรถนะของห้องปฏิบัติการโดยใช้ค่า Z-score โดยมีเกณฑ์กำหนดของค่า Z-score ดังนี้  $|Z| \leq 2$  แสดงว่า ผลการวิเคราะห์เป็นที่น่าพอใจ (Satisfactory result)  $2 < |Z| < 3$  แสดงว่า ผลการวิเคราะห์เป็นที่น่าสงสัย (Questionable result)  $|Z| \geq 3$  แสดงว่า ผลการวิเคราะห์ที่ไม่เป็นที่น่าพอใจ (Unsatisfactory result)

ผลการศึกษาเทคนิคการตรวจสอบการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์ โดยใช้วิธีวิเคราะห์ 6 วิธี ได้แก่

- 1) การทดสอบดัชนีการงอกของเมล็ด (Germination Index, GI)
- 2) การทดสอบการงอกของเมล็ด (Plant

Germination, PG) 3) หาความจุในการแลกเปลี่ยนประจุ (cation exchange capacity,CEC) 4) หาสัดส่วนแอมโมเนียมไนโตรเจนต่อไนเตรทไนโตรเจน ( $\text{NH}_4^+ - \text{N}/\text{NO}_3^- - \text{N}$  ratio) 5) หาสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) และ 6) หาปริมาณเถ้า (Ash) ดำเนินการศึกษาการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์โดยผลิตปุ๋ยอินทรีย์ด้วยวิธีการหมักปุ๋ย จากวัสดุ 5 ชนิด ได้แก่ 1) มูลวัวกับฟางข้าว ในสัดส่วน มูลวัว:ฟางข้าว เท่ากับ 2:1 2) มูลไก่ 3) มูลวัวกับกากตะกอนอ้อย ในสัดส่วน มูลวัว:กากตะกอนอ้อย เท่ากับ 2:1 4) มูลวัวกับลิวโนนาไคต์ ในสัดส่วน มูลวัว:ลิวโนนาไคต์ เท่ากับ 2:1 5) มูลวัวกับกากตะกอนโรงงานผงชูรส ในสัดส่วน มูลวัว:กากตะกอนโรงงานผงชูรส เท่ากับ 2:1 และสุ่มเก็บตัวอย่างจากการหมักปุ๋ย ทุก 7 วันมาวิเคราะห์ตามวิธีวิเคราะห์ ผลการทดลองพบว่า 1) ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากมูลวัวกับฟางข้าว ในสัดส่วน 2 ต่อ 1 ดัชนีการงอกของเมล็ด (Germination Index, GI) และการงอกของเมล็ด (Plant Germination, PG) ไม่สามารถบ่งบอกได้ว่าการย่อยสลายที่สมบูรณ์เกิดขึ้น เพราะมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (> 80%) ตั้งแต่สัปดาห์แรกของการหมักปุ๋ย และไม่มีปฏิสัมพันธ์กับวิธีการอื่นๆ ขณะที่ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุ (cation exchange capacity,CEC) มีค่าสูงขึ้นตามระยะเวลาของการหมักปุ๋ย มีปฏิสัมพันธ์ไปในทางเดียวกับปริมาณเถ้า (Ash) และมีปฏิสัมพันธ์ไปในทางตรงกันข้ามกับสัดส่วนแอมโมเนียมไนโตรเจนต่อไนเตรทไนโตรเจน ( $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ ) และสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ที่มีค่าลดลง 2) ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากมูลไก่ ดัชนีการงอกของเมล็ด (Germination Index, GI) และการงอกของเมล็ด (Plant Germination, PG) มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (> 80%) เมื่อปุ๋ยหมักมีอายุ 133 วัน (19 สัปดาห์) โดยดัชนีการงอกของเมล็ด (Germination Index, GI) มีค่าสูงขึ้นปฏิสัมพันธ์ในทางเดียวกับการงอกของเมล็ด (PG) ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุ (cation exchange capacity,CEC) และปริมาณเถ้า (Ash) ขณะที่ปฏิสัมพันธ์ไปในทางตรงกันข้ามกับสัดส่วนแอมโมเนียมไนโตรเจนต่อไนเตรทไนโตรเจน ( $\text{NH}_4^+ - \text{N}/\text{NO}_3^- - \text{N}$  ratio) ที่มีค่าลดลงขณะที่สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ไม่มีปฏิสัมพันธ์กับดัชนีการงอกของเมล็ด (Germination Index, GI) ปริมาณค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุ (cation exchange capacity,CEC) และเถ้า (Ash) 3) ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากมูลวัวกับกากตะกอนอ้อย ในสัดส่วน 2 ต่อ 1 ดัชนีการงอกของเมล็ด (Germination Index, GI) และการงอกของเมล็ด (Plant Germination, PG) ไม่สามารถบ่งบอกได้ว่าการย่อยสลายที่สมบูรณ์เกิดขึ้น เพราะมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (> 80%) ตั้งแต่สัปดาห์แรกของการหมักปุ๋ย และไม่มีปฏิสัมพันธ์กับสัดส่วนแอมโมเนียมไนโตรเจนต่อไนเตรทไนโตรเจน ( $\text{NH}_4^+ - \text{N}/\text{NO}_3^- - \text{N}$  ratio) ขณะที่ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุ (cation exchange capacity,CEC) มีปฏิสัมพันธ์ไปในทางเดียวกับปริมาณเถ้า (Ash) มีค่าสูงขึ้นตามระยะเวลาของการหมักปุ๋ย และมีปฏิสัมพันธ์ไปในทางตรงกันข้ามกับสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ที่มีค่าลดลง 4) ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากมูลวัวกับลิวโนนาไคต์ ในสัดส่วน 2 ต่อ 1 ดัชนีการงอกของเมล็ด (Germination Index, GI) และการงอกของเมล็ด (Plant Germination, PG) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุ (cation exchange capacity,CEC) และปริมาณเถ้า (Ash) มีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน คือปริมาณเพิ่มขึ้นตามอายุของปุ๋ยหมัก ในขณะที่สัดส่วนแอมโมเนียมไนโตรเจนต่อไนเตรทไนโตรเจน ( $\text{NH}_4^+ - \text{N}/\text{NO}_3^- - \text{N}$  ratio) และสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) จะมีปริมาณลดลงตามอายุของปุ๋ยหมัก ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับดัชนีการงอกของเมล็ด (Germination Index, GI) 5) ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากมูลวัวกับกากตะกอนโรงงานผงชูรส ในสัดส่วน 2 ต่อ 1 ดัชนีการงอกของเมล็ด (Germination Index, GI) และการงอกของเมล็ด (Plant Germination, PG) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุ

(cation exchange capacity,CEC) และปริมาณเถ้า (Ash) มีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน คือปริมาณเพิ่มขึ้นตามอายุของปุ๋ยหมัก ในขณะที่สัดส่วนแอมโมเนียมไนโตรเจนต่อไนเตรทไนโตรเจน ( $\text{NH}_4^+ - \text{N}/\text{NO}_3^- - \text{N}$  ratio) และสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) จะมีปริมาณลดลงตามอายุของปุ๋ยหมัก ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับดัชนีการงอกของเมล็ด (Germination Index, GI)

จากผลการทดลองการตรวจสอบการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์ โดยใช้วิธีดัชนีการงอกของเมล็ด (Germination Index, GI) และการงอกของเมล็ด (Plant Germination, PG) ไม่มีผลต่อการประเมินการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตจากวัตถุดิบบางชนิด คือ มูลวัวกับฟางข้าว มูลวัวกับกากตะกอนอ้อย ยกเว้นมูลไก่ มูลวัวกับลิโธนาไดต์ และมูลวัวกับกากตะกอนจากโรงงานผงชูรส ในขณะที่ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุ (cation exchange capacity,CEC) และปริมาณเถ้า (Ash) มีปริมาณเพิ่มขึ้นตามอายุการหมักของปุ๋ยหมัก ที่ผลิตจากวัตถุดิบทุกชนิด และมีความสัมพันธ์กันไปในทางตรงกันข้ามกับสัดส่วนแอมโมเนียมไนโตรเจนต่อไนเตรทไนโตรเจน ( $\text{NH}_4^+ - \text{N}/\text{NO}_3^- - \text{N}$  ratio) และสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ที่มีปริมาณลดลง ในวัตถุดิบทุกชนิด ดังนั้นการพิจารณาการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยหมัก จากวิธีการวิเคราะห์ทั้ง 6 วิธี ไม่สามารถบ่งบอกการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์ได้ทุกชนิด โดยเกณฑ์การประเมินจะขึ้นอยู่กับแต่ละวิธี การทดสอบการงอกของเมล็ด (Plant Germination, PG) มีความสัมพันธ์เป็นไปในทางเดียวกันกับการทดสอบดัชนีการงอกของเมล็ด (Germination Index, GI) ที่เป็นวิธีการทดสอบการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์ ตาม พรบ.ปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดย พรบ. ปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550

กิจกรรมย่อยที่ 1.1 พัฒนาเทคนิคระบบการตรวจวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปุ๋ย  
ตัวชี้วัด : ได้วิธีวิเคราะห์ปุ๋ยที่ได้พัฒนาและผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 42 วิธี (กปผ. สวพ.)

**ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพปุ๋ย กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กปผ.**

- 1.1 ได้วิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 3 วิธี
  - 1.1.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.1.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.1.3 ซัลเฟอร์
- 1.2 ได้เทคนิคที่เพิ่มประสิทธิภาพการตรวจวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยเคมี
- 1.3 ได้เทคนิคการเตรียมตัวอย่างปุ๋ยเพื่อการตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ
- 1.4 ได้ตัวอย่างอ้างอิงภายในของปุ๋ยอินทรีย์
- 1.5 ได้เทคนิคการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตทั้งหมดในปุ๋ยเกล็ดและปุ๋ยที่ผลิตจากหินฟอสเฟต
- 1.6 ได้เทคนิคการตรวจสอบการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์ (กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา)

**ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพปุ๋ย สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1- 8**

- 1.1 สวพ. เขตที่ 1 ได้วิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 4 วิธี
  - 1.1.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.1.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.1.3 ฟอสฟอรัสทั้งหมด
  - 1.1.4 โพแทชที่ละลายน้ำ
- 1.2 สวพ. เขตที่ 2 ได้วิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 4 วิธี
  - 1.2.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.2.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.2.3 ฟอสฟอรัสทั้งหมด
  - 1.2.4 โพแทชที่ละลายน้ำ
- 1.3 สวพ. เขตที่ 3 ได้วิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 4 วิธี
  - 1.3.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.3.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.3.3 ฟอสฟอรัสทั้งหมด
  - 1.3.4 โพแทชที่ละลายน้ำ
- 1.4 สวพ. เขตที่ 4 ได้วิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 5 วิธี
  - 1.4.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.4.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.4.3 ไนเตรทไนโตรเจน
  - 1.4.4 ฟอสฟอรัสทั้งหมด 1.4.5 โพแทชที่ละลายน้ำ
- 1.5 สวพ. เขตที่ 5 ได้วิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 4 วิธี
  - 1.5.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.5.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.5.3 ฟอสฟอรัสทั้งหมด
  - 1.5.4 โพแทชที่ละลายน้ำ
- 1.6 สวพ. เขตที่ 6 ได้วิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 3 วิธี
  - 1.6.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.6.2 ฟอสฟอรัสทั้งหมด 1.6.3 โพแทชที่ละลายน้ำ
- 1.7 สวพ. เขตที่ 7 ได้วิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 4 วิธี
  - 1.7.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.7.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.7.3 ฟอสฟอรัสทั้งหมด
  - 1.7.4 โพแทชที่ละลายน้ำ
- 1.8 สวพ. เขตที่ 8 ได้วิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 4 วิธี
  - 1.8.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.8.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.8.3 ฟอสฟอรัสทั้งหมด

1.8.4 โปแทชที่ละลายน้ำ

1.8.5 โปแทสเซียมที่ละลายน้ำในปุ๋ยเคมี โดยใช้ Atomic Absorption Spectrophotometer

1.8.6 ฟอสฟอรัสทั้งหมดในปุ๋ยเคมี ตามวิธี Official methods of analysis of fertilizers

### กิจกรรมย่อยที่ 1.2 พัฒนาเทคนิคระบบการตรวจวิเคราะห์และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์พืช

ตัวชี้วัด : ได้วิธีวิเคราะห์พืชที่ได้พัฒนาและผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 10 วิธี (กปผ.)

1.2.1 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ ไนโตรเจนในพืช

1.2.2 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์น้ำมันในพืช

1.2.3 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ธาตุเหล็กในพืช

1.2.4 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ฮอร์โมน IAA ในพืช

1.2.5 การพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์น้ำตาล

1.2.6 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ไฟเตทในพืช

1.2.7 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ลิคินินในพืช

1.2.8 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในพืช

1.2.9 การศึกษาปริมาณสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช Paclobutrazol ที่ตกค้างในดินสำหรับการปลูกพืช

1.2.10 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ในพืช

### กิจกรรมย่อยที่ 1.3 พัฒนาเทคนิคระบบการตรวจวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ดิน

ตัวชี้วัด : ได้วิธีวิเคราะห์ดินที่ได้พัฒนาในระบบคุณภาพและผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 6 วิธี (กปผ. สวพ.)

1.3.1 ศึกษาอิทธิพลของสารละลายต่างๆ ที่ใช้ในการสกัด และขั้นตอนการกลั่นที่เหมาะสมเพื่อใช้หาค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน

1.3.2 พัฒนาคุณภาพการวิเคราะห์การจัดทำดินอ้างอิงภายใน

1.3.3 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ซัลเฟอร์ของดิน

1.3.4 เปรียบเทียบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน (Interlaboratory Comparison)

1.3.5 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์แคลเซียมและแมกนีเซียมของดิน

1.3.6 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ค่าธาตุอาหาร แคลเซียม แมกนีเซียม และโปแทสเซียม ของดิน (สวพ.1)

### กิจกรรมย่อยที่ 1.4 การพัฒนาวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ในสารสกัดจากพืชที่ใช้ป้องกันกำจัดศัตรูพืช

ตัวชี้วัด : ได้วิธีวิเคราะห์สารสกัดจากพืชที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 2 วิธี (กปผ.)

1.4.1 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์อาซาโรนในสารสกัดว่านน้ำและผลิตภัณฑ์

1.4.2 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์เคอร์คูมินในสารสกัดขมิ้นชันและผลิตภัณฑ์

### กิจกรรมย่อยที่ 1.5 การวิจัยและพัฒนาเทคนิคการตรวจสอบรับรองผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษทางการเกษตร

ตัวชี้วัด : ได้วิธีวิเคราะห์วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 36 วิธี (กปผ. สวพ.)

- 1.5.1 การศึกษาความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ วัตถุมีพิษการเกษตร ametry
- 1.5.2 การศึกษาความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ วัตถุมีพิษการเกษตร chlorpyrifos
- 1.5.3 การศึกษาความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ วัตถุมีพิษการเกษตร profenofos
- 1.5.4 การศึกษาความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ วัตถุมีพิษการเกษตร dimethoate
- 1.5.5 การศึกษาความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ วัตถุมีพิษการเกษตร cypermethrin
- 1.5.6 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร alachlor
- 1.5.7 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร isoprocarb
- 1.5.8 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร prochloraz
- 1.5.9 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร propanil
- 1.5.10 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร alphacypermethrin
- 1.5.11 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร captan
- 1.5.12 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร clomazone
- 1.5.13 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร pretilachlor
- 1.5.14 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร dinotefuran
- 1.5.15 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร chlorpyrifos+cypermethrin
- 1.5.16 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร buprofezin
- 1.5.17 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร amitraz
- 1.5.18 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร bromacil
- 1.5.19 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร butachlor
- 1.5.20 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร dichlorvos
- 1.5.21 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร hexazinone
- 1.5.22 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร fenitrothion
- 1.5.23 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร hexaconazole
- 1.5.24 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร fipronil
- 1.5.25 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร diazinon
- 1.5.26 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร chlorpyrifos (สวพ.1)
- 1.5.27 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร cypermethrin (สวพ.1)
- 1.5.28 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร deltamethrin (สวพ.1)
- 1.5.29 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร fipronil (สวพ.1)
- 1.5.30 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร atrazine (สวพ.1)
- 1.5.31 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร cypermethrin (สวพ.3)



- 1.5.32 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร deltamethrin (สวพ.3)
- 1.5.33 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร methomyl (สวพ.3)
- 1.5.34 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร carbaryl (สวพ.3)
- 1.5.35 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร cypermethrin (สวพ.7)
- 1.5.36 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร chlorpyrifos (สวพ.7)

## กิจกรรมที่ 2 การวิจัยและพัฒนาวิธีวิเคราะห์เพื่อให้ได้วิธีใหม่ที่รวดเร็ว แม่นยำ ปลอดภัยและรักษาสีแวดล้อม

### กิจกรรมย่อยที่ 2.1 การพัฒนาวิธีวิเคราะห์หาคุณสมบัติเชิงเคมี และเชิงกายภาพของปัจจัยการผลิต โดยใช้เทคโนโลยีเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี (NIRS)

ผลการประเมินปริมาณอินทรีย์วัตถุในปุ๋ยอินทรีย์ โปรตีนในถั่วเหลือง สมบัติทางเคมีและทางกายภาพในดิน และปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช โดยใช้เทคนิค NIRS พบว่าได้สมการที่ใช้ในการทำนายผลสมการที่ได้มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient, R) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการทำนายผลในกลุ่ม Calibration set (Standard error of calibration, SEC) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการทำนายผลในกลุ่ม Validation set (Standard error of prediction, SEP) สมการที่ได้ทุกสมการมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) สูง มีค่า SEC และ SEP ต่ำ ซึ่งต่ำกว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของวิธีวิเคราะห์ทางเคมีในห้องปฏิบัติการ แสดงว่า สมการนี้สามารถใช้ประเมินค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในปุ๋ยอินทรีย์ โปรตีนในถั่วเหลือง สมบัติทางเคมีและทางกายภาพในดิน และปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตำแหน่งความยาวคลื่นที่มีค่า Regression coefficient สูงอยู่ที่ความยาวคลื่นที่มีความสัมพันธ์กันสรุปได้ว่า เทคนิค NIRS สามารถใช้ในการประเมินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**ตัวชี้วัด :** ได้วิธีวิเคราะห์ปุ๋ย พืช ดิน วัตถุพิษการเกษตรที่ให้ผลวิเคราะห์รวดเร็ว แม่นยำ น่าเชื่อถือ ปลอดภัย จากสารเคมี และรักษาสีแวดล้อม 5 วิธี (กปผ.)

- 2.1.1 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์วัตถุในปุ๋ยอินทรีย์โดยเทคนิค NIRS
- 2.1.2 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในพืชโดยเทคนิค NIRS
- 2.1.3 วิธีวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยเคมี โดยเทคนิค NIRS
- 2.1.4 วิธีวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดิน โดยเทคนิค NIRS
- 2.1.5 วิธีวิเคราะห์ปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชสูตร emulsifiable concentrate (EC) โดยเทคนิค NIRS

### กิจกรรมย่อยที่ 2.2 การพัฒนาชุดทดสอบอย่างง่าย เพื่อใช้ตรวจสอบคุณสมบัติเบื้องต้นของพืชและปัจจัยการผลิต

ผลการพัฒนาวิธีวิเคราะห์อย่างง่าย โดยจัดทำชุดตรวจสอบความต้องการปุ๋ยของดิน และชุดตรวจสอบอินทรีย์วัตถุของดิน โดยดัดแปลงจากวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ พัฒนาวิธีวิเคราะห์ โดยปรับลดระยะเวลา ลดขั้นตอนที่ยุ่งยาก กำหนดค่าคงที่ ดัดแปลงวิธีการ และปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อเพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการวิเคราะห์ ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ของชุดตรวจสอบ โดยตรวจพิสูจน์ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ความแม่นยำ (Precision) ของวิธี และหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (The coefficient of correlation, r) ของวิธีวิเคราะห์ของชุดตรวจสอบ (Test kit) กับวิธีวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการ หลังจากนั้นพัฒนาเป็นชุดตรวจสอบ และนำไปทดสอบการใช้งานจริงโดยเจ้าหน้าที่จากส่วนกลาง และส่วนภูมิภาคของสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 สำนักรวบรวมความพึงพอใจการใช้งานของชุดตรวจสอบ นำข้อมูลที่ได้มา

พัฒนาชุดตรวจสอบให้ใช้งานได้ง่าย สะดวก และปลอดภัยมากขึ้น ผลการทดลองพบว่า วิธีการวิเคราะห์หาความต้องการปุ๋ยของดิน และหาปริมาณอินทรีย์วัตถุของดิน ด้วยวิธีวิเคราะห์ของชุดตรวจสอบ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับวิธีมาตรฐานที่ใช้วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี โดยทดสอบความแม่นยำ (Precision) มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (Relative standard deviation, RSD) ไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ และทดสอบความถูกต้อง (Accuracy) มี Recovery อยู่ในช่วง 80-120 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ทั้งสิ้น ชุดตรวจสอบที่พัฒนาขึ้นนี้เพื่อใช้ในระบบการผลิตพืช 2 ชุด ได้แก่ ชุดตรวจสอบความต้องการปุ๋ยของดิน และชุดตรวจสอบอินทรีย์วัตถุของดิน ชุดตรวจสอบมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา สามารถพกพาไปใช้ในภาคสนามได้อย่างสะดวก ให้ผลการตรวจสอบเบื้องต้นที่ถูกต้อง รวดเร็วทราบผลภายในเวลาประมาณ 15 นาที ทำให้เกษตรกร หรือผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถนำผลวิเคราะห์มาใช้ในการปรับปรุงดินและการใส่ปุ๋ยให้เหมาะสมกับการปลูกพืช

**ตัวชี้วัด :** ได้ชุดทดสอบเบื้องต้นสำหรับทดสอบ ความต้องการปุ๋ยของดินและชุดตรวจสอบอินทรีย์วัตถุของดิน เพื่อใช้ในระบบการผลิตพืช 2 ชุด (กปผ.)

2.2.1 ชุดตรวจสอบความต้องการปุ๋ยของดิน

2.2.2 ชุดตรวจสอบอินทรีย์วัตถุของดิน

**กิจกรรมที่ 3** วิจัยและพัฒนาระบบฐานข้อมูลปัจจัยการผลิตเพื่อปรับปรุงคุณภาพการให้บริการด้าน ปุ๋ย พืช ดิน น้ำ

ผลการทดลองของงานวิจัยด้านฐานข้อมูลพบว่า ได้ข้อมูลด้านประเมินศักยภาพคุณภาพและการจัดการองค์ความรู้เพื่อให้บริการด้านดิน น้ำ ปุ๋ย สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช 6 ชุด ได้แก่ 1) ข้อมูลคุณภาพน้ำ ตามแหล่งน้ำธรรมชาติ และน้ำบาดาลที่ใช้ในทางการเกษตรบริเวณเขตภาคกลาง 2) ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสภาพในการเก็บรักษาสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช paclobutrazol, gibberellic acid และ ethephon ให้กับผู้ประกอบการ และเกษตรกร 3) ได้โปรแกรมคำนวณอัตราปุ๋ยเพื่อพิสูจน์ปุ๋ยปลอม ปุ๋ยผิดมาตรฐานของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ 4) การสำรวจและศึกษาขนาดอนุภาคและความแข็งแรงของเม็ดปุ๋ยของแม่ปุ๋ยนำเข้า และข้อมูลสารตัวเติมจากแหล่งต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า โดยศึกษาลักษณะทางกายภาพของแม่ปุ๋ยที่นำเข้ามาในราชอาณาจักรไทย 5) ความสัมพันธ์ของค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าที่มีต่อดัชนีการงอกในปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อหาค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าที่เหมาะสมของปุ๋ยอินทรีย์ 6) ได้สมการที่ใช้ทำนายค่าดัชนีการงอกในปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถวัดแบบง่ายๆ ไม่ซับซ้อนได้ผลรวดเร็วและสามารถปรับใช้ได้ทั้งในห้องปฏิบัติการตรวจสอบรับรองคุณภาพปุ๋ยอินทรีย์ ตลอดจนผู้ผลิตและผู้ใช้ปุ๋ยหมักโดยตรง

**กิจกรรมย่อยที่ 3.1** การประเมินศักยภาพด้านคุณภาพของดิน น้ำ ปุ๋ย พืช

**ตัวชี้วัด :** ได้ข้อมูลการประเมินศักยภาพด้านคุณภาพของดิน น้ำ ปุ๋ย พืช 3 ชุด (กปผ.)

3.1.1 ได้ข้อมูลสมบัติปุ๋ยอินทรีย์ในประเทศไทยตามลักษณะทางกายภาพ

3.1.2 ได้ข้อมูลคุณภาพน้ำ ตามแหล่งน้ำธรรมชาติ และน้ำบาดาลที่ใช้ในทางการเกษตรบริเวณเขตภาคกลาง

3.1.3 ได้ข้อมูลขนาดอนุภาคและความแข็งแรงของเม็ดปุ๋ยของแม่ปุ๋ยนำเข้าและสารตัวเติมจากแหล่งต่าง ๆ ที่จะใช้ในการผลิตปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า

ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตขึ้นในประเทศไทยมีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกันขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการผลิต ทำให้ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้มีคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีแตกต่างกัน จึงได้ทำการศึกษาสมบัติปุ๋ยอินทรีย์ในประเทศไทยตามลักษณะทางกายภาพ โดยรวบรวมข้อมูลปุ๋ยขึ้นทะเบียน และสำรวจปุ๋ยอินทรีย์ที่มีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกันในภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทย นำไปวิเคราะห์คุณสมบัติปุ๋ยอินทรีย์ตามที่กรมวิชาการเกษตรกำหนด และพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติที่จำเป็นของปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตรกับลักษณะทางกายภาพของปุ๋ยอินทรีย์ พบว่าปุ๋ยอินทรีย์ที่จำหน่ายในประเทศไทย ร้อยละ 68.2 มีลักษณะทางกายภาพ/กรรมวิธีการผลิตแบบปั้นเม็ด ร้อยละ 15.9, 11.7 และ 4.2 มีลักษณะเป็นแบบอัดเม็ด เป็นผง และเป็นของเหลว ตามลำดับ ลักษณะทั้ง 4 แบบของปุ๋ยอินทรีย์ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และมีปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย 2.2 % มีค่าความเป็นกรดต่างเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.4 - 8.0 และมีค่าดัชนีความออกเฉลี่ยของปุ๋ยชนิดแห้งเท่ากับ 60% สำหรับปุ๋ยอัดเม็ดมีค่าเฉลี่ยของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียมทั้งหมด และอินทรีย์วัตถุสูงที่สุด คือ 3.87 %, 2.03 % และ 30.34 % ตามลำดับ ปุ๋ยผงมีปริมาณความชื้นสูงที่สุดคือ 28.56 % และมีอินทรีย์วัตถุสูงกว่าปุ๋ยปั้นเม็ดและปุ๋ยเหลว มีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 29.81% โดยปุ๋ยปั้นเม็ดมีปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ย 9.41 % และมีค่าความชื้นต่ำที่สุดเท่ากับ 9.95 % ปุ๋ยเหลวมีปริมาณโซเดียมและค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุดคือ 1.08 % และ 98.12 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ตามลำดับ

ผลงานวิจัยการศึกษาคุณภาพน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติ และน้ำบาดาลเพื่อใช้ในเชิงเกษตรกรรมบริเวณเขตภาคกลางของประเทศไทย ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ ตั้งแต่ ตุลาคม 2553 ถึง กันยายน 2557 จากแม่น้ำทั้งหมดจำนวน 11 สาย รวมทั้งน้ำจากเขื่อน และอ่างเก็บน้ำ จำนวน 153 จุดเก็บ ทั้งหมดจำนวน 306 ตัวอย่าง/5,508รายการวิเคราะห์ และน้ำบาดาล ทั้งหมด 22 จังหวัด จำนวน 30,875 ตัวอย่าง/555,750 รายการวิเคราะห์ ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำและประเมินคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะปลูก โดยวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณเกลือที่ละลายในน้ำทั้งหมดหรือค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณเกลือที่อันตรายต่อพืช เปอร์เซ็นต์โซเดียมที่ละลายได้ โซเดียมคาร์บอเนตที่เหลือ อัตราการดูดซับโซเดียม และธาตุอาหารเสริม ตามเกณฑ์การประเมินและประเมินคุณภาพน้ำของกลุ่มงานวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพดินและน้ำ กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร พบว่า ตัวอย่างน้ำในแม่น้ำ เขื่อน อ่างเก็บน้ำและแหล่งน้ำอื่นๆ คุณภาพน้ำส่วนใหญ่มีคุณภาพดีถึงดีมาก มีปริมาณเกลือและแร่ธาตุ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ตลอดทั้งสายของแม่น้ำคุณภาพไม่แตกต่างกัน สามารถใช้รดพืชต่างๆ ได้ ยกเว้นตัวอย่างน้ำจากบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน และแม่น้ำแม่กลองที่มีปริมาณเกลือละลายอยู่สูง ส่วนน้ำบาดาล พบว่า จังหวัดที่มีคุณภาพน้ำดีถึงดีมาก มากที่สุด ร้อยละ 94.14 และ 93.01 ของจำนวนตัวอย่างของแต่ละจังหวัด ได้แก่ พิษณุโลก และกำแพงเพชร จังหวัดที่มีคุณภาพน้ำดีถึงดีมาก น้อยที่สุด ร้อยละ 7.88 ของจำนวนตัวอย่างของแต่ละจังหวัด ได้แก่ สมุทรปราการ จังหวัดที่น้ำมีคุณภาพดีถึงดีมาก มากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนตัวอย่างของแต่ละจังหวัด ได้แก่ สุโขทัย และพิจิตร ตามลำดับ จังหวัดที่น้ำมีคุณภาพดีถึงดีมากในช่วง ร้อยละ 50 - 80 ของจำนวนตัวอย่างของแต่ละจังหวัด ได้แก่ สิงห์บุรี ชัยนาท สุพรรณบุรี นนทบุรี เพชรบูรณ์ สระบุรี อุทัยธานี นครสวรรค์ และอ่างทอง เรียงจากมากไปน้อยตามลำดับ และจังหวัดที่น้ำมีคุณภาพดีถึงดีมาก น้อยกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนตัวอย่างของแต่ละจังหวัด ได้แก่ นครปฐม สมุทรสาคร ลพบุรี กรุงเทพมหานคร นครนายก พระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี และสมุทรสงคราม เรียงจากมากไปน้อยตามลำดับ จากข้อมูลสถานการณ์คุณภาพน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติและคุณภาพน้ำบาดาลนี้ สามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นฐานข้อมูลพื้นฐาน

ในการเฝ้าระวังการใช้น้ำเพื่อให้คำแนะนำกับเกษตรกรโดยตรงหรือผู้ต้องการใช้น้ำ เลือกชนิดพืชปลูก และปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เหมาะสม เพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของพืชต่อไปได้

ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของแม่ปุ๋ยที่นำเข้ามาในราชอาณาจักรไทยได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (สูตร 21-0-0) ปุ๋ยยูเรีย (สูตร 46-0-0) ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) และสารตัวเติมที่ใช้ผลิตปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า โดยดำเนินการสำรวจและเก็บตัวอย่างจากท้องตลาดของภาคต่างๆ ในประเทศไทยจำนวน 102 ตัวอย่าง ทำการศึกษาขนาดเม็ดปุ๋ย (SGN) การกระจายของขนาดเม็ดปุ๋ย (UI) และความแข็งของเม็ดปุ๋ย (Hardness) เปรียบเทียบกับตัวอย่างแม่ปุ๋ยนำเข้าและแม่ปุ๋ยในตัวอย่างปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้าที่ส่งมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทราบลักษณะของแม่ปุ๋ยที่นำเข้ามาในราชอาณาจักรไทยที่มีผลต่อคุณภาพของปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการควบคุมวัตถุดิบและปรับปรุงกรรมวิธีผลิตสำหรับนักวิชาการและผู้ประกอบการ พบว่า ตัวอย่างแม่ปุ๋ยที่สุ่มเก็บจากท้องตลาดของภาคต่างๆ ในประเทศไทยบางส่วนมีลักษณะทางกายภาพไม่ผ่านตามเกณฑ์การคัดเลือกวัตถุดิบสำหรับผลิตปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า โดยแม่ปุ๋ยทุกชนิดมีขนาดเม็ดปุ๋ยต่ำกว่าตัวอย่างแม่ปุ๋ยนำเข้าและแม่ปุ๋ยในตัวอย่างปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การกระจายของขนาดเม็ดปุ๋ยของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (สูตร 21-0-0) และปุ๋ยยูเรีย (สูตร 46-0-0) มีค่าต่ำกว่าแม่ปุ๋ยนำเข้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าความแข็งของเม็ดปุ๋ยยูเรียในตัวอย่างปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้ามีค่าความแข็งต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับแม่ปุ๋ยชนิดอื่น และมีค่าต่ำกว่าแม่ปุ๋ยที่ยังไม่ได้ผสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) มีค่าความแข็งจากทุกแหล่งที่มาไม่แตกต่างกันทางสถิติ

### กิจกรรมย่อยที่ 3.2 การพัฒนาระบบฐานความรู้เพื่อการให้บริการและการจัดการองค์ความรู้ด้านดิน น้ำ ปุ๋ย พืช

ตัวชี้วัด : ฐานข้อมูลระบบฐานความรู้เพื่อการให้บริการและการจัดการองค์ความรู้ด้านดิน น้ำ ปุ๋ย พืช 4 ชุด (กปผ.)

- 3.2.1 ได้โปรแกรมคำนวณอัตราปุ๋ยเพื่อพิสูจน์ปุ๋ยปลอม ปุ๋ยผิดมาตรฐานของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์
- 3.2.2 ได้สมการที่ใช้ทำนายดัชนีความงอก และปริมาณอินทรีย์วัตถุในปุ๋ยอินทรีย์
- 3.2.3 ได้ข้อมูลขนาดเม็ดปุ๋ยเคมีชนิดผสมแบบคลุกเคล้าที่มีต่อผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลัก
- 3.2.4 ได้ข้อมูลปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการคงสภาพในการเก็บรักษาสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช

โปรแกรมคำนวณอัตราปุ๋ยเพื่อพิสูจน์ปุ๋ยปลอมปุ๋ยผิดมาตรฐานของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ โดยการพิจารณาปุ๋ยปลอม และปุ๋ยผิดมาตรฐานของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ในประเทศไทย จะต้องเป็นไปตามพระราชบัญญัติปุ๋ย และประกาศของทางราชการหลายฉบับซึ่งความซับซ้อน งานวิจัยนี้จึงได้รวบรวมพระราชบัญญัติ ประกาศที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำข้อมูลและเกณฑ์กำหนดที่ได้มาออกแบบโปรแกรมคำนวณอัตราปุ๋ยเพื่อพิสูจน์ปุ๋ยปลอม ปุ๋ยผิดมาตรฐาน ของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมคำนวณต้นแบบจากโปรแกรมสำนักงานพื้นฐานสำหรับใช้ในการพิจารณาปุ๋ยตามเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด โดยการนำเกณฑ์ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ.2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดย พระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ที่เกี่ยวข้อง

กับผลการวิเคราะห์ปุ๋ย ได้แก่ เกณฑ์การขึ้นทะเบียน และเกณฑ์การควบคุม มาพิจารณาและคำนวณควบคู่กับ เกณฑ์ตลาดเคลื่อนของปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ และนำมาออกแบบโครงสร้างของโปรแกรมคำนวณอัตโนมัติ และสร้างโปรแกรมให้ใช้งานได้ง่าย และมีความถูกต้องโดยเปรียบเทียบผลการพิจารณาระหว่างนักวิชาการ และโปรแกรม พบว่าไม่แตกต่างกัน การนำข้อมูลผลวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ มาประเมินผลการพิจารณาตาม เกณฑ์ของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ เปรียบเทียบระหว่างนักวิชาการกับโปรแกรมคำนวณอัตโนมัติ พบว่าไม่แตกต่างกัน โดยทั้งนักวิชาการและโปรแกรมคำนวณอัตโนมัติให้ผลการพิจารณาตามเกณฑ์ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ถูกต้อง 100% เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการทำงาน พบว่าโปรแกรมใช้ระยะเวลานานกว่านักวิชาการ 6% และ 16% สำหรับปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ ตามลำดับ

สมการที่ใช้ทำนายดัชนีความงอก และปริมาณอินทรีย์วัตถุในปุ๋ยอินทรีย์ โดยศึกษาผลกระทบของค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าที่มีต่อดัชนีความงอกในปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อให้ได้ทราบความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัย และสามารถทำนายดัชนีความงอกได้จากค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าได้ โดยทดสอบปัจจัย 2 ได้แก่ ปัจจัยที่ 1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มี 6 ระดับ คือ 1) ต่ำกว่า 4.0 2) 4.1-5.0 3) 5.1-6.0 4) 6.1-7.0 5) 7.1-8.0 และ 6) มากกว่า 8.0 ปัจจัยที่ 2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มี 2 ระดับ คือ 1) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร และ 2) มากกว่า 10 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple regression) เพื่อหาสมการพยากรณ์ดัชนีความงอก ผลการวิจัย พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่เหมาะสมของปุ๋ยอินทรีย์ ควรอยู่ในช่วง 5.1-8.0 ส่วนค่าการนำไฟฟ้าที่เหมาะสมของปุ๋ยอินทรีย์ ควรมีค่าน้อยกว่า หรือเท่ากับ 10 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของปุ๋ยอินทรีย์ ไม่มีความสัมพันธ์กับดัชนีความงอก ส่วนค่าการนำไฟฟ้าของปุ๋ยอินทรีย์ มีความสัมพันธ์กับดัชนีความงอก แสดงว่า ดัชนีความงอกจะเพิ่มขึ้นเมื่อค่าการนำไฟฟ้าลดลง และสมการพยากรณ์ เขียนในรูปคะแนนดิบคือ  $Y=78.845-2.032 (EC)$  นั่นคือ ค่าการนำไฟฟ้ามีอิทธิพลต่อดัชนีความงอก 18.5 เปอร์เซ็นต์ และอีก 81.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นอิทธิพลจากปัจจัย และค่าการนำไฟฟ้าสามารถอธิบายความแปรปรวนของดัชนีความงอกได้ 18.4 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นสมการพยากรณ์ที่ได้จึงไม่เหมาะที่จะนำมาพยากรณ์ดัชนีการงอก

การศึกษาอิทธิพลของขนาดเม็ดปุ๋ยเคมีชนิดผสมแบบคลุกเคล้าที่มีต่อผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยเคมี โดยใช้แม่ปุ๋ยคือ ยูเรีย (Urea) ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (Diammoniumphosphate, DAP) และ โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า (1). การผสมปุ๋ยโดยใช้แม่ปุ๋ยที่มีขนาดเท่ากัน 2 มิลลิเมตร ทำให้ผลวิเคราะห์ของธาตุหลัก NPK มีค่าการกระจาย (SD) ต่ำไม่มีผลกระทบต่อผลวิเคราะห์ (2). การผสมปุ๋ยขนาดเม็ด 2-3 มิลลิเมตร ผสมสลับกันไปมาแบบแพคทอเรียลจำนวน 16 ทริทเมนต์ ทำให้ผลวิเคราะห์เริ่มมีการกระจายสูงขึ้น โดยธาตุไนโตรเจนมีค่าการกระจายสูงสุดเท่ากับ 31.25 เปอร์เซ็นต์ และธาตุฟอสฟอรัสมีค่าการกระจาย 25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนธาตุโพแทสเซียมมีการกระจายเพียงเล็กน้อย 6.2 เปอร์เซ็นต์ (3). การผสมปุ๋ยขนาด 2-4 มิลลิเมตร ที่ใช้แม่ปุ๋ยขนาดเม็ด 2 และ 4 มิลลิเมตร ในการผสมปุ๋ยแบบทริทเมนต์ T1 : U2D2K4 (Urea 2, DAP 2, KCl 4 มม.) ทำให้ธาตุฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม มีค่าการกระจาย 20 เปอร์เซ็นต์ เท่ากันโดยธาตุโพแทสเซียมให้ผลไม่เป็นไปตามสมมติฐาน มีค่าการกระจายไม่แตกต่างจากธาตุอื่นมากนักทั้งที่ใช้ขนาดเม็ด (KCl) ใหญ่สุด ส่วนธาตุไนโตรเจนไม่มีผลกระทบใดๆ การผสมปุ๋ยแบบทริทเมนต์ T2 : U2D4K2 (Urea

2, DAP 4, KCl 2 มม.) พบว่ามีผลทำให้ธาตุฟอสฟอรัส มีค่าการกระจายสูงที่สุดถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานเพราะใช้แม่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (DAP) ที่มีขนาดใหญ่สุด รองลงมาคือโพแทสเซียมมีค่าการกระจาย 20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผลวิเคราะห์ไนโตรเจนไม่มีผลกระทบจากการผสมของทั้ง 2 ทรีทเมนต์ (3). การผสมปุ๋ยช่วงขนาด 1-3 มิลลิเมตร ที่ใช้แม่ปุ๋ยขนาดเม็ด 1 และ 3 มิลลิเมตร การผสมปุ๋ยแบบทรีทเมนต์ T3 : U3D3K1 (Urea 3, DAP 3, KCl 1 มม.) เป็นการผสมของขนาดเม็ด ที่ทำให้ผลวิเคราะห์ของธาตุหลักมีการกระจายทั้งหมด และเป็นค่าการกระจายที่สูงเกือบทุกธาตุ โดยเฉพาะโพแทสเซียมที่มีค่าการกระจายสูงถึง 75 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับไนโตรเจนที่มีค่าการกระจายสูงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ และฟอสฟอรัสเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์ จึงเป็นขนาดเม็ดที่ไม่เหมาะสมของแม่ปุ๋ยที่จะนำมาใช้ในการผลิตปุ๋ยเคมีเชิงผสมชนิดคลุกเคล้า

การศึกษาผลกระทบที่มีผลต่อความคงสภาพในการเก็บรักษาสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช โดยศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 24 เดือน เพื่อทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อความคงสภาพของสาร paclobutrazol 15% WP, 25% W/V SC และ 96% tech, gibberellic acid 2% W/V SL, 20% TB และ 90% min tech และ ethephon 5% PA, 48% W/V SL และ 70% min tech โดยเก็บตัวอย่างจำนวน 24 ตัวอย่าง ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และ อุณหภูมิห้อง จากนั้นวิเคราะห์ตัวอย่าง paclobutrazol ด้วยเทคนิค GC, gibberellic acid ด้วยเทคนิค HPLC และ วิเคราะห์ ethephon ด้วยวิธี titration ตามลำดับ วิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์หลังจากการเก็บรักษาทุกๆ 3 เดือน ผลการทดลองพบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 เดือน ทำให้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชทุกชนิดและทุกสูตรความเข้มข้นที่ทำการศึกษามีความคงสภาพดี เปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์อยู่ในเกณฑ์ยอมรับค่าคลาดเคลื่อน ซึ่งการศึกษานี้สามารถนำไปใช้ในการแนะนำกับผู้ประกอบการ ร้านค้า และเกษตรกรในการเก็บรักษาสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชเหล่านี้ได้

## สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

กิจกรรมที่ 1 พัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ย พืช ดิน น้ำ สารอินทรีย์ สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช สารสกัด และวัตถุอันตรายทางการเกษตร

1.1 ผลสำเร็จของงานวิจัยในโครงการสามารถนำไปใช้เป็นวิธีมาตรฐานในการตรวจวิเคราะห์ เพื่อการควบคุมคุณภาพของปุ๋ย และผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร ของห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปัจจัยการผลิต ทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาค (สวพ. 1- 8) ของกรมวิชาการเกษตร ให้มีมาตรฐานเดียวกัน และเป็นไปตามมาตรฐานสากล ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 และตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535

1.2 สร้างความเชื่อมั่นด้านตรวจสอบวิธีวิเคราะห์ เพื่อพิสูจน์และยืนยันถึงวิธีการที่นำมาใช้ในการทดสอบว่ามีความถูกต้อง แม่นยำ น่าเชื่อถือ สามารถสอกลับได้ เป็นข้อกำหนดที่สำคัญทางด้านวิชาการ ในการขอรับรองคุณภาพ ห้องปฏิบัติการ ตามมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025:2005

ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปัจจัยการผลิต ของกรมวิชาการเกษตร ที่ได้รับการรับรองคุณภาพ ห้องปฏิบัติการ ตามมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025:2005

- ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพปุ๋ย กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กปผ.
- ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุที่มีพิษการเกษตร กลุ่มวิจัยวัตถุที่มีพิษการเกษตร กปผ.
- ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพปุ๋ย และคุณภาพวัตถุที่มีพิษการเกษตร สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1- 8 ได้นำผลจากงานวิจัยในโครงการ ไปขยายผล พัฒนา และได้รับการรับรองห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025:2005 แล้ว

1.3 การพัฒนาตรวจสอบวิธีวิเคราะห์ดิน พืช และสารธรรมชาติเพื่อให้ได้วิธีที่มีความถูกต้อง แม่นยำ น่าเชื่อถือ และใช้เป็นวิธีมาตรฐานของห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปัจจัยการผลิต

1.4 วัสดุอ้างอิงภายในที่ผลิตได้ไปใช้ในการประเมินคุณภาพภายในโดยนำไปวิเคราะห์ควบคู่กับการวิเคราะห์ตัวอย่างในงานประจำทุกครั้ง เพื่อเฝ้าระวังความผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นในระบบการวิเคราะห์ และใช้ในการประเมินคุณภาพภายนอกผ่านกิจกรรมเปรียบเทียบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ เป็นการประหยัดงบประมาณในการจัดซื้อวัสดุอ้างอิงรับรองจากต่างประเทศประมาณ 5 ล้านบาท

1.5 การจัดกิจกรรมเปรียบเทียบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินในประเทศไทยนี้เพื่อเป็นกิจกรรมนำร่อง โดยมีเป้าหมายในการควบคุมคุณภาพผลวิเคราะห์ให้เป็นมาตรฐานเดียวกันทั้งประเทศ และเพื่อให้ห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมกิจกรรมทำการปรับปรุง พัฒนา และประเมินคุณภาพของห้องปฏิบัติการของตนเองอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ประสพการณ์การจัดกิจกรรมเปรียบเทียบความสามารถในการตรวจวิเคราะห์ประกอบกับฐานข้อมูลที่ได้รับจากห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินในเครือข่าย ทำให้ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน ของกลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร สามารถนำมาพัฒนา ศึกษาวิธีการเตรียมและจัดส่งตัวอย่างดินทดสอบ วิธีการจัดกิจกรรมให้สมบูรณ์ และเป็นที่ยอมรับในระดับสากล โดยขอรับรอง



การเป็นผู้จัดโปรแกรมทดสอบความชำนาญการ (Proficiency Testing provider, PT provider) ตามมาตรฐาน ISO/IEC 17043:2010 จากหน่วยรับรองภายในประเทศ เพื่อเป็นตัวแทนในการจัดกิจกรรมทดสอบความชำนาญของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินในประเทศไทย ซึ่งทำให้ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน สามารถทดสอบสมรรถนะของห้องปฏิบัติการ โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงในการทดสอบความชำนาญของห้องปฏิบัติการกับต่างประเทศเป็นเงินถึง 1.5 ล้านบาท

กิจกรรมที่ 2 การวิจัยและพัฒนาวิธีวิเคราะห์เพื่อให้ได้วิธีใหม่ที่รวดเร็ว แม่นยำ ปลอดภัย และรักษาสิ่งแวดล้อม

ผลสำเร็จของงานวิจัยในกิจกรรมพัฒนาวิธีวิเคราะห์เพื่อให้ได้วิธีใหม่ที่รวดเร็ว แม่นยำ ตามมาตรฐานสากล ได้วิธีวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี (NIRS) ที่ให้ผลวิเคราะห์รวดเร็วทราบผลภายใน 1-2 นาที แม่นยำตามมาตรฐานสากล นำเชื้อถั่ว ปลอดภัยจากสารเคมี และรักษาสิ่งแวดล้อม 5 วิธี ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในปุ๋ยอินทรีย์ โปรตีนในถั่วเหลือง สมบัติทางเคมีและทางกายภาพในดิน และปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชสูตร

กิจกรรมที่ 3 วิจัยและพัฒนาระบบฐานข้อมูลปัจจัยการผลิตเพื่อปรับปรุงคุณภาพการให้บริการด้าน ปุ๋ย พืช ดิน น้ำ ผลการทดสอบงานวิจัยด้านฐานข้อมูลพบว่า ได้ข้อมูลด้านประเมินศักยภาพคุณภาพและการจัดการองค์ความรู้เพื่อให้บริการด้านดิน น้ำ ปุ๋ย สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช 6 ชุด ได้แก่ ได้แก่ 1) คุณภาพน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติ แม่น้ำและน้ำบาดาลที่ใช้ในทางการเกษตรบริเวณเขตภาคกลาง ส่วนใหญ่มีคุณภาพดีถึงดีมาก มีปริมาณเกลือและแร่ธาตุอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน สามารถใช้รดพืชทั่วไปได้ 2) ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการคงสภาพในการเก็บรักษาสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช paclobutrazol, gibberellic acid และ ethephon พบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 เดือน ทำให้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชทุกชนิดและทุกสูตรความเข้มข้นมีความคงสภาพดี เปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ 3) ได้โปรแกรมคำนวณอัตราปุ๋ยผสมปุ๋ยปลอม ปุ๋ยผิดมาตรฐานของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ 4) จากการสำรวจและศึกษาขนาดอนุภาคและความแข็งของเม็ดปุ๋ยของแม่ปุ๋ยนำเข้า และข้อมูลสารตัวเติมจากแหล่งต่างๆ ที่จะใช้ในการผลิตปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า ที่นำเข้ามานิราชาอาณาจักรไทยพบว่า ตัวอย่างแม่ปุ๋ยที่สุ่มเก็บจากท้องตลาดของภาคต่างๆ บางส่วนมีลักษณะทางกายภาพไม่ผ่านตามเกณฑ์การคัดเลือกวัตถุดิบสำหรับผลิตปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า 5) ความสัมพันธ์ของค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าที่มีต่อดัชนีการงอกในปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อหาค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าที่เหมาะสมต่อปุ๋ยอินทรีย์ 6) ได้สมการที่ใช้ทำนายค่าดัชนีการงอกในปุ๋ยอินทรีย์

## เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 2553. คู่มือวิธีวิเคราะห์ดินทางเคมีและฟิสิกส์. ควิกปรินท์ ออฟเซ็ท, กรุงเทพฯ.
- จิตรา ชัยวิมล. 2545. การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบทางเคมี เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ. 23 สิงหาคม 2545. กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร.
- จิตติมา ยถาภูชานนท์ เบญจมาศ คำสืบ จุลศักดิ์ บุญรัตน์ และสมศักดิ์ ศรีสมบูรณ์. 2552. ถั่วเหลืองสายพันธุ์กลาย โปรตีนสูงโดยการฉายรังสี การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนิเวศลิษฐ์ครั้งที่ 11 สถาบันเทคโนโลยีนิเวศลิษฐ์แห่งชาติ ( องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- จุลศักดิ์ บุญรัตน์ วีรวรรณ ศรีถาวร สุภัญญา มัคคะวินทร์ และสุภานันท์ จันทร์ประอบ. 2552. สถานการณ์ดอกพลาสติกในมะม่วง. การประชุมวิชาการประจำปี 2552. กรมวิชาการเกษตร.
- พรบ. ปุ๋ย. 2550. พรบ. ปุ๋ย 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดย พรบ. ปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550. ฝ่ายปุ๋ยเคมี สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร 2552.
- ศูนย์ข้อมูลวัตถุดิบพืช. 2545. ฝ่ายทะเบียนและการอนุญาตวัตถุดิบพืช กองวัตถุดิบพืชการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. วัตถุดิบอันตรายทางการเกษตรที่รับขึ้นทะเบียนเพื่อการผลิต. 444 หน้า.
- สถาบันอาหาร . 2543. การทำ Validation วิธีทดสอบอาหารทางเคมี เอกสารประกอบการอบรม . 19 – 20 ตุลาคม 2543. โรงแรมโซลทวินทาวเวอร์ กรุงเทพฯ ฯ.
- Alexander, T. G. and J. A. Robertson. 1970. Ascorbic Acid as a Reductant for Inorganic Phosphorus Determination in Chang and Jackson Fractionation Procedure. Soil. Sci. 110 no. 5: 361-362.
- AOAC. 1976. Manual of Chemical Methods for Pesticides and Devices, U.S. Environmental Protection Agency.
- AOAC. 2012. Official Method of Analysis of AOAC International. 19<sup>th</sup> Ed. AOAC International Inc., Gaithersberg, MD. USA.
- AOAC. 2000. Official Method of Analysis of AOAC International. 17<sup>th</sup> Ed. AOAC International Inc., Gaithersberg, MD. USA
- Bray, R. H. and L. T. Kurtz. 1945. Determination of Total Organic and Available Form of Phosphorus in Soils. Soil Sci. 59: 39 - 45.

- Brown, J. R. and D. Warnke. 1988. Recommended Cation Tests and Measure of Cation Exchange Capacity. In W.C. Dahnke (ed.). Recommended Chemical Soil Test Procedures for the North Central Region. North Dakota Agri. Exp. Stn. Bull. 499 : 15 - 16.
- Charles R. Worthing and S. Barrie Walker. 1987. The Pesticide Manual, Eighth Edition, British Crop Protection Council.
- Doll, E. C. and R. E. Lucas. 1973. Testing Soils for Potassium, Calcium and Magnesium. In L. H. Walsh and J. D. Beaton (eds.) Soil Testing and Plant Analysis. Revised Edition. Soil Sci. Soc. of Amer. Inc., Madison, Wisconsin: 133 - 151.
- Frederick, M. G., E. Klesta and J. Hirsch. 2000. Quality Assurance Principles for Analytical Laboratories. p. 131-139. AOAC International Gaithersburg, MD, USA.
- Govindarajan, V. S. 1980. Turmeric-Chemistry: Technology and Quality. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 12: 199-301.
- Guddadarangavvanahally, K., Jayaprakasha L. J., Mohan Rao and K. K. Sakariah. 2002. Improved HPLC Method for the Determination of curcumin, Demethoxycurcumin, and Bisdemethoxycurcumin. *J. Agric. Food Chem.* 50: 3668-3672.
- Huber, L. 1999. Validation and Qualification in Analytical Laboratories Interpharm Press, Inc. Buffalo Grove, Illinois.
- ISO/IEC 17025. 2005 (E). General Requirement for the Competence of Testing and Calibration Laboratories.
- ISO 13528. 2005. Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison. ISO, Geneva, Switzerland.
- ISO 5725. 1994. Precision of test method-Determination of repeatability and reproducibility by inter-laboratory test. ISO, Geneva, Switzerland.
- ISO Guide 34. 2009. General requirements for the competence of reference materials producers. ISO, Geneva, Switzerland.
- ISO Guide 35. 2006. Reference materials – General and statistical principles for certification, 3<sup>rd</sup> Edition, ISO, Geneva, Switzerland.
- ISO/IEC 17043. 2010. Conformity assessment - General requirements for proficiency testing. ISO, Geneva, Switzerland.

- Klaus, W. 1995. Biologically Active Ingredients *In* The Neem Tree Source of Unique Natural Products for Integrated Pest Management, Medicine, industry and Other Purposes: Schmutterer, H., Ed. VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, Germany pp. 372-373.
- Larson, S. R., K. E. Young, A. Cook, T. K. Blake, and V. Raboy. 1998. Linkage mapping two mutations that reduce phytic acid content of barley grain. *Theor. Appl. Genet.* 97:141-146.
- Meis, S. J., W. R. Fehr and S. R. Schnebly. 2003. Seed source effect on field emergence of soybean lines with reduced phytate and raffinose saccharides. *Crop Sci* 43: 1336–1339
- Official Method of Analysis. 1970. Association of Official Analytical Chemist (A.O.A.C) Eleventh Edition, Benjamin Franklin Station Washington, D. C. 1015 p.
- Marsh, A., J. M. Frank, J. Op de Laak, P. Naka, P. Ngangorantigarn, S. Thuantavee, Y. Kasinkasaempong, W. Twishsri, J. Boonyarut, S. Kositcharoenkul, A. Wongurai, P. Lhekkong, T. Kraitong, P. Nopchinwong, O. Sunghada, N. Laempet, S. Taruyanon, P. Chantanumat, V. Onmukh, P. Chauytem, S. Yusathid, T. Winston and K. Chapman. 2006. Improvement of coffee quality and prevention of Ochratoxin A on Robusta coffee. FAO, Bangkok (Thailand). Regional Office for Asia and the Pacific; Department of Agriculture, Bangkok, Thailand ISBN 974-436-543-9.
- Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1996. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. In Sparks et. al (eds). *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods No. 5 in The Soil Sci. Soc. of Amer. Book Series.* SSSA, Inc. Amer. Soc. of Agro. Inc., Madison, Wisconsin : 961-1010.
- Oprean, R., M. Tamas and L. Roman. 1998. Comparison of GC-MS and TLC techniques for asarone isomers determination. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 18(1998): 227-234.
- Raboy, V., D. B. Dickinson and M. G. Neuffer. 1990. A survey of maize kernel mutants for variation in phytic acid. *Maydica* 35: 383-390.
- Reeuwijk, L. P. V. 1998. Guidelines for Quality Management in Soil and Plant Laboratories. FAO Soil Bulletin 74. FAO. Rome.
- Taylor, J. K. 1987. Quality Assurance of Chemical Measurement. Lewis Publisher, Inc., Chelsea, Michigan. 328 p.

- Thomson, M. and R. Wood. 1993. International Harmonized Protocol for Proficiency Testing of (Chemical) Analytical Laboratories. *Journal of AOAC International*. Vol. 76 no.4.
- Tiquia, S. M., N. F. Y. Tam and I. J. Hodgkiss. 1996. Effect of composting on phytotoxic of spent pig manure sawdust litter. *Environment Pollut.* 93: 249-256.
- Trease G. E. and W. C. Evan. 1985. Pesticides of Natural Origin and Antibiotics. *In Pharmarcognosy*. The Alder Press. Oxford, Great Britain, pp. 679-711.
- Vohra, P., G. A. Gray and F. H. Kratzer. 1965. Phytic acid-metal complexes. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 120: 447-454.
- Walkey, A. and A. I. Black. 1934. An Examination of The Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter and a Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. *Soil Sci.* 37: 29 - 38.
- Watanabe, F. S. and S. R. Olsen. 1965. Test of an Ascorbic and Method for Determining Phosphorus in Water and NaHCO<sub>3</sub> Extracts from Soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 29: 677-678.
- Wong, J. W. C., K. F. Mak, N. W. Chan, A. L. am, M. Fang, L. X. Wu Zhou, O. T. and X. D. Liao. 2001. Co-compost of soybean residues and leaves in Hong Kong *Biores. Technol.* 76 : 99-106.
- Yathaputanon, C., B. Kumsueb, A. Malipan, S. Srisombun and J. Bunyarut. 2008. Protein Content in High Protein Soybean Mutants in Thailand. *International Symposium on Induced Mutations in Plants*. IAEA, Austria, 12 – 15 August 2008.